

ELABORADO POR:



PARA:

**GAS Y PETROQUIMICA
DE OCCIDENTE,
S.A. DE C.V.**

**MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL,
MODALIDAD REGIONAL, PARA EL ESTABLECIMIENTO
DE UNA PLANTA DE AMONIACO DE 2200 TMPD EN
TOPOLOBAMPO, SINALOA.**



DICIEMBRE DE 2013

ÍNDICE GENERAL.

ÍNDICE GENERAL.....	ii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
LISTADO DE ANEXOS.....	xi
I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	1
I.1. Datos generales del Proyecto.....	1
I.1.1. Nombre del proyecto.....	1
I.1.2. Estudio de riesgo y su modalidad.....	1
I.1.3. Ubicación del proyecto.....	1
I.1.4. Coordenadas geográficas y/o UTM:.....	2
I.1.5. Dimensiones del proyecto.....	6
I.2. Datos Generales del Promoviente.....	8
I.3. Datos Generales del Responsable del Estudio de Impacto Ambiental.....	9
II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.	10
II.1. Información General del Proyecto.....	10
II.1.1. Naturaleza del proyecto.....	10
II.1.2. Justificación y objetivos.....	11
II.1.3. Infraestructura requerida.....	12
II.1.4. Superficie total requerida.....	14
II.1.5. Inversión requerida.....	15
II.1.6. Descripción General del Proceso.....	15
II.2. Ubicación del sitio del Proyecto.....	18
II.2.1. Localización del sitio.....	18
II.2.2. Vías de comunicación.....	23
II.3. Descripción Detallada de las Obras y Actividades.....	24
II.3.1. Programa general de trabajo.....	24
II.3.2. Selección del sitio.....	25
II.3.3. Preparación del sitio y construcción.....	28
II.3.4. Operación: proceso de producción del amoniaco.....	44
II.3.5. Mantenimiento.....	56
II.4. Requerimiento de Personal.....	57
II.4.1. Personal de la planta.....	57
II.4.2. Políticas de seguridad, higiene y medio ambiente laboral.....	57
II.4.3. Organigramas.....	60
II.5. Insumos Requeridos.....	65
II.5.1. Gas natural.....	65
II.5.2. Electricidad.....	65
II.5.3. Agua.....	66
II.5.4. Catalizadores.....	67
II.5.5. Sustancias químicas.....	68
II.6. Disposición y Tratamiento de Residuos.....	69

II.6.1. Aguas residuales.....	69
II.6.2. Aguas de la desaladora.	72
II.6.3. Residuos Sólidos.	73
II.6.4. Emisiones de chimeneas al aire libre.	73
II.6.4. Residuos peligrosos.....	75
II.7. Identificación de las Posibles Afectaciones al Ambiente.....	76
II.8. Abandono del sitio.....	77
II.9. Planes de Desarrollo a Futuro.	78
III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.....	79
III.1. Información Sectorial.	79
III.2. Vinculación con las Políticas e Instrumentos de Planeación del Desarrollo en la Región.	81
III.2.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018.	81
III.2.2. Plan Estatal de Desarrollo 2011- 2016.	82
III.2.3. Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013.	86
III.2.4. Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Sinaloa 2007-2020.	87
III.5.4. Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Mochis-Topolobampo.....	89
III.2.6. Plan Director de Desarrollo Urbano del Puerto de Topolobampo.	90
III.2.7. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.	93
III.3. Análisis de los Instrumentos Normativos (Leyes).....	99
III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.	99
III.3.2. Ley General de Vida Silvestre (Artículo 60 Ter).	100
III.3.3. Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.....	107
III.3.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.....	111
III.4. Análisis de los Instrumentos Normativos (Convenios y Tratados).	114
III.4.1. MARPOL 73/78.	114
III.4.2. MARPOL - Anexo I.....	114
III.4.3. MARPOL - Anexo II.....	115
III.4.4. MARPOL - Anexo V.	115
III.4.5. MARPOL - Anexo VI.	118
III.4.6. Convenio de Róterdam.	118
III.4.8. Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (Código IMDG).	119
III.4.7. Convenio de Basilea.	123
III.4.9. Convenio sobre Diversidad Biológica.	125
III.4.10. Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).....	126
III.5. Análisis de los Instrumentos Normativos (Reglamentos).	127
III.5.1. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental.	127
III.5.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos.	128
III.5.3. Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.	130
III.6. Análisis de los Instrumentos Normativos (Normas).....	132
III.6.1. NOM-001-SEMARNAT-1996.	132
III.6.2. NOM-022-SEMARNAT-2003.	135
III.6.3. NOM-059-SEMARNAT-2010.	142
III.6.4. NOM-085-ECOL-2011.	143
III.6.5. Norma Oficial Mexicana NOM-117-SEMARNAT-2006.....	144
III.6.6. Norma Oficial Mexicana NOM-137-SEMARNAT-2003.....	146
III.6.7. Normas en Materia de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial.	147
III.6.8. Otras Normas Aplicables.	148
III.6.9. Estándar de la OSHA para el Manejo del Amoniaco.....	149
III.7. Sistema de Áreas Naturales Protegidas.....	150

III.7.1. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Federal.	150
III.7.2. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Estatal.	151
III.7.3. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Municipal.	152
III.7.4. Sitios Ramsar.	153
III.7.5. Regiones Terrestres Prioritarias.	157
III.7.6. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).	160
III.7.7. Programa de Regiones Prioritarias Marinas de México.	161
III.7.8. Regiones Hidrológicas Prioritarias (Arriaga et al., 1998).	162
III.8. Resumen de Programas y Ordenamientos Aplicables.	164
IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.	165
IV.1. Descripción del Proceso para la Descripción del Entorno Ambiental.	165
IV.1.1. Metodología empleada.	165
IV.2. Desarrollo Metodológico.	166
IV.2.1. Desarrollo de la Cartografía General.	166
IV.2.2. Identificación de la macroregión.	167
IV.2.3. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR).	171
IV.2.4. Delimitación del Área de Estudio.	176
IV.2.5. Elaboración de la Cartografía Específica.	176
IV.2.6. Descripción de las Características del SAR y el Sitio de Estudio.	178
IV.3. Clima.	179
IV.3.1. Tipo de clima.	179
IV.3.2. Temperaturas promedio mensual, anual y extremas.	180
IV.3.3. Precipitación.	181
IV.3.4. Diagrama Umbrotérmico.	182
IV.3.5. Régimen de Vientos.	183
IV.3.6. Calidad del Aire.	185
IV.4. Fisiografía.	187
IV.4.1. Provincia y subprovincias fisiográficas.	187
IV.4.2. Características del relieve.	188
IV.4.3. Sistemas de topoformas.	188
IV.5. Geología.	190
IV.6. Suelos.	198
IV.7. Hidrología Superficial.	204
IV.8. Hidrología Subterránea.	209
IV.9. Características Oceanográficas del SAR.	211
IV.10. Calidad del Agua en la Bahía de Ohuira.	217
IV.11. Vegetación.	231
IV.11.1. Características Generales.	231
IV.11.2. Tipos de Vegetación del SAR.	233
IV.11.3. Comunidades vegetales en el predio.	236
IV.11.4. Cobertura del Predio de Interés.	251
IV.11.5. Diversidad del Sistema.	252
IV.12. Fauna.	254
IV.12.1. Aspectos Generales.	254
IV.12.2. Mastofauna.	255
IV.12.3. Anfibios y Reptiles.	256
IV.12.4. Aves.	258
IV.12.5. Fauna Acuática.	261
IV.13. Paisaje.	263
IV.14. Medio Socioeconómico.	266

IV.14.1. Aspectos Demográficos.....	266
IV.14.2. Aspectos económicos.....	269
IV.14.3. Tipo de tenencia de los terrenos adyacentes.....	271
IV.14.4. Aspectos culturales.....	272
IV.14.5. Infraestructura y Servicios.....	274
IV.14.6. Servicios Públicos.....	277
IV.14.7. Actividades Económicas.....	279
V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	282
V.1. Metodología para la Identificación de Impactos Ambientales.....	282
V.1.1. Matriz de Interacciones.....	282
V.2. Identificación y Caracterización de los Impactos Ambientales.....	287
V.3. Descripción de los Impactos Identificados.....	290
V.3.1. Calidad del aire y entorno acústico.....	290
V.3.2. Geología y Edafología.....	296
V.3.3. Hidrología.....	298
V.3.4. Vegetación.....	318
V.3.5. Fauna.....	323
V.3.6. Ecosistemas del SAR.....	325
V.3.7. Paisaje.....	326
V.3.8. Medio Socioeconómico.....	328
V.4. Resumen de los Impactos Ambientales por Etapa.....	331
V.4.1. Selección del sitio.....	332
V.4.2. Preparación del sitio.....	332
V.4.3. Construcción.....	333
V.4.4. Operación y Mantenimiento.....	333
VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.....	334
VI.1. Clasificación de las Medidas de Mitigación.....	334
VI.2. Agrupación de los Impactos de Acuerdo con las Medidas de Mitigación Propuestas.....	335
VI.3. Descripción de la Estrategia o Sistema de Medidas de Mitigación.....	342
VI.3.1. Selección del Sitio.....	342
VI.3.2. Preparación del sitio.....	342
VI.3.3. Construcción.....	343
VI.3.4. Operación y Mantenimiento.....	344
VI.4. Medidas Aplicables No Relacionadas con Impactos Específicos.....	346
VI.4.1. Maquinaria de construcción (Contaminación por hidrocarburos).....	347
VI.4.2. Maquinaria de construcción (Almacenamiento de combustible).....	348
VI.4.4. Generación de residuos peligrosos.....	349
VI.5. Programa de Salud, Higiene y Medioambiente.....	350
VI.6. Programa General de Monitoreo.....	351
VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	357
VII.1. Construcción de Escenarios.....	357
VII.2. Conclusiones.....	359
VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	364
VIII.1. Formatos de Presentación.....	364
VIII.1.1. Fotografías.....	364
VIII.1.2. Videos.....	364
VIII.2. Otros Anexos.....	364

VIII.3. Glosario.	365
VIII.4. Bibliografía.	370
DECLARATORIA.	376

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura I.1.1. Coordenada extremas del proyecto.	2
Figura I.1.2. Ubicación de la terminal de PEMEX en Topolobampo, Sinaloa.	5
Figura I.1.3. Vista del muelle de PEMEX, actualmente en operación.	5
Figura I.1.4. Plano general de ubicación de los elementos principales del proyecto.	7
Figura II.1.1. Diagrama de flujo del proceso.	16
Figura II.2.1. Ubicación de Topolobampo en el municipio de Ahome, Sinaloa.	18
Figura II.2.2. Ubicación de Topolobampo y Los Mochis, en el litoral de Ahome.	19
Figura II.2.3. Ubicación de los terrenos del proyecto en relación con Topolobampo.	20
Figura II.2.4. Imagen de los terrenos del proyecto, en la margen de la Bahía de Ohuira.	21
Figura II.2.5. Instalaciones de PEMEX colindantes con el predio.	21
Figura II.2.6. Vista panorámica de los terrenos propuestos para el proyecto.	22
Figura II.2.7. Vías de acceso al predio del proyecto.	23
Figura II.3.1. Ubicación de Topolobampo en el municipio de Ahome, Sinaloa.	27
Figura II.3.2. Distribución de las instalaciones de servicio en la planta de amoniaco.	32
Figura II.3.3. Distribución de las áreas y elementos de la planta de amoniaco.	34
Figura II.3.4. Características de los tanques de almacenamiento de amoniaco.	35
Figura II.3.5. Corredor d el gasoducto, en el tramo paralelo al ferrocarril.	36
Figura II.3.6. Corredor norte, con el gasoducto y espacio para servicios futuros.	37
Figura II.3.7. Características de los ductos de amoniaco hacia el muelle.	38
Figura II.3.8. Distribución del corredor entre PEMEX y el canal de CFE.	39
Figura II.3.9. Detalle del sleeper y la instalación eléctrica del corredor.	39
Figura II.3.10. Reformador de Vapor y CO shift.	46
Figura II.3.11. Sistema de remoción de CO ₂ aMDEA.	48
Figura II.3.12. Ciclo de síntesis del amoniaco.	51
Figura II.3.13. Sistema de vapor.	55
Figura II.4.1. Diagrama de Organización de la Planta.	60
Figura II.4.2. Diagrama de organización del personal de Servicios Corporativos.	61
Figura II.4.3. Administración de Calidad, Medio Ambiente, Higiene y Seguridad (CSH y MA).	61
Figura II.4.4. Personal del área de operaciones.	62
Figura II.4.5. Organigrama del personal de Ingeniería y Mantenimiento.	63
Figura II.4.6. Organigrama de personal de Servicios Técnicos.	64
Figura II.4.7. Personal requerido en el área de materiales.	64
Figura II.6.1. Ubicación del punto propuesto para la descarga de la planta.	69
Figura II.6.2. Diagrama del tratamiento del agua de mar y de las aguas residuales.	70
Figura II.6.3. Sistema de tratamiento de aguas residuales.	71
Figura II.9.1. Elementos considerados para una segunda fase del proyecto.	78
Figura III.1.1. Producción de amoniaco en México, 1980-2002.	79
Figura III.2.1. Ubicación del sitio en el PPDU del Corredor Los Mochis-Topolobampo.	89
Figura III.2.2. Ubicación del sitio y área de estudio del PDDU del puerto de Topolobampo.	91
Figura III.2.3. Zonificación primaria en el PDDU del puerto de Topolobampo.	92
Figura III.2.4. Zonificación secundaria establecida en el PDDU del puerto de Topolobampo.	92
Figura III.2.5. Ubicación del sitio en el POEM del Golfo de California.	93
Figura III.3.1. Vegetación de mangle o con mangle en los predios.	102

Figura III.3.2. Aspecto del matorral de mangle en la margen de la laguna.	103
Figura III.3.3. Puyequé (<i>Avicennia germinans</i>) en los bordos.	103
Figura III.3.4. Vegetación de mangle o con mangle en los predios, 1978.	104
Figura III.3.5. Vegetación del predio en 1994, con cobertura similar a la actual.	105
Figura III.5.1. Concesión a favor del propietario actual del terreno.	131
Figura III.6.1. Área máxima de mezcla y dilución de la descarga de agua.	134
Figura III.6.2. Vegetación con mangle en los predios con relación a la NOM-022.	135
Figura III.6.3. Vegetación con mangle afectada por el proyecto.	136
Figura III.7.1. Ubicación del sitio en la región Noroeste y Alto Golfo de California de CONANP.	150
Figura III.7.2. Ubicación del sitio respecto al área natural protegida más cercana.	151
Figura III.7.3. Ubicación del proyecto respecto a la ZSCE Navachiste.	152
Figura III.7.4. Ubicación del proyecto respecto a la ANP municipal Cueva de Murciélagos.	153
Figura III.7.5. Ubicación del proyecto en el sitio Ramsar que abarca a la Bahía de Ohuira.	154
Figura III.7.6. Ubicación del sitio en relación con RTPs, definidas por CONABIO.	158
Figura III.7.7. Ubicación del sitio en relación con AICAs, definidas por CONABIO.	160
Figura III.7.8. Ubicación del sitio en relación con las RPMs, definidas por CONABIO.	161
Figura III.7.9. Ubicación del sitio en relación con RHPs, definidas por CONABIO.	162
Figura IV.2.1. Regionalización biogeográfica.	167
Figura IV.2.2. Provincias florísticas de México.	167
Figura IV.2.3. Regionalización ecológica.	167
Figura IV.2.4. Regiones Hidrológicas.	167
Figura IV.2.5. Macroregión delimitada por criterios ecológicos y biológicos.	169
Figura IV.2.6. Límites de la macroregión, integrando criterios hidrológicos.	170
Figura IV.2.7. Límites de la subcuenca y división municipal.	172
Figura IV.2.8. Microcuencas que influyen en la Bahía Ohuira.	173
Figura IV.2.9. Delimitación del SAR a partir de la subcuenca Bahía de Ohuira.	174
Figura IV.2.10. Límites del Sistema Ambiental Regional (SAR).	175
Figura IV.3.1. Distribución de climas en la región y el SAR.	179
Figura IV.3.2. Temperatura media anual en Topolobampo, en el periodo 1971 a 2000.	180
Figura IV.3.3. Precipitación media anual en Topolobampo (periodo de 1971 a 2000).	181
Figura IV.3.4. Diagrama umbrotérmico (1971-2002) para la zona de estudio.	182
Figura IV.3.5. Porcentaje de dirección del viento (verano).	183
Figura IV.3.6. Porcentaje de dirección del viento (invierno).	183
Figura IV.3.7. Porcentaje de dirección del viento en todas las estaciones.	184
Figura IV.3.8. Dispersión de contaminantes, junio de 2013.	185
Figura IV.3.9. Dispersión de contaminantes, noviembre 2011.	185
Figura IV.4.1. Provincia y subprovincia fisiográfica donde se localiza el SAR.	187
Figura IV.4.2. Sistema de topoformas existentes en el SAR.	189
Figura IV.5.1. Geología de la Bahía de Ohuira y sus alrededores.	190
Figura IV.6.1. Guía de interpretación de las claves de suelos.	198
Figura IV.6.2. Distribución de los tipos de suelo en el SAR.	199
Figura IV.7.1. Ubicación de la cuenca de estudio en la Región Hidrológica 10.	204
Figura IV.7.2. SAR y red Hidrológica de la Subcuenca B. de Ohuira.	206
Figura IV.7.3. Corrientes de agua alrededor del predio y la Bahía de Ohuira.	207
Figura IV.7.4. Coeficiente de escurrimiento en el SAR.	208
Figura IV.8.1. Sistema Ambiental Regional y aguas subterráneas.	209
Figura IV.9.1. Panorámica de la zona intermareal (centro, derecha) frente al predio.	211
Figura IV.9.2. El límite de las mareas en estiaje y vegetación de dunas.	212
Figura IV.9.3. La zona intermareal consiste en una franja lodosa con algas verdes.	212
Figura IV.9.4. Obras de dragado realizadas en la laguna en 2005-2006.	213
Figura IV.10.1. Ubicación de las estaciones de muestreo en la Bahía de Ohuira.	220
Figura IV.10.2. Estación 01, frente al puerto de Topolobampo.	221
Figura IV.10.3. Estación 02, en la boca de acceso al puerto de Topolobampo.	221
Figura IV.10.4. Estación 03, en el canal de acceso a la Bahía de Ohuira.	222
Figura IV.10.5. Estación 04, frente al muelle de PEMEX.	222
Figura IV.10.6. Estación 05, Frente al canal de CFE.	222

Figura IV.10.7. Estación 06, Frente al canal de salida de CFE.....	222
Figura IV.10.8. Estación 08, al sur de la Isla Los Patos.	222
Figura IV.10.9. Estación 09, frente al atracadero de Paredones.....	222
Figura IV.10.10. Estación 09, La Chorreadura (descarga de canales de riego).	223
Figura IV.10.11. Estación 12, frente a la Isla Bledos.....	223
Figura IV.10.12. Transparencia del agua en junio de 2013 en la Bahía de Ohuira.	225
Figura IV.10.13. Transparencia del agua en septiembre del 2013 en la Bahía de Ohuira.	225
Figura IV.10.14. Temperatura de superficie y fondo, en 12 estaciones la Bahía de Ohuira.	226
Figura IV.10.15. Salinidad de superficie y fondo, en 12 estaciones la Bahía de Ohuira.....	227
Figura IV.10.16. Oxígeno disuelto en superficie y fondo, en la Bahía de Ohuira, Ahome.	229
Figura IV.10.17. Potencial Hidrógeno en 12 estaciones la Bahía de Ohuira, Ahome.....	230
Figura IV.11.1. Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental Regional.....	231
Figura IV.11.2. Tipos de vegetación en el predio del proyecto.	240
Figura IV.11.3. Similitud entre unidades de muestreo y asociaciones vegetales.	241
Figura IV.11.4. Aspecto del manglar en el este del predio.....	242
Figura IV.11.5. Matorral de mangle sobre el litoral de la laguna.	244
Figura IV.11.6. Matorral de mangle en la zona de bordos.....	245
Figura IV.11.7. Vegetación de dunas en la orilla de la laguna.	247
Figura IV.11.8. Vegetación halófila (porción noroeste del predio).....	248
Figura IV.11.9. Vegetación ruderal dominada por <i>Prosopis</i>	250
Figura IV.11.10. Vegetación ruderal dominada por <i>Parkinsonia</i>	252
Figura IV.11.11. Número de especies raras y comunes de acuerdo a la densidad.....	253
Figura IV.12.1. Conejo del desierto (<i>Sylvilagus audubonii</i>).	255
Figura IV.12.2. Huellas de mapache (<i>Pocyon lotor</i>) en dirección al manglar.....	255
Figura IV.12.3. Iguana negra (<i>Ctenosaura pectinata</i>), en los bordos.....	257
Figura IV.12.4. Aves en el predio en la época de lluvias.....	258
Figura IV.12.5. Cormorán (<i>Phalacrocorax auritus</i>).	259
Figura IV.12.6. Pelicano café (<i>Pelecanus occidentalis</i>) en la bahía.....	259
Figura IV.12.7. Grupo multiespecífico de aves en la Isla Los Patos.	259
Figura IV.12.8. Garza rojiza (<i>Egretta rufescens</i>) en el terreno.	259
Figura IV.12.9. <i>Nyctanassa violacea</i> a la orilla de la Bahía de Ohuira.....	260
Figura IV.12.10. <i>Ardea herodias</i> (Garzón cenizo) y <i>haematopus palliatus</i>	260
Figura IV.12.11. Fragata común (<i>Fregata magnificens</i>).	260
Figura IV.12.12. Chorlito semipalmado (<i>Charadrius semipalmatus</i>).	260
Figura IV.12.13. Rascón picudo, <i>Rallus longirostris</i>	260
Figura IV.12.14. Candelerero mexicano, <i>Himantopus mexicanus</i>	260
Figura IV.12.15. Playerito mínimo (<i>Calidris minutilla</i>) en el terreno del proyecto.....	261
Figura IV.12.16. Zopilote aura, <i>Cathartes aura</i> , sobre la bahía de Ohuira.....	261
Figura IV.12.17. Hembra de zanate (<i>Quiscalus mexicanus</i>) a la orilla del terreno.	261
Figura IV.12.18. Aves passeriformes en la vegetación ruderal.	261
Figura IV.12.19. Tonina (<i>Tursiops truncatus</i>) en la bahía de Topolobampo.	262
Figura IV.13.1. Panorámica del sitio y la Bahía de Ohuira.	263
Figura IV.13.2. Paisaje visto desde el camino al muelle en dirección al predio.	264
Figura IV.13.3. Paisaje actual del sitio en dirección a la Bahía de Ohuira.	265
Figura IV.14.1. Flota de embarcaciones menores en la Bahía de Ohuira.....	279
Figura IV.14.2. Pesca a vela en la Bahía de Ohuira.....	279
Figura V.3.1. Código de color de los niveles de presión sonora, en dB (A).	294
Figura V.3.2. Presión sonora de las instalaciones, en dB (A), sin medidas de control.	294
Figura V.3.3. Nivel de ruido de la planta, con medidas de control.	296
Figura V.3.4. Superficies de terrenos inundables en el SAR.....	297
Figura V.3.5. Superficie de terreno intermareal en la zona de relleno.	298
Figura V.3.6. Dominio para el estudio de modelación numérica.....	300
Figura V.3.7. Patrón global de corrientes en el dominio de estudio.....	301
Figura V.3.8. Gráfica de la predicción anual de marea para Topolobampo, Sinaloa.....	301
Figura V.3.9. Distribución de los puntos de medición del nivel del mar.	302
Figura V.3.10. Puntos de medición en las boyas frente a la succión y descarga de la CFE.	302

Figura V.3.11. Variaciones del nivel de la superficie libre medidas en el dominio de estudio.	305
Figura V.3.12. Variación del nivel de la superficie libre en el canal de succión de la CFE.	305
Figura V.3.13. Estimación de la propagación de la marea desde el punto TAP7 y el TAP1.	306
Figura V.3.14. Comparativo de mareas en la boca (TAP7) y frente al terreno (TAP3).	307
Figura V.3.15. Topografía del terreno de la planta y marea medida en su frente lagunar.	307
Figura V.3.16. Aportes hidrológicos localizados en la bahía de Ohuira.	308
Figura V.3.17. Temperatura del agua en el dominio de estudio (de arriba a abajo TAP1-TAP6).	311
Figura V.3.18. Temperatura del agua medida en las boyas B1 y B2.	311
Figura V.3.19. Temperatura en los puntos TAP 3 y TAP4 frente a la descarga de la CFE.	312
Figura V.3.20. Comparación entre la temperatura medida en los puntos TAP2 y TAP5.	313
Figura V.3.21. Tipos de cobertura afectados por las instalaciones de la planta de amoniaco. ...	318
Figura V.3.22. Tipos de cobertura afectados por la nueva vialidad.	320
Figura V.3.23. Vegetación halófila en la porción oeste del trazo.	321
Figura V.3.24. Coberturas en el trazo del amonioducto y el corredor de electricidad.	322
Figura V.3.25. Paisaje nocturno con las luces de CFE (al centro) y PEMEX.	327
Figura VI.1.1. Áreas de conservación que se establecerán en el predio de la empresa.	341

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla I.1.1. Coordenadas extremas del proyecto.	2
Tabla I.1.2. Coordenadas del sitio para la planta de amoniaco.	3
Tabla I.1.3. Puntos de inflexión del trazo del gasoducto.	3
Tabla I.1.4. Coordenadas de los puntos de inflexión del trazo del amonioducto.	4
Tabla I.1.1. Área total del predio y los elementos del proyecto.	6
Tabla II.1.1. Características del producto final de la planta de amoniaco.	11
Tabla II.1.2. Distribución de la superficie ocupada por los elementos del proyecto.	14
Tabla II.1.3. Distribución de la superficie del proyecto por tipo de uso de suelo general.	14
Tabla II.3.1. Calendario de actividades generales del proyecto.	24
Tabla II.4.1. Personal requerido para la planta de amoniaco.	57
Tabla II.5.1. Consumo de Insumos por tonelada de amoniaco producida.	65
Tabla II.5.2. Consumo eléctrico aproximado de la planta de amoniaco.	66
Tabla II.5.3. Consumo estimado de catalizadores para la planta de amoniaco.	67
Tabla II.5.4. Lista de sustancias químicas que se emplearán en la planta.	68
Tabla II.7.1. Impactos ambientales de un proyecto tipo y medidas de mitigación generales.	76
Tabla III.2.1. Relación del proyecto con los objetivos del Plan Estatal de Desarrollo de Sinaloa.	85
Tabla III.2.2. Principales atributos ambientales que determinan la aptitud de la UGC 11.	94
Tabla III.2.3. Interacciones predominantes en la UGC 11.	95
Tabla III.2.4. Contexto regional de la UGC 11 del POEM del Golfo de California.	95
Tabla III.2.5. Aptitud sectorial en UA 2.2.4.21.1.7b de la UGC11.	98
Tabla III.2.6. Niveles de interacción sectorial en la UGC11.	98
Tabla III.2.7. Niveles de interacción total en la UGC11.	98
Tabla III.2.8. Niveles de presión, fragilidad y vulnerabilidad en la UGC11.	98
Tabla III.2.9. Niveles de presión, fragilidad promedio y prioridad general en el POEM-GC.	98
Tabla III.2.10. Niveles de presión, fragilidad promedio y prioridad a nivel estatal.	98
Tabla III.3.1. Disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y vinculación con el proyecto.	101
Tabla III.3.2. Superficies de la vegetación en la superficie que ocupará el proyecto.	112
Tabla III.3.3. Superficies sin vegetación o con infraestructura que ocupará el proyecto.	113
Tabla III.3.4. Total de la superficie del proyecto por tipo de cobertura.	113

Tabla III.4.1. Características de empaque del Código IMDG para el amoniaco.	121
Tabla III.5.1. Disposiciones del REMIA aplicables por el tipo de proyecto.....	127
Tabla III.6.1. Límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales.....	132
Tabla III.6.2. Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuros en la NOM-001...	133
Tabla III.6.3. Frecuencia de muestreo según horas de operación.	133
Tabla III.6.4. Especificaciones del la NOM-022-SEMARNAT-2003.	137
Tabla III.6.5. Especificaciones del la NOM-117-SEMARNAT-2006.	145
Tabla III.6.6. Normas aplicables en materia de residuos peligrosos.	147
Tabla III.6.7. Normas de posible aplicación a actividades del proyecto.	148
Tabla III.7.1. Áreas Protegidas, por categoría, en el Noroeste y Alto Golfo de California.	150
Tabla III.7.2. Criterios Ramsar.	155
Tabla III.7.3. Principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en la RTP 22.....	159
Tabla III.7.4. Problemática de la RHP 19 e interacciones con el proyecto.....	163
Tabla III.9.1. Programas y ordenamientos aplicables al área de estudio en evaluación.	164
Tabla IV.3.1. Temperatura media mensual en la estación 25-098 (Topolobampo).	180
Tabla IV.3.2. Temperatura media mensual en la estación 25-116 (Los Mochis).	181
Tabla IV.3.3. Precipitación media mensual en la estación 25-098 (Topolobampo).	181
Tabla IV.3.4. Precipitación media mensual en la estación 25-116 (Los Mochis).	182
Tabla IV.4.1. Cobertura de las topoformas existentes en el SAR	189
Tabla IV.5.1. Superficie y porcentaje ocupado por las entidades geológicas del SAR.....	191
Tabla IV.5.2. Características generales de los distintos tipos de roca del SAR.....	197
Tabla IV.6.1. Superficie de los grupos de suelo dominantes en el SAR.	200
Tabla IV.7.1. Superficie estatal de Sinaloa en la RH10 y cuenca hidrológica.....	205
Tabla IV.7.2. Superficie municipal en la cuenca Bahía Lechuguilla-Ohuira Navachiste.	205
Tabla IV.9.1. Características de la marea en la Bahía de Topolobampo.	215
Tabla IV.10.1. Valores de calidad del agua registrados para la Bahía de Ohuira, 2008.....	218
Tabla IV.10.2. Ubicación de las estaciones de muestreo en la Bahía de Ohuira.....	220
Tabla IV.10.3. Programa de muestreo para la caracterización ambiental.....	221
Tabla IV.10.4. Profundidad en la Bahía de Ohuira, Sinaloa.....	223
Tabla IV.10.5. Transparencia en la Bahía de Ohuira, Sinaloa.	224
Tabla IV.10.6. Temperatura (°C) del agua en la Bahía de Ohuira, Sinaloa.	226
Tabla IV.10.7. Salinidad en la Bahía de Ohuira, Sinaloa.....	227
Tabla IV.10.8. Oxígeno Disuelto (mg/l) en la Bahía de Ohuira, Sinaloa.	228
Tabla IV.10.9. Potencial Hidrógeno promedio en la Bahía de Ohuira, Sinaloa.....	229
Tabla IV.11.1. Cobertura de los tipos de vegetación presentes en el SAR.....	232
Tabla IV.11.2. Tipos de cobertura y superficie (ha) observadas en el predio.	241
Tabla IV.11.3. Características de las especies representativas en el manglar conservado.	242
Tabla IV.11.4. Características del matorral de mangle sobre el litoral.	243
Tabla IV.11.5. Características de las especies en el matorral de mangle de los bordos.....	246
Tabla IV.11.6. Características de las especies en dunas con plántulas de mangle.	246
Tabla IV.11.7. Características de las especies halófilas con escama grande.....	248
Tabla IV.11.8. Características de las especies halófilas con escama chica y <i>Batis</i>	249
Tabla IV.11.9. Características de las especies de la vegetación ruderal con <i>Prosopis</i>	250
Tabla IV.11.10. Características de las especies de la vegetación ruderal con <i>Parkinsonia</i>	251
Tabla IV.11.11. Índice de Shannon-Wiener y logaritmo natural para el predio.	253
Tabla IV.14.1. Población y densidad poblacional de la zona de influencia del proyecto.	266
Tabla IV.14.2. Distribución de la población por sexo en las entidades consideradas.....	266
Tabla IV.14.3. Clasificación de las localidades de acuerdo al tipo de asentamiento.	267
Tabla IV.14.4. Distribución de la población de acuerdo al tipo de localidad.	267
Tabla IV.14.5. Resumen de características demográficas de las localidades en el SAR.	267
Tabla IV.14.6. Tasa de crecimiento de población en el municipio Ahome, Sinaloa.	269
Tabla IV.14.7. Población económicamente activa de las entidades consideradas.....	270
Tabla IV.14.8. Grado de marginación, 1980 al 2010, en el municipio de Ahome, Sin.	271
Tabla IV.14.9. Índice de Desarrollo Humano, 2005.....	271
Tabla IV.14.10. Indicadores de Desarrollo Humano Ahome, 2005.....	271
Tabla IV.14.11. Distribución de la población de acuerdo a la religión que profesa.....	272

Tabla IV.14.12. Población de la zona de estudio de acuerdo a la lengua que habla.....	273
Tabla IV.14.13. Población total por lugar de nacimiento según sexo, 2010.....	273
Tabla IV.14.14. Viviendas habitadas y sus ocupantes según tipo de vivienda, 2010.	274
Tabla IV.14.15. Viviendas habitadas en el municipio, por tipo de vivienda.....	274
Tabla IV.14.16. Ocupantes en viviendas particulares en Ahome, 2010.....	275
Tabla IV.14.17. Longitud de la red carretera según tipo de camino (Kilómetros).	275
Tabla IV.14.18. Volumen de la carga marítima movida en Topolobampo (Miles de toneladas)..	276
Tabla IV.14.19. Características del Aeropuerto Internacional de Los Mochis.....	277
Tabla IV.14.20. Condición de derechohabencia en el municipio de Ahome.	279
Tabla IV.14.21. Superficies sembrada y cosechada por tipo de cultivo (ha).....	280
Tabla IV.14.22. Superficies de actividades agrícolas en el municipio, año agrícola 2011.....	280
Tabla IV.14.23. Establecimientos de hospedaje registrados, según tipo de alojamiento	281
Tabla IV.14.24. Establecimientos de hospedaje registrados, según categoría turística	281
Tabla V.1.1. Simbología de la matriz de interacciones Proyecto-Componentes Ambientales....	284
Tabla V.1.2. Matriz de Leopold modificada del proyecto para una planta de amoniaco.....	285
Tabla V.2.1. Caracterización de los principales impactos identificados, atribuibles al proyecto..	288
Tabla V.3.1. Límites de emisión a la atmósfera para la planta de amoniaco.	291
Tabla V.3.2. Nivel de intensidad del sonido.....	293
Tabla V.3.3 Coordenadas de los medidores de variación del nivel de la superficie libre.	303
Tabla V.3.4. Aporte de los escurrimientos superficiales para diferentes periodos de retorno.	309
Tabla V.3.5. Sobreelevaciones estimadas para diferentes periodos de retorno.	309
Tabla V.3.6. Límites en el efluente de la planta de amoniaco.	316
Tabla V.3.7. Tipos de cobertura en la superficie que ocupará la planta.	319
Tabla V.3.8. Tipos de cobertura en la superficie que ocupará la vialidad de acceso.	319
Tabla V.3.9. Tipos de cobertura en la superficie del corredor del amonioducto.	323
Tabla VI.2.1. Medidas de control y mitigación ambiental, aplicables a la planta de amoniaco....	336
Tabla VI.4.1. Medidas de Gestión Ambiental no relacionadas con impactos específicos.	346
Tabla VI.6.1. Programas ambientales para aplicar en las etapas de construcción y operación..	352
Tabla VI.6.2. Programa de muestreo y parámetros a determinar en la Bahía de Ohuira.	355
Tabla VII.1.1. Escenarios para el sitio del proyecto con o sin la planta de amoniaco.....	357

LISTADO DE ANEXOS.

Anexo A. Acta Constitutiva	A1
Anexo B. Poder del Representante Legal	B1
Anexo C. Hoja de Datos de Seguridad del Amoniaco	C1

I. DATOS GENERALES DEL PROYECTO, DEL PROMOVENTE Y DEL RESPONSABLE DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.

I.1. Datos generales del Proyecto.

I.1.1. Nombre del proyecto.

Planta de Amoniaco de 2200 TMPD en Topolobampo, Sinaloa.

I.1.2. Estudio de riesgo y su modalidad.

De acuerdo con el Primer Listado y el Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas, publicados en el Diario Oficial de la Federación del 28 de marzo de 1990 y del 4 de mayo de 1992 respectivamente, el proyecto a desarrollar se considera dentro de esta categoría, por lo cual se presenta un estudio de riesgo para cada uno de los siguientes elementos, en los niveles correspondientes:

- *Estudio de riesgo Nivel 2; Planta de Amoniaco.*
- *Estudio de riesgo Nivel 0; Gasoducto.*
- *Estudio de riesgo Nivel 0; Ducto para Amoniaco.*

I.1.3. Ubicación del proyecto.

Calle y número:	Carretera Mochis-Topolobampo Km 19.5 Parcelas 128, 130, 197, 198, 200, C, E y B (Atrás de Pemex)
Municipio:	Ahome
Entidad federativa:	Sinaloa
Código postal:	81370

I.1.4. Coordenadas geográficas y/o UTM:

I.1.4.1. Coordenadas extremas del proyecto. Las coordenadas extremas de los elementos que integran el proyecto, incluyendo los terrenos de la empresa y la terminal de PEMEX, se presentan en la tabla I.1.1 y la figura I.1.1.

Tabla I.1.1. Coordenadas extremas del proyecto.		
Punto	Coordenadas UTM	
	X	Y
1	695,474	2,836,276
2	697,708	2,836,276
3	695,474	2,832,642
4	697,708	2,832,642

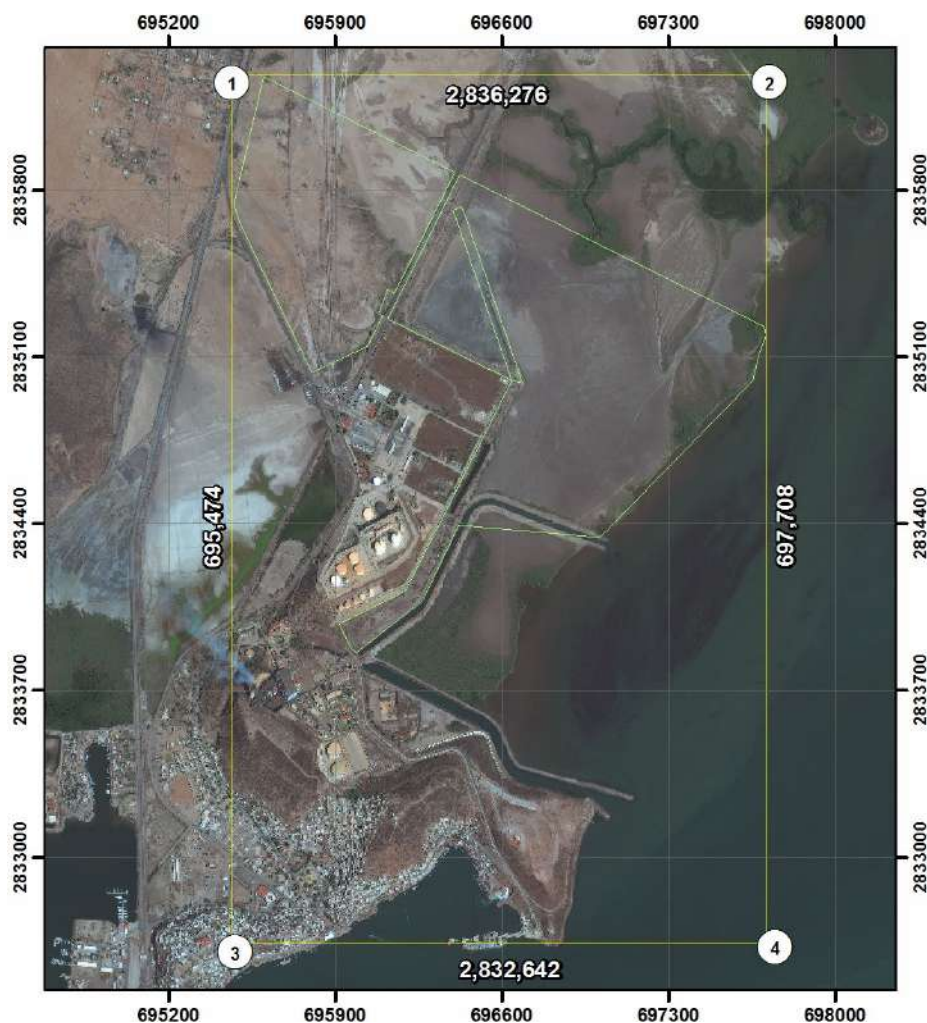


Figura I.1.1. Coordenada extremas del proyecto.

I.1.4.2. Cuadro construcción del sitio de la planta de amoniaco.

La tabla II.1.2 presenta las coordenadas del sitio de la planta, incluyendo la superficie para la subestación eléctrica.

Tabla I.1.2. Coordenadas del sitio para la planta de amoniaco.				
Punto	Referencia	Altitud (snbmi)	Coordenadas UTM (WGS84, Zona 12)	
			X	Y
1	Vértice en el extremo norte del sitio de la planta.	4	696,701	2,835,020
2	Vértice en el extremo oriental del predio	4	697,238	2,834,750
3	Vértice en dirección SSE, en el límite sureste	4	697,129	2,834,530
4	Ligero cambio de dirección del trazo	4	697,107	2,834,490
5	Vértice en el extremo sur del área de la planta	4	697,002	2,834,380
6	Vértice en el extremo occidental de la planta.	4	696,499	2,834,630
7	Vértice en la unión de la subestación y la planta	4	696,577	2,834,780
8	Vértice sur de la subestación eléctrica	4	696,532	2,834,540
9	Vértice occidental de la subestación eléctrica	4	696,468	2,834,570
10	Vértice oriental de la subestación eléctrica	4	696,562	2,834,600

I.1.4.3. Coordenadas del trazo del gasoducto.

La tabla I.1.3 presenta las coordenadas del trazo del gasoducto, las cuales podrán variar ligeramente una vez que se desarrolle el proyecto ejecutivo:

Tabla I.1.3. Puntos de inflexión del trazo del gasoducto.				
Pto.	Referencia	Altitud (snbmi)	Coordenadas UTM (WGS84, Zona 12)	
			X	Y
1	Punto de conexión del gasoducto con la estación de regulación de la planta.	4	696,632	2,834,881
2	Cambio de dirección hacia el NE, dentro del predio de la empresa.	4	696,599	2,834,898
3	Cambio de dirección al NO, paralelo a la barda de PEMEX	4	696,653	2,835,006
4	Inicio del tramo paralelo a la vía del ferrocarril.	4	696,115	2,835,275
5	Inicio del tramo final hacia el punto de conexión con la subestación de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).	4	695,979	2,835,004

I.1.4.4. Coordenadas del trazo del amonioducto.

La tabla I.1.3 presenta las coordenadas del trazo del amonioducto, aunque cabe señalar que estas podrán variar ligeramente una vez que se desarrolle el proyecto ejecutivo:

Tabla I.1.4. Coordenadas de los puntos de inflexión del trazo del amonioducto.				
Punto	Referencia	Altitud (snbmi)	Coordenadas UTM (WGS84, Zona 12)	
			X	Y
1	Cambio de dirección hacia el SW en el rack del área de tanques de almacenamiento	6	696,650	2,834,683
2	Continuando sobre el rack de tuberías, fuera del área de tanques, cambio de dirección	7	696,600	2,834,583
3	Cambio de dirección hacia el SW, para salir del predio de la planta	9	696,569	2,834,598
4	Cambio de dirección hacia el NW, rodeando el área de las turbinas	6	696,539	2,834,531
5	Cambio de dirección hacia el SW, alijándose de la planta en forma paralela al DDV	5	696,480	2,834,558
6	Ligero cambio de dirección hacia el SW	7	696,219	2,834,072
7	Cambio de dirección hacia el SSE, al llegar a la calle que conduce al muelle de PEMEX	4	695,969	2,833,850
8	Ligero cambio de dirección hacia el sur, siguiendo el contorno de la calle y del corredor	3	695,994	2,833,797
9	Ligero cambio de dirección hacia el SE, siguiendo la curvatura de la calle	4	696,018	2,833,582
10	Cambio de dirección hacia el SE, pasando el acceso a la Central Termoeléctrica	4	696,049	2,833,529
11	Cambio de dirección hacia el ESE, siguiendo la curvatura de la calle	9	696,188	2,833,413
12	Ligero cambio de dirección hacia el ENE, siguiendo la calle	14	696,242	2,833,403
13	Cambio de dirección hacia el SE, siguiendo la curvatura de la calle	24	696,377	2,833,441
14	Cambio de dirección hacia el SSE, siguiendo la calle	35	696,435	2,833,412
15	Ligero cambio de dirección hacia el SE	36	696,563	2,833,036
16	Ligero cambio de dirección un poco más hacia el SE, siguiendo la calle	27	696,680	2,832,854
17	Ligero cambio hacia un poco más hacia el SE	12	696,743	2,832,712
18	Cambio de dirección hacia el sur	11	696,747	2,832,704
19	Cambio hacia el SW, para cruzar el acceso al recinto portuario	10	696,751	2,832,697
20	Ligero cambio hacia el WSW siguiendo el contorno del acceso	9	696,755	2,832,687
21	Cambio de dirección hacia el Oeste, siguiendo el acceso	8	696,755	2,832,676
22	Cambio de dirección hacia el Sur	6	696,728	2,832,674
23	Cambio de dirección hacia el Oeste, para continuar sobre el muelle de PEMEX	6	696,711	2,832,673
24	Área de garzas para carga de amonio a buques tanques, en el muelle de PEMEX	3	696,526	2,832,656

I.1.4.5. Coordenadas de la terminal de PEMEX. La terminal de PEMEX se encuentra dentro de los límites del recinto portuario de Topolobampo, en los 25° 35' 54.94" de latitud norte y 109° 02' 28.49" de longitud oeste. La ubicación del inicio del muelle en coordenadas UTM es aproximadamente $x = 696700$, $y = 2832680$. Esta terminal cuenta con dos posiciones de atraque de 156 m cada una. La terminal está en operación y se utiliza para la recepción y carga de combustibles, gases licuados y amoniaco.

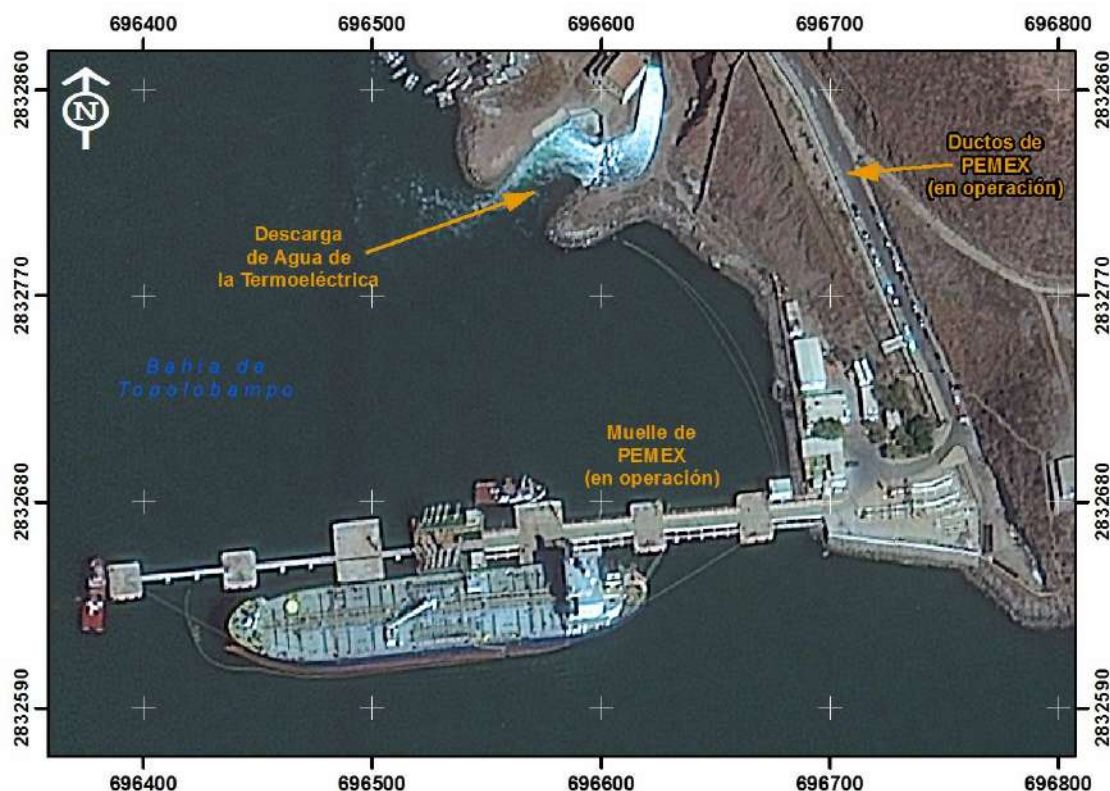


Figura I.1.2. Ubicación de la terminal de PEMEX en Topolobampo, Sinaloa.



Figura I.1.3. Vista del muelle de PEMEX, actualmente en operación.

1.1.5. Dimensiones del proyecto.

La superficie total de las parcelas ejidales que serán adquiridas es de 202.57 hectáreas divididas en dos fracciones por el derecho de vía del ferrocarril. Se determinará cuanto de esta superficie corresponde a la ZOFEMAT y a terrenos ganados al mar, para posteriormente solicitar la concesión correspondiente. La tabla I.1.1 presenta las superficies que ocuparán los distintos elementos del proyecto.

Tabla I.1.1. Área total del predio y los elementos del proyecto.	
Concepto	Superficie y Características
Dimensiones del predio	El predio del proyecto consiste de aproximadamente 202.57 hectáreas de terrenos de la empresa divididos en dos partes por la vía del ferrocarril. Por el predio también cruzan las líneas de transmisión eléctrica de la CFE. El predio colinda con las instalaciones de PEMEX en Topolobampo.
Planta de amoniaco	El sitio para la planta de amoniaco abarca alrededor de 26.39 hectáreas dentro del predio, en las cuales estará la infraestructura de producción con sus vialidades internas, subestación eléctrica, áreas administrativas y de servicios, así como una reserva territorial para una segunda fase de desarrollo.
Gasoducto (subterráneo)	La longitud del gasoducto es de alrededor de 1,060 m, requiriéndose de un segmento adicional para la conexión con la estación de medición y regulación de CFE, cuando se defina su ubicación definitiva. Los 1,060 m tendrán una Franja de Desarrollo de 8 metros ¹ , lo que significa un área total de 0.85 ha aproximadamente. El trazo del gasoducto se encuentra en terrenos industriales y no atraviesa áreas naturales ni zonas de atención prioritaria.
Amonioducto	La longitud total del amonioducto es de aproximadamente 3,000 metros paralelo al camino al muelle, abarcando un área aproximada de 1.99 ha. El trazo sigue la misma ruta de los ductos de PEMEX que van del puerto a sus instalaciones. Dicho trazo no atraviesa áreas naturales ni zonas de atención prioritaria.
Vialidad de acceso	La vialidad de acceso al proyecto atraviesa el predio hasta el límite colindante con la carretera, Los Mochis-Topolobampo, con la cual se conectará. Esta vialidad tendrá inicialmente dos carriles, con una longitud de 2.2 kilómetros y un ancho de 13 metros, incluyendo los acotamientos. A su lado incluye un área de apoyo para la construcción.

En la figura I.1.4 se presenta la distribución general de las obras del proyecto, así como la ubicación de las instalaciones de PEMEX y de la termoeléctrica de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). El canal de descarga que se muestra en dicha figura ya existe y está en operación, siendo utilizado para descargar agua de enfriamiento de la termoeléctrica.

¹ NOM-007-SECRE-2010.

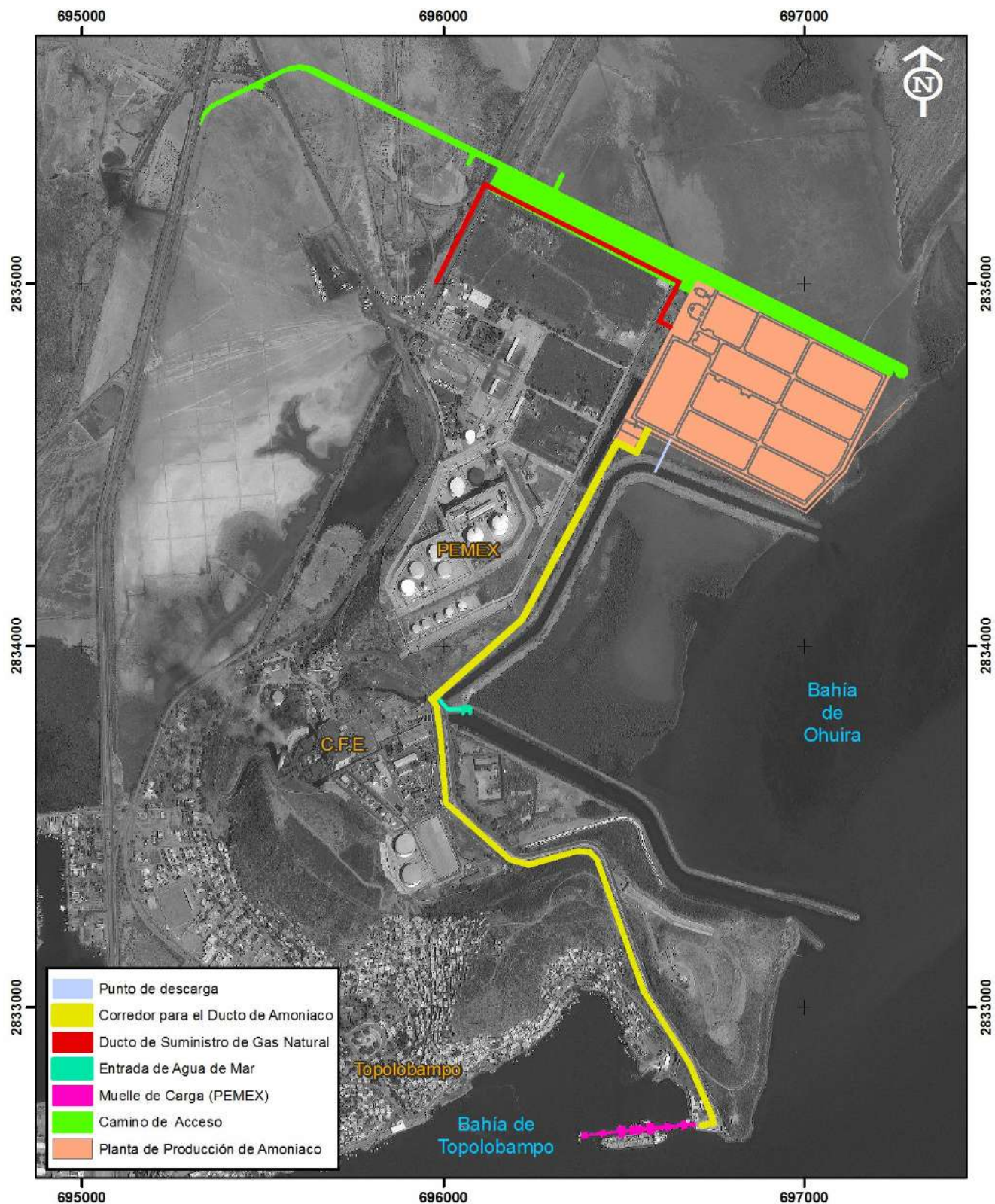


Figura I.1.4. Plano general de ubicación de los elementos principales del proyecto.

I.2. Datos Generales del Promovente

I.2.1. Nombre o Razón Social.

Gas y Petroquímica de Occidente, S.A. de C.V.

- En el Anexo A se presenta una copia simple del Acta Constitutiva.

I.2.2. Registro Federal de Causantes (RFC).

I.2.3. Nombre del Representante Legal.

Ing. Carlos Manuel Llamas Sotelo.

I.2.4. Cargo del Representante Legal.

Representante Legal

I.2.5. RFC del Representante Legal.

I.2.6. Clave Única de Registro de Población (CURP) del Representante Legal.

I.2.7. Dirección del Promovente para Recibir u Oír Notificaciones.

I.3. Datos Generales del Responsable del Estudio de Impacto Ambiental.

I.3.1. Nombre o Razón Social.

Corporativo Asociado de Profesionales S.A. de C.V.

I.3.2. Registro Federal de Contribuyentes.

I.3.3. Nombre del Responsable Técnico del Estudio.

Eduardo Martínez Acosta
RFC:
Cédula Profesional:

I.3.4. Dirección del Responsable Técnico del Estudio.

II. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS O ACTIVIDADES Y, EN SU CASO, DE LOS PROGRAMAS O PLANES PARCIALES DE DESARROLLO.

II.1. Información General del Proyecto.

II.1.1. Naturaleza del proyecto.

La presente Manifestación de Impacto Ambiental, Modalidad Regional, se refiere al proyecto para la construcción y operación de una planta para la producción de amoniaco anhidro con capacidad de 2,200 TMPD². La empresa *Gas y Petroquímica de Occidente S.A. de C.V.*, está interesada en invertir en el Estado de Sinaloa, construyendo y operando instalaciones de clase mundial para la producción de amoniaco anhidro.

El predio para el proyecto está ubicado en los alrededores de la ciudad de Topolobampo, en la porción costera del municipio de Ahome, en el norte del estado. El proyecto estará situado frente a la Bahía de Ohuira y embarcará el producto desde la terminal de PEMEX que se actualmente está en operación en el puerto de Topolobampo, en la bahía del mismo nombre.

Una planta moderna para la producción de amoniaco tipo convierte primero el gas natural (i.e. metano) o GLP (gases licuados de petróleo, tales como el propano y el butano) o nafta de petróleo en hidrógeno gaseoso. El método para producir hidrógeno a partir de hidrocarburos se conoce como "reformado de vapor". El hidrógeno se combina entonces con nitrógeno para producir amoniaco.

Iniciando con la alimentación de algún gas natural, los principales pasos en el proceso de producción de amoniaco son:

- Desulfuración y Compresión del Gas Natural.
- Compresión del Aire de Proceso.
- Reformado de Vapor y Recuperación del Calor de Desecho.

² Toneladas Métricas por Día.

- Conversión del CO.
- Remoción del CO₂.
- Metanización.
- Compresión del Gas de Síntesis.
- Ciclo de Síntesis de Amoniaco.
- Refrigeración.
- Recuperación del Amoniaco.
- Recuperación del Hidrógeno.
- Separador de condensados.
- Des aerador y bombas de AAC (agua de alimentación de calderas).

La calidad del amoniaco, en el almacenamiento, será de acuerdo con las especificaciones de la tabla II.1.1. La hoja de datos de seguridad se encuentra en el Anexo B.

Tabla II.1.1. Características del producto final de la planta de amoniaco.		
Composición	Unidades	Concentración
NH ₃	% por peso	99.8
H ₂ O	% por peso	0.2
Aceite	ppm por peso	≤ 5.0

II.1.2. Justificación y objetivos.

En la actualidad México depende en gran medida de la importación de amoniaco, urea y otros fertilizantes ya que cada año se importan alrededor de 200 mil toneladas. Esto hace que sea de gran importancia ampliar la capacidad de producción nacional. Con la planta de amoniaco propuesta, que tendrá una capacidad de producción de aproximadamente 770 mil toneladas anuales. Sinaloa no sólo dejará de importar esta sustancia, sino que además se convertirá en exportador.

El proyecto representa una inversión inicial cercana a los mil millones de dólares. Dicha inversión generará 3,000 empleos durante la fase de construcción, en lo que será una de las plantas de producción de amoniaco más grandes del mundo. Además, facilitará el desarrollo de las actividades agrícolas de la región, generando de forma indirecta un beneficio más grande.

Actualmente, el monto requerido para adquirir los fertilizantes representa para el productor agrícola hasta un 40% del total de sus costos.

Esta proporción cambiará una vez que inicie la producción local de amoniac, urea y otros fertilizantes, que abaratarán considerablemente los costos de producción en el campo, pero además permitirá que la producción de agroquímicos de Sinaloa, principalmente de amoniac, surta el mercado nacional y tenga grandes excedentes para exportar. Los objetivos del proyecto son los siguientes:

- Construir una planta para la producción de amoniac con la mejor tecnología disponible y con todas las medidas de seguridad necesarias para la protección de los trabajadores y residentes en zonas cercanas.
- Construir una planta para la producción de amoniac con todas las medidas necesarias para garantizar la protección del medio ambiente.
- Producir aproximadamente 770 mil toneladas anuales de amoniac para el mercado local y nacional, así como para exportación.
- Establecer las base para el desarrollo futuro de industrias del sector que complementen y magnifiquen los beneficios esperados.

II.1.3. Infraestructura requerida.

El proyecto consiste en la construcción y la operación de una planta para la producción de amoniac anhidro a partir de gas natural, con una capacidad de producción de 2,200 toneladas diarias (aproximadamente 770,000 toneladas métricas al año de amoniac). La planta cuenta con los siguientes elementos:

- Planta para la producción de amoniac.
- Conexión del gasoducto El Oro-Topolobampo a la planta de amoniac.
- Un amonioducto desde la planta hasta el muelle de PEMEX en Topolobampo.
- Línea de conducción de agua, desde el canal de toma de agua de la CFE hasta la planta.

- Tubería de descarga de agua al canal de la CFE.
- Corredores técnicos para ductos.
- Planta desaladora para agua potable y de calderas.
- Edificios administrativos y de servicios.
- Planta de tratamiento de aguas residuales.

El proyecto para la producción de amoniaco contempla la instalación de la planta de producción y almacenamiento, así como del ducto de gas natural para la recepción de este insumo y el amonioducto que se utilizará para enviar la producción hasta la terminal de PEMEX en Topolobampo, desde donde se embarcará la producción. Los principales elementos y sus características relevantes son las siguientes:

1. Una **planta productora de amoniaco anhidro** en un área de aproximadamente 26.39 hectáreas con áreas de producción, de servicios y de almacenamiento.
2. Un **ducto subterráneo de gas natural** de 18" desde la estación de regulación en la planta de amoniaco hasta la interconexión con el gasoducto de la Comisión Federal de Electricidad, con una longitud de 1,060 a 1,100 metros (dependiendo de la ubicación final de la Estación de Medición y Regulación de la CFE).
3. Un **amonioducto de 18"** desde la planta de amoniaco hasta el muelle existente de PEMEX de aproximadamente 3 kilómetros de longitud, desde el límite de la planta.
4. Una **línea de conducción de agua de la Bahía de Ohuira** de 24" de diámetro y 1,150 m de longitud (con capacidad para un gasto de 2,000 m³/hora) para enfriamiento y para la producción mediante una desaladora de agua para vapor y potable. Se construirá al lado del canal de toma de CFE una plataforma o cárcamo con equipo de bombeo.
5. Una **línea de salida de aguas tratadas y de enfriamiento** con un gasto de 1,400 m³/hora, con una tubería de 20" de diámetro hecha de fibra de vidrio y 300 m de largo desde la planta de amoniaco hacia el mismo canal que la CFE utiliza actualmente para la descarga de sus aguas de enfriamiento.

II.1.4. Superficie total requerida.

El proyecto se realizará en una superficie de 39.8 hectáreas que incluyen una parte de un predio de 202.57 hectáreas y del cual se solicitará la concesión de las áreas que correspondan a la ZOFEMAT o a terrenos ganados al mar. Asimismo, se ocupará una superficie paralela a los ductos que van de las instalaciones portuarias a la terminal de PEMEX. La tabla II.1.2 presenta el desglose de estas superficies.

Tabla II.1.2. Distribución de la superficie ocupada por los elementos del proyecto.	
Elementos del Proyecto	Superficie (ha)
Planta de producción de amoniaco	26.7597
Vialidad de acceso y área de apoyo a la construcción	9.1408
Corredor para el ducto de amoniaco	1.9978
Ducto de suministro de gas natural	0.8497
Corredor para línea eléctrica (subterránea)	1.0293
Entrada de agua de mar	0.0164
	39.7937
* Incluye 0.4661 ha correspondientes a la subestación eléctrica.	

La tabla II.1.3 presenta los usos de suelo y coberturas vegetales en las superficies que abarcan la totalidad de los elementos del proyecto.

Tabla II.1.3. Distribución de la superficie del proyecto por tipo de uso de suelo general.			
Tipo de Cobertura del Conjunto de Obras	Superficie (m ²)	Superficie (ha)	%
Sin vegetación aparente	313,721	31.3721	78.66
Vegetación ruderal	57,614	5.7614	14.44
Vegetación secundaria	8,579	0.8579	2.15
Matorral de mangle sobre bordos	5,652	0.5652	1.42
Vegetación halofila (escama grande o chica)	5,462	0.5462	1.37
Vegetación de dunas	2,419	0.2419	0.61
Zona intermareal	1,933	0.1933	0.48
Zona industrial o de servicios	1,647	0.1647	0.41
Equipamiento	471	0.0471	0.12
Fosa de oxidación	404	0.0404	0.10
Camino de terracería	318	0.0318	0.08
Matorral xerófilo	244	0.0244	0.06
Vialidad primaria	239	0.0239	0.06
Vialidad secundaria	83	0.0083	0.02
Vías del ferrocarril	66	0.0066	0.02
TOTAL	398,852	39.8852	100.00
* Vegetación de áreas altamente perturbadas, similar a la vegetación secundaria, pero en este caso se desarrolla en donde antes no había vegetación.			

II.1.5. Inversión requerida.

La inversión inicial para el proyecto de construcción de la planta de fertilizantes nitrogenados es de aproximadamente 1,000 millones de dólares, que representan alrededor de 13,095 millones de pesos, considerando el tipo de cambio del día 27 de noviembre de 2013.

II.1.6. Descripción General del Proceso.

El diagrama de bloques que se presenta en la Figura II.1.1 muestra la secuencia convencional de los pasos que sigue el proceso que actualmente constituye la base de la mayoría de las procesadoras de amoniac. De acuerdo con esto, la materia prima (gas natural) es desulfurizada, mezclada con vapor y transformada en gas de síntesis (Syngas) en presencia de un catalizador de níquel a aproximadamente 40 bar y 800 °C en el reformador primario.

Al dejar el reformador primario el gas de proceso pasa al reformador secundario, donde se introduce aire comprimido con el gas de síntesis. Posteriormente la generación de vapor a alta presión y el supercalentamiento permite aprovechar al máximo el calor de proceso para lograr un proceso energéticamente eficiente.

El monóxido de carbono es transformado a dióxido de carbono en el convertidor de alta temperatura (HT) y el de baja temperatura (LT) en presencia de un catalizador estándar. El dióxido de carbono es eliminado en una unidad depuradora que normalmente utiliza el proceso BASF-aMDEA³. Los óxidos de carbono restantes son reconvertidos a metano mediante la metanización catalítica en niveles traza de ppm.

El gas de síntesis de la metanización se comprime en el compresor de gas de síntesis. La síntesis del amoniac a partir de la mezcla hidrógeno/nitrógeno se lleva a cabo con ayuda de un catalizador de hierro. El amoniac se recibe desde la cámara de vaporización instantánea (flash drum) del ciclo de síntesis del amoniac y se enfría hasta una temperatura de -33°C. De ahí pasa al tanque de almacenamiento y estará listo para ser distribuido.

³ Proceso a base de Metildietanolamina con un activador, bajo licencia de la empresa Basf.

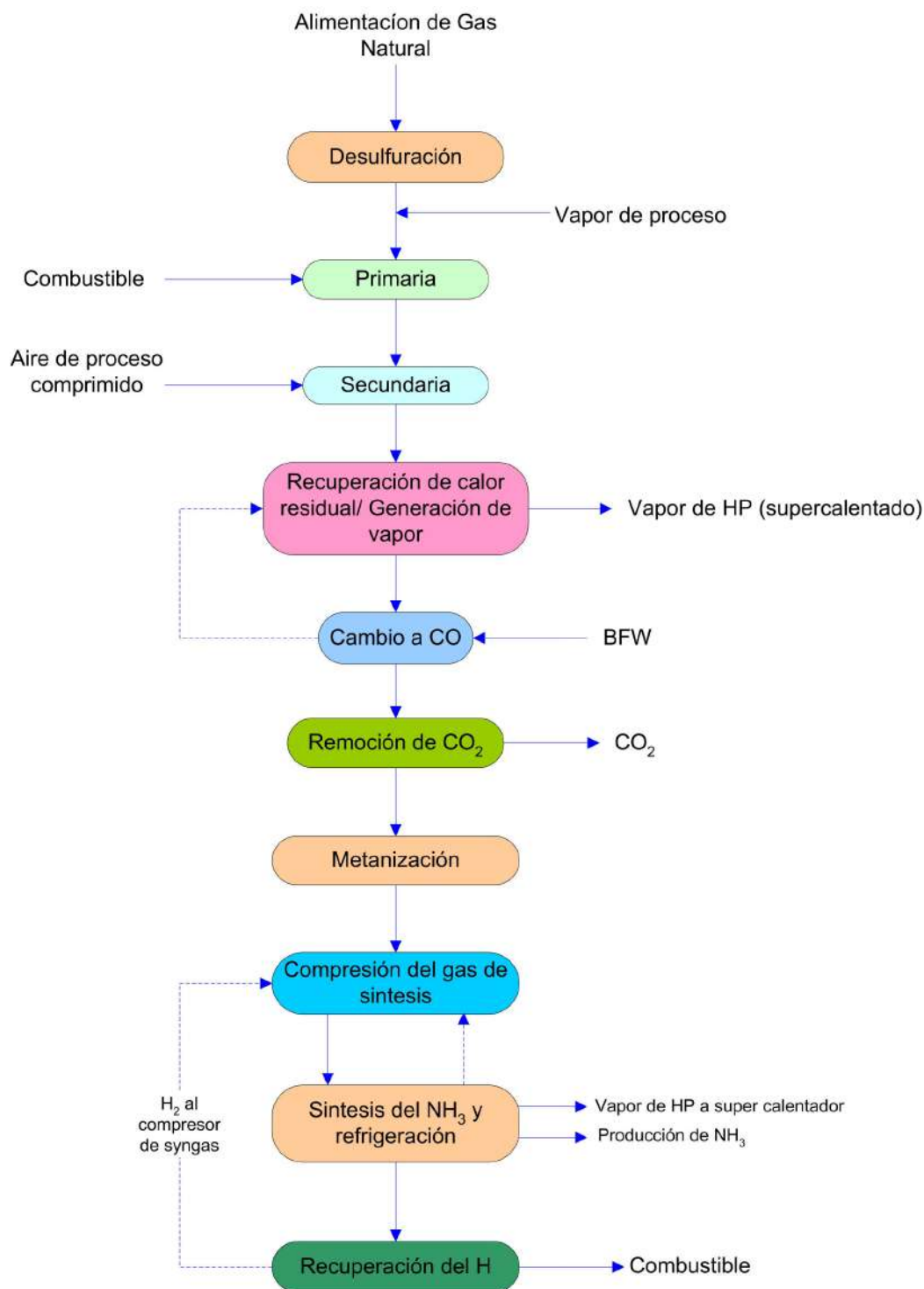
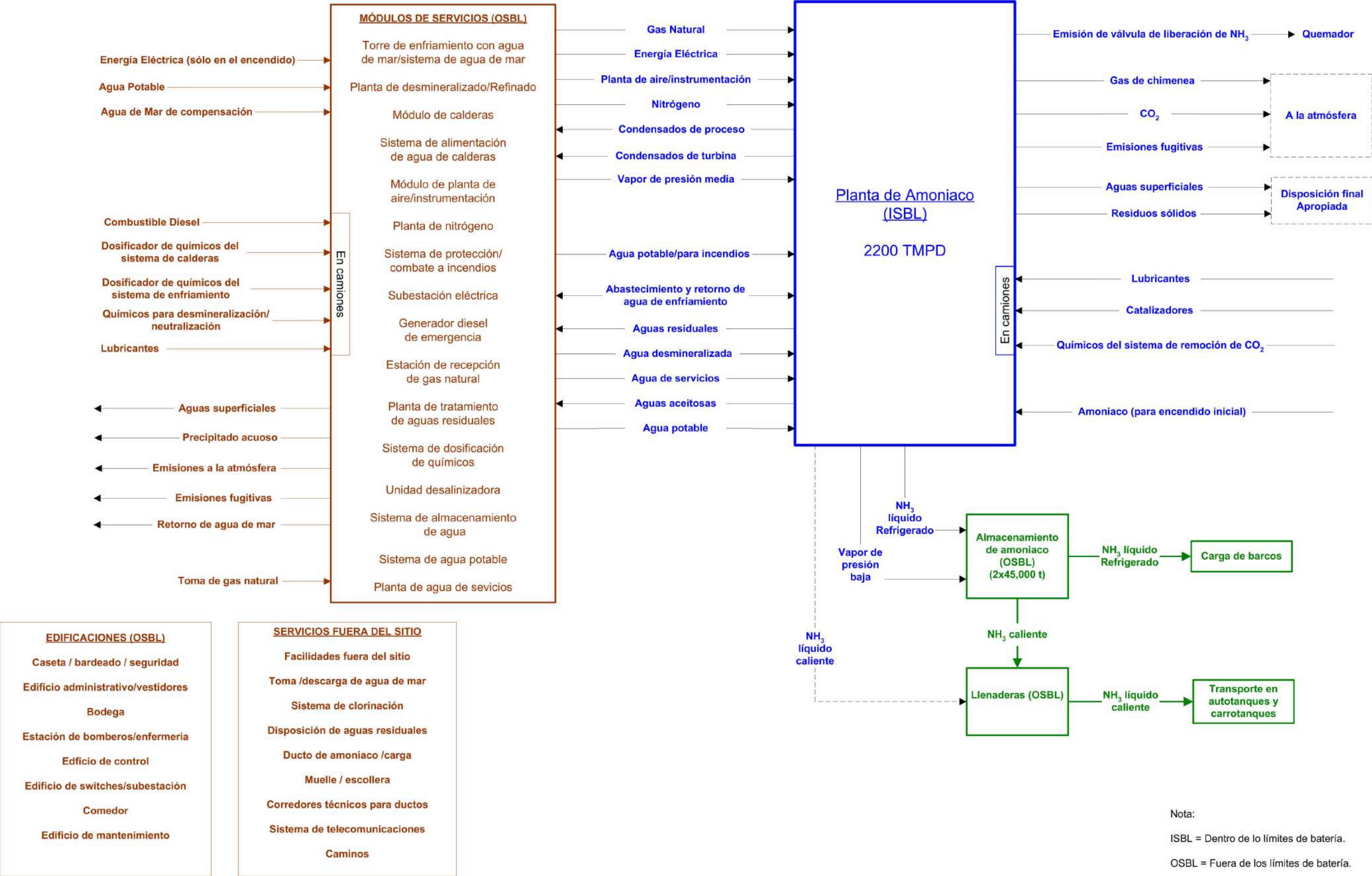


Figura II.1.1. Diagrama de flujo del proceso.

El diagrama de Límites de Batería que se presenta a continuación resume los procesos a realizar en la planta de amoniaco:

DIAGRAMA DE LÍMITES DE BATERÍA



II.2. Ubicación del sitio del Proyecto.

II.2.1. Localización del sitio.

El sitio para el proyecto propuesto se encuentra en la porción litoral del municipio de Ahome, en la porción noroeste del estado de Sinaloa (Figura II.2.1). Este municipio posee una superficie de 4,342.89 km² y su cabecera municipal es la ciudad de Los Mochis.

El municipio de Ahome posee grandes extensiones de tierras dedicadas a la agricultura y una gran extensión de humedales, incluyendo áreas de manglar. Además de la agricultura, en la región se desarrollan actividades pesqueras, un turismo incipiente y movimiento de carga y pasajeros en un puerto de altura ubicado en la Bahía de Topolobampo.



Figura II.2.1. Ubicación de Topolobampo en el municipio de Ahome, Sinaloa.

El puerto de Topolobampo se localiza al sursureste de Los Mochis (Figura II.2.2) y es, por el volumen de mercancía recibida y la carga transportada, el más importante de la costa de Sinaloa.

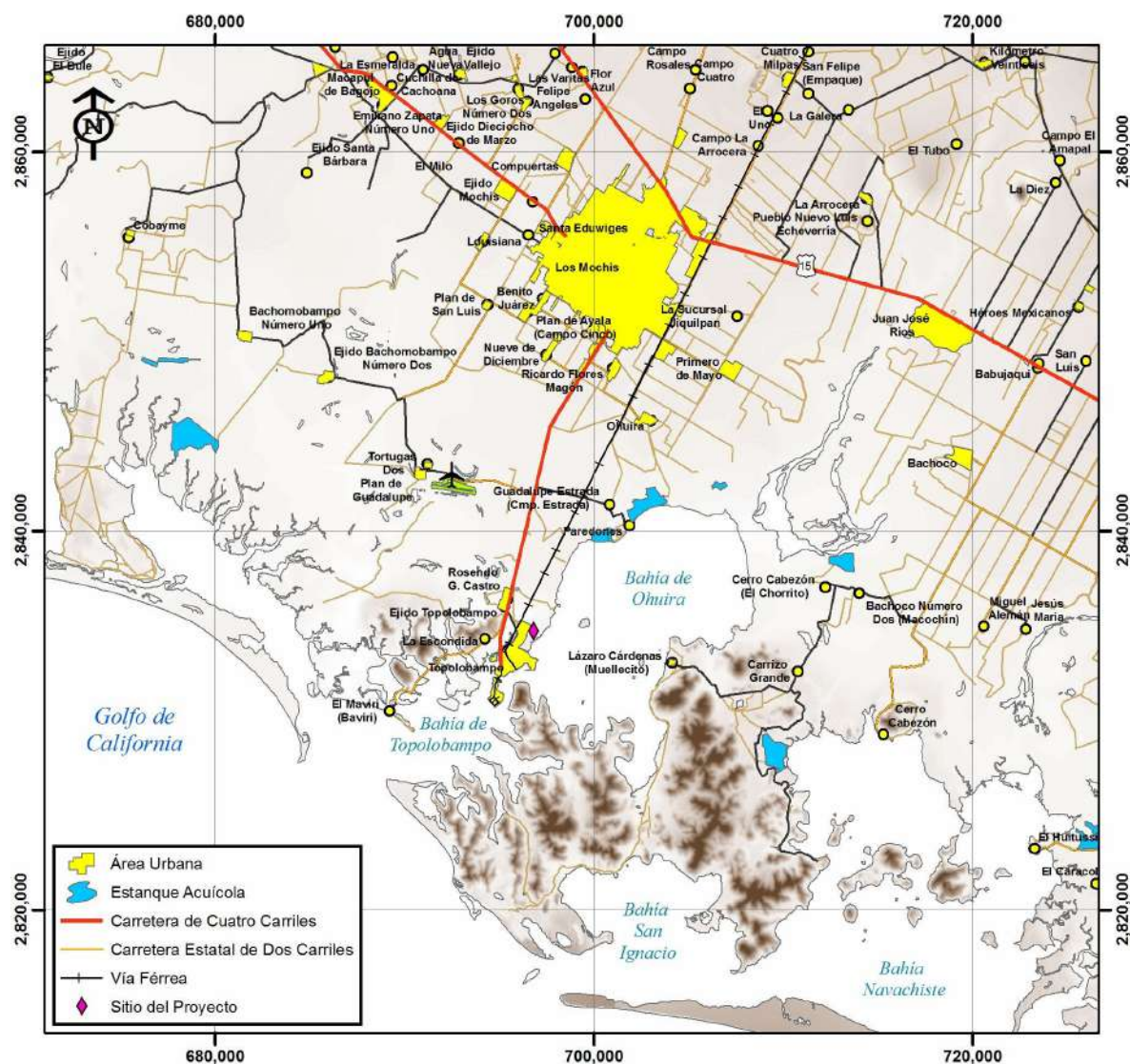


Figura II.2.2. Ubicación de Topolobampo y Los Mochis, en el litoral de Ahome.

Por su ubicación y por el tipo de actividades que se desarrollan en la zona, Topolobampo se considera como un sitio adecuado para la construcción de una nueva planta para la producción de amoniaco (figura II.2.3).

Los terrenos propuestos para la planta (figura II.2.4) colindan al sur, en forma discontinua, con el canal de descarga de aguas de enfriamiento de la Termoeléctrica de la CFE "Juan de Dios Batís" y con la barda perimetral de las instalaciones de PEMEX (figura II.2.5).

Hacia el suroeste colinda con el camino a las instalaciones de PEMEX y al noroeste con la carretera Topolobampo-Los Mochis. Al sureste colinda con la Bahía de Ohuira. Hacia el noreste, entre la vía del ferrocarril y la carretera colinda con terrenos inundables y entre la vía y la laguna colinda con un pequeño estero rodeado de mangle.

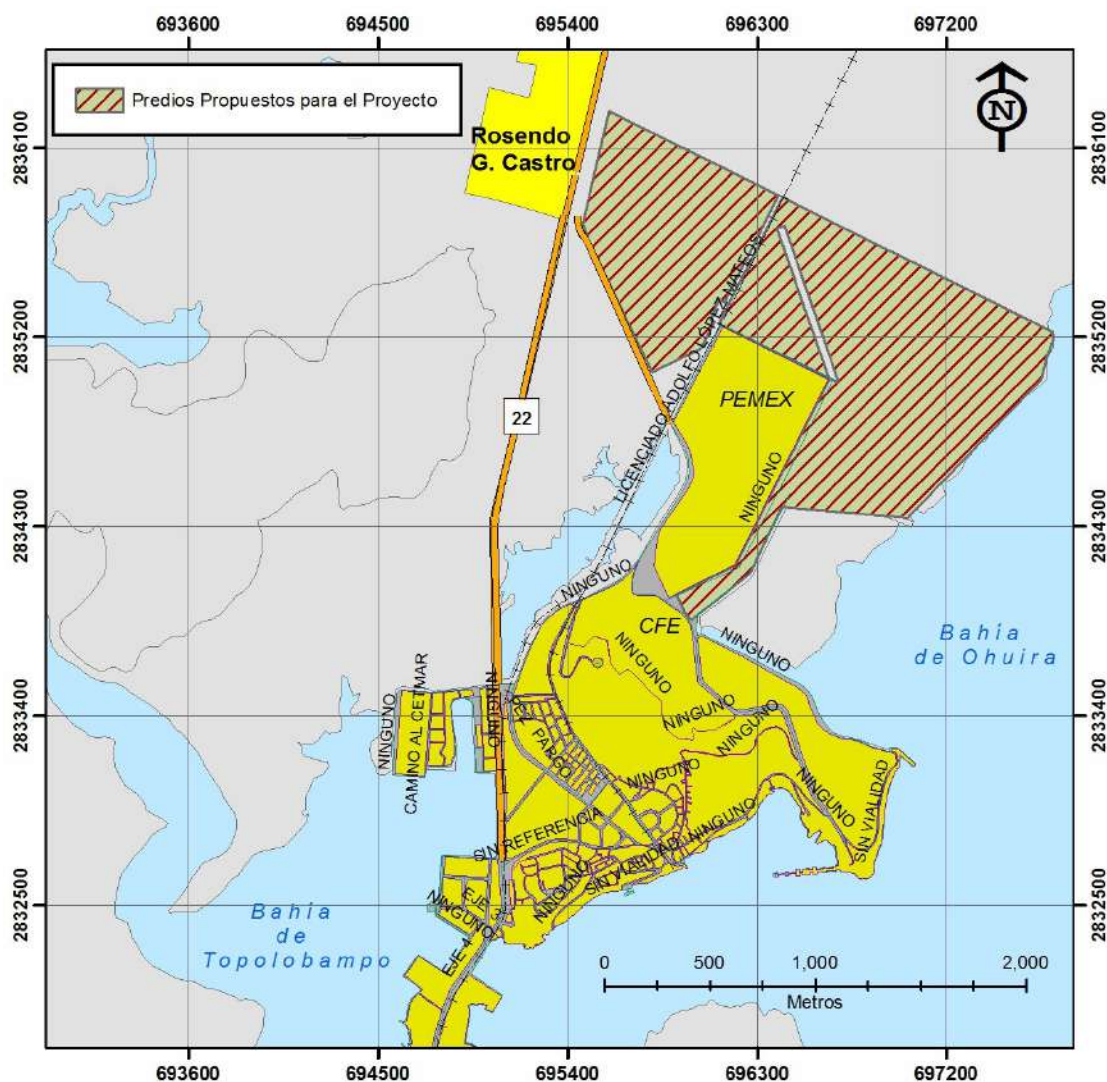


Figura II.2.3. Ubicación de los terrenos del proyecto en relación con Topolobampo.

Los terrenos están divididos en dos secciones por el trazo de la vía del ferrocarril, con la extensión mayor en dirección a la Bahía de Ohuira. Estos terrenos no están dentro de la zona urbana de Topolobampo ni en colindancia directa con zonas habitacionales, aunque en el extremo noroeste, al otro lado de la carretera, se encuentra la localidad Rosendo G. Castro, con una población de 670 habitantes (INEGI, 2011). El amoniaco producido será embarcado desde el muelle de PEMEX en la Bahía de Topolobampo, adonde llegará por medio de un amonioducto que correrá paralelo a los ductos de PEMEX ya existentes.

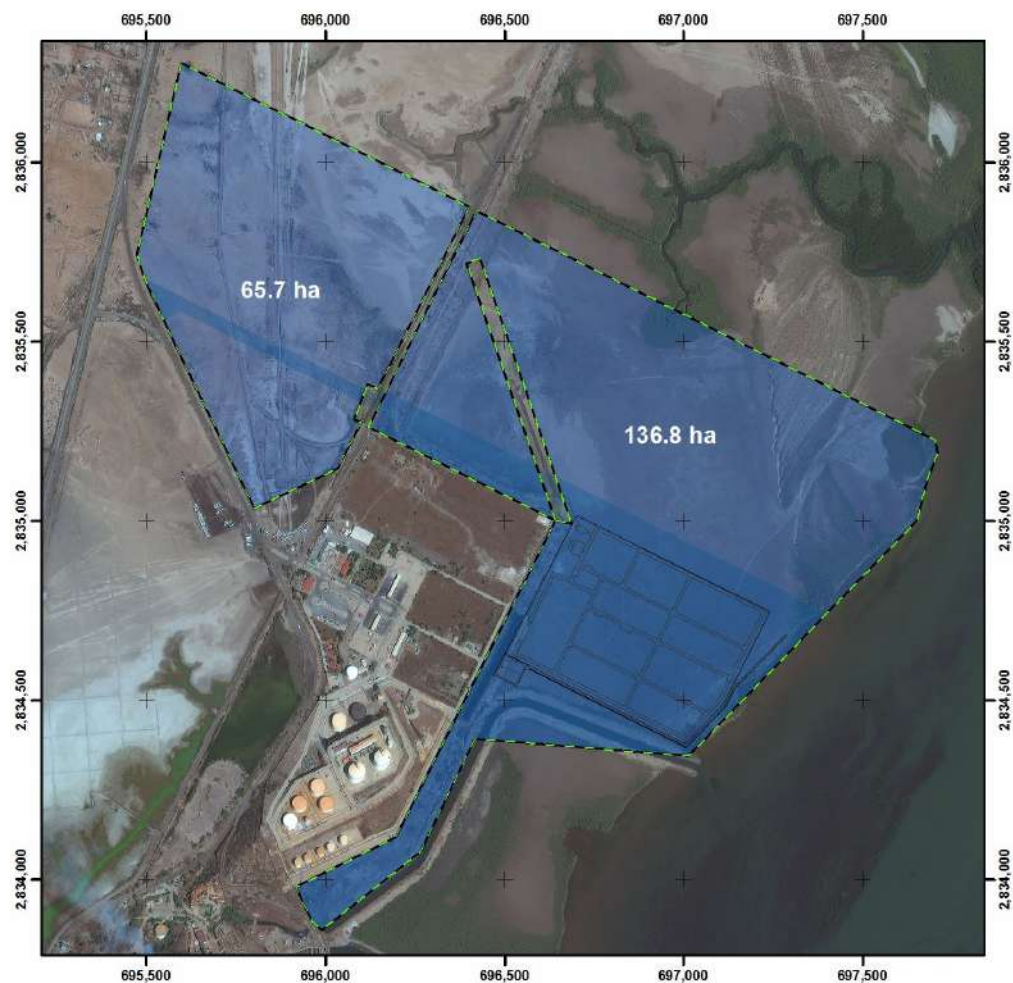


Figura II.2.4. Imagen de los terrenos del proyecto, en la margen de la Bahía de Ohuira.



Figura II.2.5. Instalaciones de PEMEX colindantes con el predio.

Este municipio tiene grandes extensiones de terrenos agrícolas y una importante superficie de terrenos inundables, incluyendo el sistema de lagunas costeras formado por la Bahía Santa María, Bahía de Topolobampo y Bahía de Ohuira. La actividad económica de la región se concentra en la ciudad de los Mochis y en el puerto de Topolobampo.

El desarrollo en esta región se basa principalmente en las actividades agrícolas, acuícolas y la explotación pesquera en las lagunas costeras y en altamar. Las principales actividades del sector secundario se basan en el sector agroindustrial, y el manejo de productos petroleros por parte de PEMEX en el puerto de Topolobampo, donde cuenta con una terminal especializada, así como la generación de energía eléctrica a través de centrales termoeléctricas de la CFE. A este respecto, actualmente se encuentra en construcción un nuevo gasoducto para proveer a la CFE de este insumo y que al mismo tiempo podrá ser aprovechado para el desarrollo de nuevos proyectos, como la planta de amoniaco.



Figura II.2.6. Vista panorámica de los terrenos propuestos para el proyecto.

II.2.2. Vías de comunicación.

El acceso al predio es a través del camino a las instalaciones de PEMEX que entronca con la carretera Los Mochis-Topolobampo. Antes de llegar a la entrada de PEMEX se encuentran las vías del ferrocarril, paralelo a las cuales corre un camino de terracería en dirección al noreste. Siguiendo ese camino a la derecha de las vías se encuentra una parte del terreno y a la izquierda, bordeando la barda de perimetral de PEMEX se llega al predio adyacente a la laguna costera conocida como Bahía de Ohuira.

Al predio también se puede llegar por el camino al muelle, bordeando las instalaciones de PEMEX por el lado sur, pasando frente a la termoeléctrica de la CFE (figura II.2.7). Esta ruta también puede utilizarse para llegar al predio desde la terminal portuaria de PEMEX.

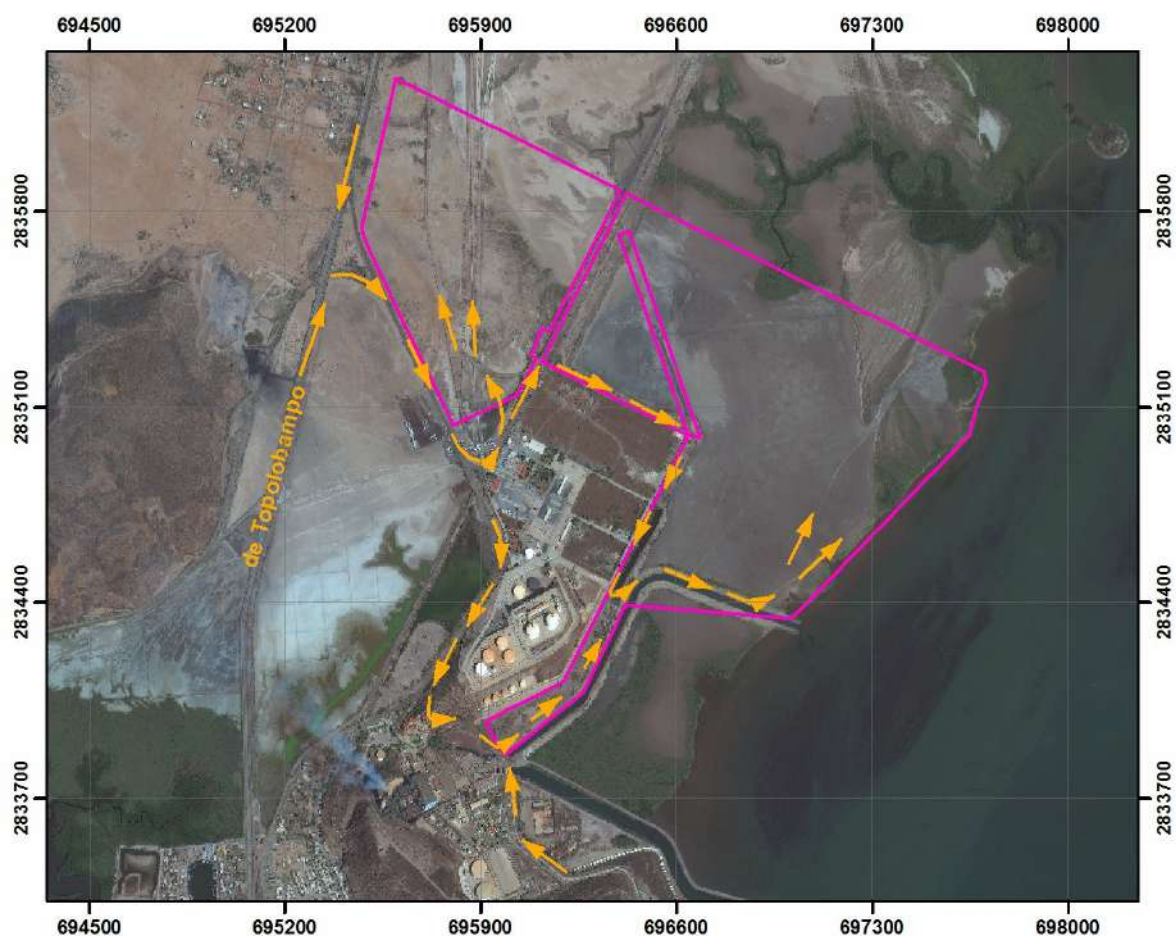


Figura II.2.7. Vías de acceso al predio del proyecto.

II.3. Descripción Detallada de las Obras y Actividades.

II.3.1. Programa general de trabajo.

El proyecto contempla concluir sus etapas de preparación del sitio y construcción en un plazo de 3 y medio años a partir de que se cuente con el 100% de autorizaciones para el inicio de obra y de ahí iniciar la producción de amoniaco de manera continua. El diseño de la planta está basado en una vida mínima de 15 años y la vida útil se considera de aproximadamente 40 años, siempre y cuando se desarrollen e implementen los programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

Tabla II.3.1. Calendario de actividades generales del proyecto.																
Actividad	AÑO *															
	2014				2015				2016				2017			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Obtención de permisos																
Desarrollo del proyecto ejecutivo																
Contratación de empresa constructora**																
Acondicionamiento del acceso existente																
Relleno del sitio de la planta																
Establecimiento del campamento provisional																
Construcción de la nueva vialidad																
Construcción de la planta de producción																
Construcción de instalaciones de servicios																
Construcción de la toma de agua																
Construcción de la descarga de agua																
Construcción del gasoducto																
Construcción del amonioducto																
Instalaciones en la terminal de PEMEX																
Disponibilidad de Gas Natural																
Conexión con el gasoducto de CFE																
Inicio de la Producción																
Inicio de la operación del gasoducto																
Inicio de la operación del amonioducto																
* Expresado en Trimestres.																
** Trabajos preliminares.																

II.3.2. Selección del sitio.

II.3.2.1. Estudios de campo. Para la ubicación y el diseño de la planta de amoniaco se realizaron o están en proceso de realización los siguientes estudios.

- Estudio Hidrológico.
- Estudio Oceanográfico.
- Modelación Matemática del Sistema.
- Levantamiento Topográfico.
- Estudio Aerofotogramétrico.
- Mecánica de Suelos.
- Estudio de Caracterización Ambiental del Sitio.

II.3.2.2. Sitios alternativos. La ubicación del sitio del proyecto está condicionada por diversos factores, por lo que las alternativas en otras partes del país han sido descartadas. En primer lugar, la producción de fertilizantes es parte de los proyectos estratégicos del Estado de Sinaloa debido a que en la entidad existen grandes extensiones de tierras agrícolas que requieren de fertilizantes, los cuales actualmente deben ser importados a un alto costo.

Dado que la instalación de la planta requiere de acceso a instalaciones portuarias para embarcar y exportar parte de su producción, esto limita las posibilidades en el estado de Sinaloa a los dos puertos existentes: Mazatlán o Topolobampo. En Mazatlán el puerto está saturado y rodeado por la zona urbana, lo cual hace que no haya disponibilidad de terrenos a una distancia razonable de áreas habitacionales.

En contraste, cerca de Topolobampo existen terrenos fuera de la zona urbana, lejos de zonas habitadas y colindantes con las instalaciones de PEMEX, lo cual permite establecer un perímetro de seguridad razonable.

Otro factor importante en la selección del sitio es que el proyecto requiere de suministro de gas natural. Aunque existe un proyecto para construir el gasoducto El Oro-Mazatlán, la opción que ya está en desarrollo es el gasoducto que proveerá de gas a la CFE en Topolobampo. Nuevamente, esto hace que la opción viable sea Topolobampo.

La ubicación de la planta requiere también acceso a una fuente de agua para enfriamiento. Los terrenos mencionados se encuentran a un lado de la Bahía de Ohuira y de un canal que la CFE utiliza para obtener agua para el mismo fin. La presencia de esta infraestructura reduce los costos y los impactos de construir de un nuevo canal.

Para verificar que no existiese un efecto negativo por el aumento en la descarga de agua de enfriamiento hacia la laguna, se realizaron los estudios oceanográficos y la modelación matemática del sistema, de donde se desprende que la zona de dispersión térmica es limitada. De hecho, dado que no hay un efecto pronunciado en una extensión amplia de la laguna, la distancia entre el punto de toma y de descarga es de alrededor de un kilómetro, sin que haya un efecto adverso en los procesos de la CFE o la propia planta.

Por otra parte, los terrenos formaban parte del ejido Rosendo G. Castro, con un uso de agostadero de bajo rendimiento. Después de expedidos los títulos de propiedad y el dominio pleno a los ejidatarios, estos pasaron a ser propiedad privada, disponibles para operaciones de compraventa.

Desde el punto de vista ambiental, el predio forma parte de las grandes extensiones de terrenos inundables que cubren el municipio de Ahome y que en época de lluvias son inadecuados para actividades agropecuarias. Además el terreno se encuentra prácticamente sin vegetación y no se afectarán esteros o manglares, por lo cual se considero el sitio como adecuado. Cabe señalar que la porción que se utilizará para la planta de amoniaco esta colindante con los terrenos de PEMEX, donde se realizó un relleno y la modificación de un estero, por lo que la zona no es un área natural inalterada.

Así, el sitio seleccionado se halla fuera de la zona urbana y una distancia segura de áreas residenciales, con acceso a un puerto, acceso a agua para enfriamiento y no presenta elementos ecológicos relevantes. Esto hace que el sitio se considere como el lugar más adecuado para la planta de amoniaco.

II.3.2.3. Situación legal del sitio del proyecto y tipo de propiedad. Los terrenos son propiedad privada que se integran por un conjunto de parcelas que están proceso de adquisición por parte de la empresa. Además, se deslindará y solicitará la concesión de la ZOFEMAT y terrenos ganados al mar según sea necesario.

II.3.2.4. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y sus colindancias. El predio actualmente no tiene ningún uso. Hacia el norte y en la esquina noreste se presentan áreas naturales con manglar. Hacia el sur el predio colinda con instalaciones de PEMEX, de uso industrial y con un canal de agua de la CFE, que forma parte de la infraestructura de su central termoeléctrica. El predio está dividido en dos partes por la presencia de la vía del ferrocarril. La mayor parte del terreno carece de cobertura vegetal.

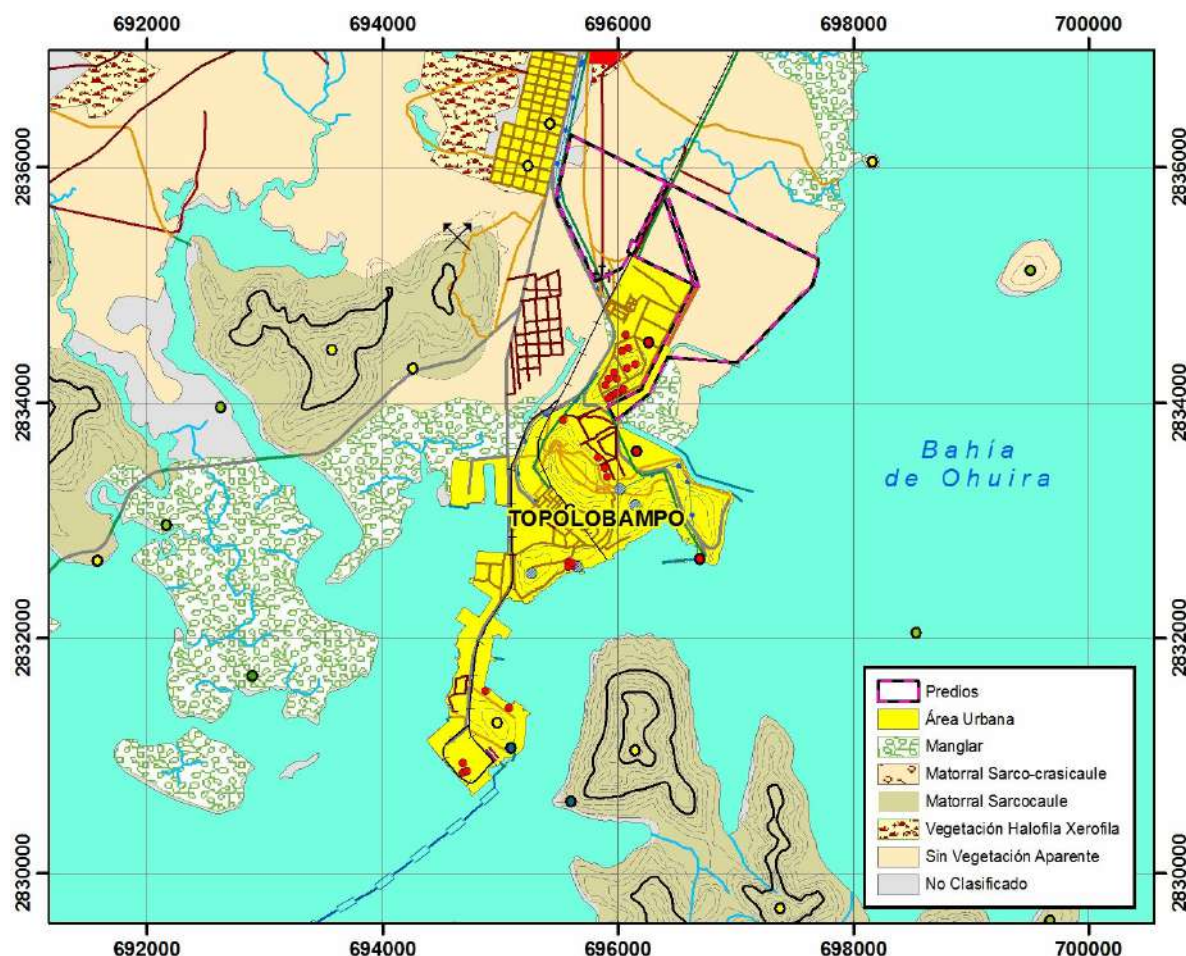


Figura II.3.1. Ubicación de Topolobampo en el municipio de Ahome, Sinaloa.

II.3.2.5. Urbanización del área. El sitio de interés para el proyecto cuenta con fácil acceso a servicios público de electricidad (la cual no se requiere durante la operación normal de la planta), vías de comunicación (el proyecto se unirá a la red vial estatal con su propia vialidad) y sistemas de recolección y disposición de residuos sólidos.

El proyecto cubrirá sus requerimientos de agua mediante una desaladora y contará con su propia planta de tratamiento de aguas residuales.

Además, como parte del proceso de producción de amoniaco se generará electricidad suficiente para cubrir el 100% de los requerimientos de la planta.

Estos servicios son suficientes para satisfacer las demandas durante la vida útil del proyecto y a excepción del mejoramiento de la vialidad de acceso al predio, no se requiere de la ampliación, rehabilitación de la infraestructura existente y/o la realización de obras adicionales. El proyecto no competirá por servicios con la población de la región.

II.3.2.6. Área natural protegida. El proyecto no se encuentra dentro de ningún área natural protegida mediante un decreto municipal, estatal o federal. La información referente a este tema se ha desarrollado con mayor detalle en el Capítulo III de esta MIA.

II.3.3. Preparación del sitio y construcción.

a. Campamento provisional.

Para la fase preparación del sitio y de relleno se construirá un campamento provisional, el cual estará dotado de servicios de primeros auxilios, área comedor y de descanso para los trabajadores, con el fin de brindar al personal condiciones de salubridad y bienestar adecuados. Se implementará un sistema de suministro de agua potable.

Los servicios sanitarios consistirán de sanitarios portátiles contratados a una empresa especializada que se haga responsable de su mantenimiento, así como del retiro y disposición final de las aguas servidas. Una parte de los sanitarios portátiles estará ubicada en el área del campamento provisional y otros se colocarán cerca de los diferentes frentes de trabajo, accesibles a los trabajadores.

Para el almacenamiento de materiales de construcción e insumos, será necesaria la instalación de contenedores y talleres de maquinaria, además de adecuar una zona como patio de maquinaria y equipo debidamente cercada. En estas áreas se realizará el mantenimiento y reparación de la maquinaria, equipos y vehículos utilizados en estas fases.

En relación con el personal empleado para la construcción, se estima que habrá un máximo de 3,000 trabajadores, con un promedio de aproximadamente 900 a lo largo de la obra. Para la construcción se empleará preferentemente a la mano de obra local.

b. Caminos de acceso.

El transporte de los equipos, la maquinaria y el personal se realizará por vía terrestre. En la zona se cuenta con vías de comunicación en buen estado la mayor parte del año. En un principio no es necesario construir un camino de acceso, sin embargo se requieren trabajos de adecuación y mejoramiento del actual camino de terracería que llega al predio rodeando las instalaciones de PEMEX (ver figura II.2.7).

Posteriormente, en la fase de relleno se empezará a construir la nueva vialidad de ingreso a la planta que después de esta fase será pavimentada y optimizada. Esta vialidad se encuentra dentro del predio a adquirir, excepto en el punto donde cruzará la vía del ferrocarril, una pequeña área de equipamiento al oeste de la vía del ferrocarril y en el entronque con la carretera Los Mochis-Topolobampo. Además, la vialidad funcionará como un corredor de servicios.

c. Desmonte y Despalme.

La mayor parte del sitio del proyecto se encuentra desprovista de vegetación por lo que no es necesario realizar el desmonte. Sólo en el talud frente al terreno de PEMEX la cubierta vegetal y las raíces subterráneas más grandes deberán ser completamente removidas. La capa superior del suelo no podrá conservarse para los acabados del sitio, debido a que en los terraplenes hay suelos originados por el relleno del terreno adyacente al sitio del proyecto, mientras que en el resto del área que se ocupará existen arena y limos con concentraciones altas de sales. Los materiales inadecuados serán retirados del lugar para disponer de ellos de forma adecuada, de acuerdo con el plan de manejo que se desarrollará para este fin.

d. Taludes y Relleno.

Se debe instalar una capa de separación de geo-textil en combinación con geo-grid. Esto crea una barrera entre el suelo natural y el material de relleno importado con el fin de evitar la mezcla de los dos. Se instalará una primera capa de la mezcla de roca triturada (tamaño de grano 4 a 50 mm) con un espesor de 0.50 m, en la capa de geo-textil/geo-grid combinada y compactada adecuadamente.

Al mismo tiempo se debe instalar el material de banco a lo largo de la línea de límite oriental. Esto será una mezcla de roca triturada con tamaños de grano de 0-50 mm y también será cubierto con material geotextil y roca requebrada de 200 a 500 mm a la orilla del mar. Otra capa de separación para el área restante será instalada previo al material de relleno principal, con tamaños de grano de 0 a 25 mm para lograr una elevación final de aproximadamente 3.00 m snmm. La granulometría podrá variar dependiendo de la ingeniería de detalle.

e. Obra civil.

e1. Edificios de servicios. Después de la fase de relleno se empezarán a construir los edificios y la planta de tratamiento de aguas para que en la fase de construcción de la planta se cuente con instalaciones fijas. En general se construirán los siguientes edificios:

- Oficina de control.
- Oficina de administración.
- Bodega.
- Edificio de mantenimiento.
- Edificio de Bomberos y primeros auxilios.
- Comedor.
- Subestación.

Además en este momento se iniciará la construcción de la vía de acceso mencionada anteriormente, las vialidades internas, los pilotes y cimientos para la edificación de la planta. La figura presenta la distribución final de las edificaciones de servicios.

e2. Pilotes. Las estructuras con cargas medias y grandes estarán cimentadas sobre pilotes. Se cuenta con información básica para la instalación de pilotes de prueba a partir del estudio de mecánica de suelos realizado. Al concluir las pruebas se tendrá la información final para el diseño.

Los pilotes serán de tipo convencional, de concreto reforzado precolado. El concreto tendrá especificado un mínimo de 28 días de fuerza compresiva a 30 N/mm², con refuerzo de acero de una resistencia mínima de 420 N/mm². Los pilotes se harán con aditamentos para levantarlas y punta de acero, de ser necesario. La longitud promedio de las pilas será de 25 m con el extremo de 0.45 x 0.45 m. En caso de estar disponibles, los pilotes descritos pueden cambiarse por pilotes precolados y pretensados.

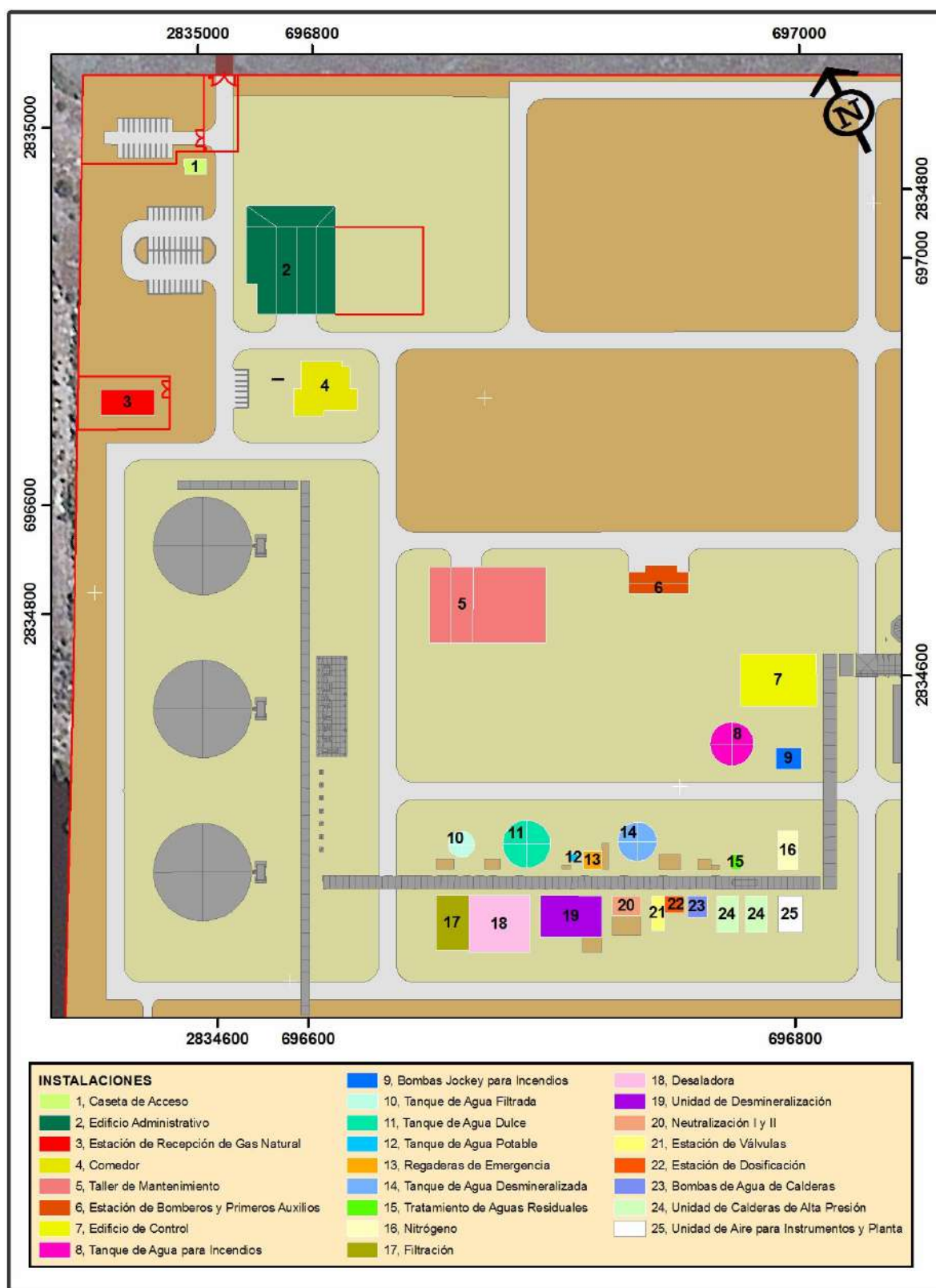


Figura II.3.2. Distribución de las instalaciones de servicio en la planta de amoniaco.

(continúa de la página 31) En caso de ser necesario se emplearán pilas Augercast. El diseño final de los pilotes tomará en cuenta:

- La condición del suelo.
- La fuerza de los pilas.
- La fricción negativa.
- El tipo de pilas.
- El tipo de casquillo de las pilas.
- Los factores de seguridad.

e3. Estructuras de la planta.

El edificio de control, el cuarto de interruptores y la subestación son edificios de una planta con estructura de concreto reforzado sobre una losa de concreto reforzado y franjas de cimientos para las paredes. Todos los techos son planos, con parapetos.

El edificio administrativo/bodega y estación de bomberos/enfermería son edificios con estructura de acero y paredes de bloque de concreto. La caseta de acceso y el comedor tendrán marco de concreto reforzado con pared de bloques huecos de concreto. Las torres de vigilancia son de acero estructural con paredes de bloque hueco de concreto y techo de lámina de acero trapezoidal recubierto.

Durante la fase de construcción se construirán e instalarán todas las estructuras metálicas requeridas para el soporte y conexión de las unidades de la planta, el ensamble de cada una de estas unidades, instalación de todas las tuberías y sistemas de interconexión entre cada unidad de la planta.

Además se hará la instalación de los sistemas eléctricos y mecánicos para la operación y control de la planta. De esta forma será posible iniciar la instalación de los equipos de producción y de las áreas de soporte. La figura II.3.3 presenta la ubicación de los diferentes sistemas que integran las áreas de producción y almacenamiento del amoniaco.

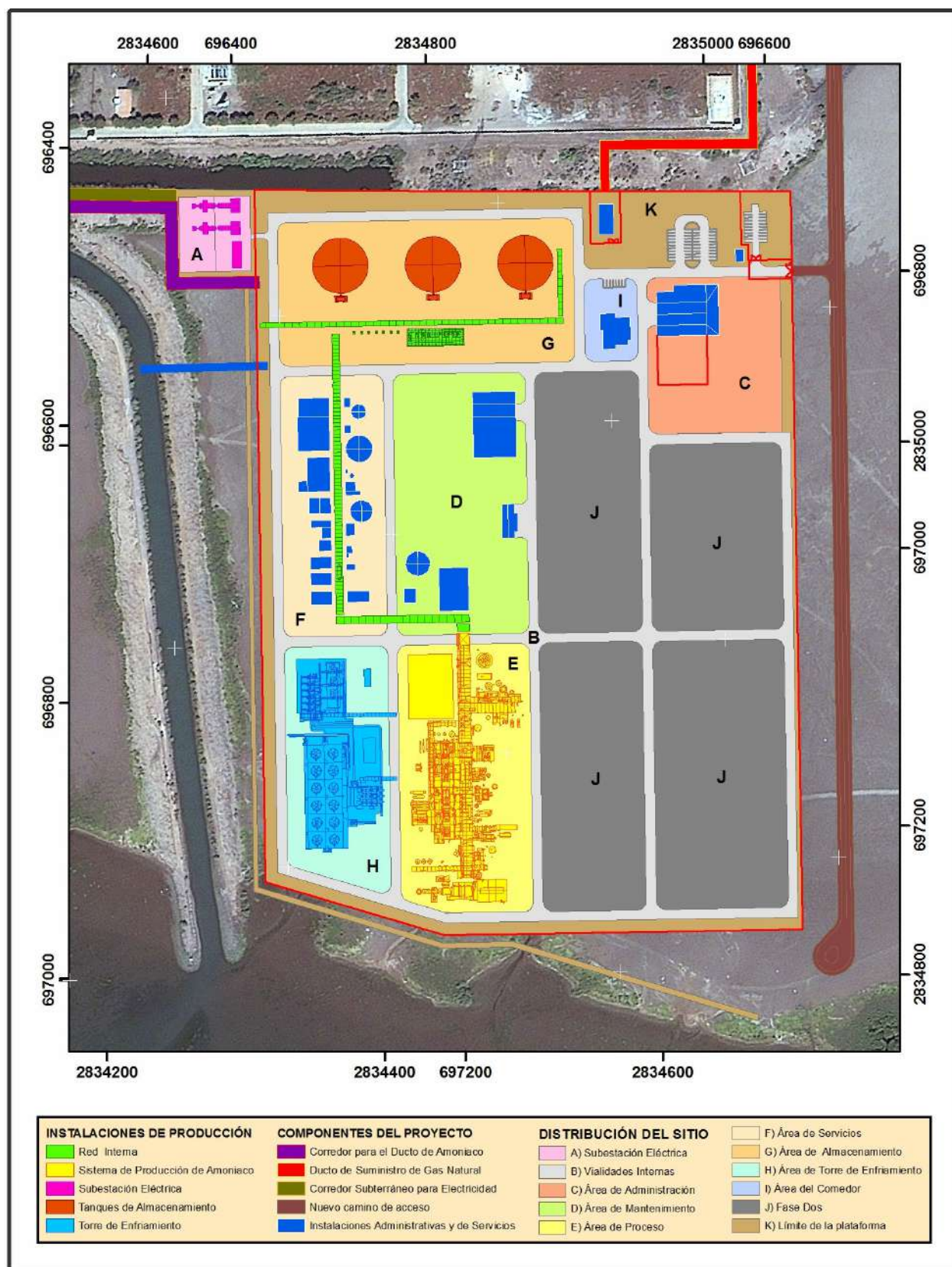


Figura II.3.3. Distribución de las áreas y elementos de la planta de amoniaco.

f. Tanques de Almacenamiento.

La planta de amoniaco tendrá una capacidad de almacenamiento de 75,000 ton, por medio de la construcción de tres tanques refrigerados de 25,000 toneladas métricas cada uno, los cuales mide aproximadamente 45 m diámetro con 23 m para altura máxima del líquido más aproximadamente 1.5 m libres, para una altura total de 24.5 m. Los tanques se colocarán sobre una losa de concreto.

Los tanques de almacenamiento serán del tipo cilíndrico-verticales. Cada tanque tendrá un tanque exterior y un tanque interior, ambos de acero, de forma que en caso de una fuga, el tanque exterior pueda recibir la totalidad del contenido del tanque interior para evitar el contacto del producto con la atmósfera. El techo de los tanques será de acero y contarán con una membrana estática de aislamiento (figura II.3.4).

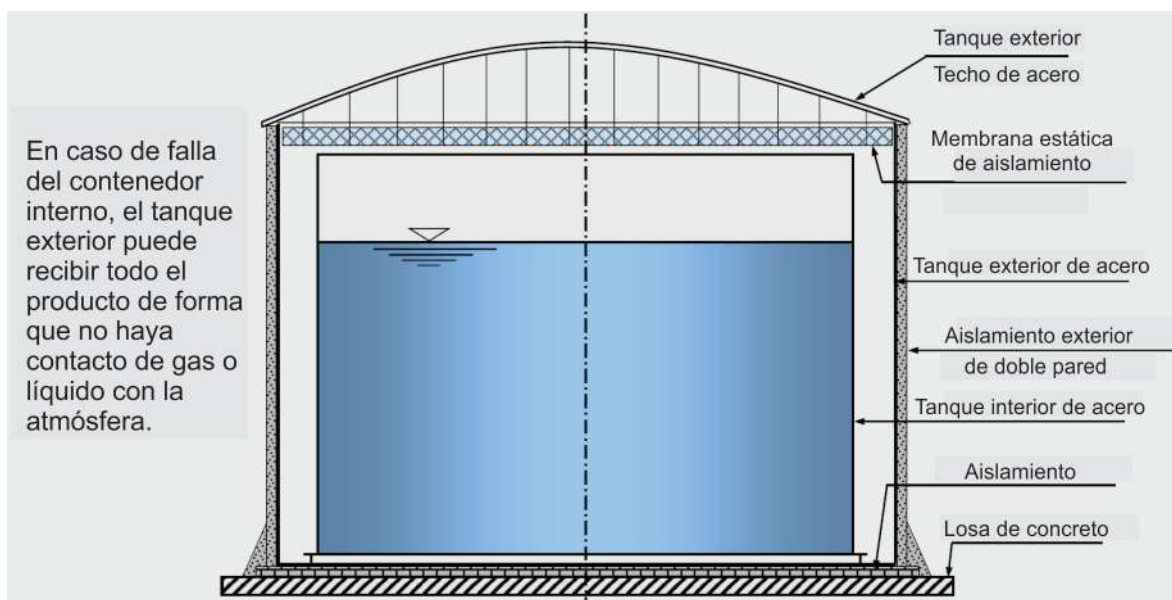


Figura II.3.4. Características de los tanques de almacenamiento de amoniaco.

Dado que se localizan al aire libre, se han seleccionado para el aislamiento externo de doble pared un material con una baja conductividad térmica y excelentes propiedades repelentes al agua.

g. Gasoducto.

Para proveer a la planta de gas natural, su principal insumo, se construirá un gasoducto subterráneo que irá desde la estación de medición y regulación (EMR) de la CFE hasta la planta. La EMR es parte del proyecto del gasoducto de El Oro-Topolobampo y su construcción y operación estará a cargo de su propio operador.

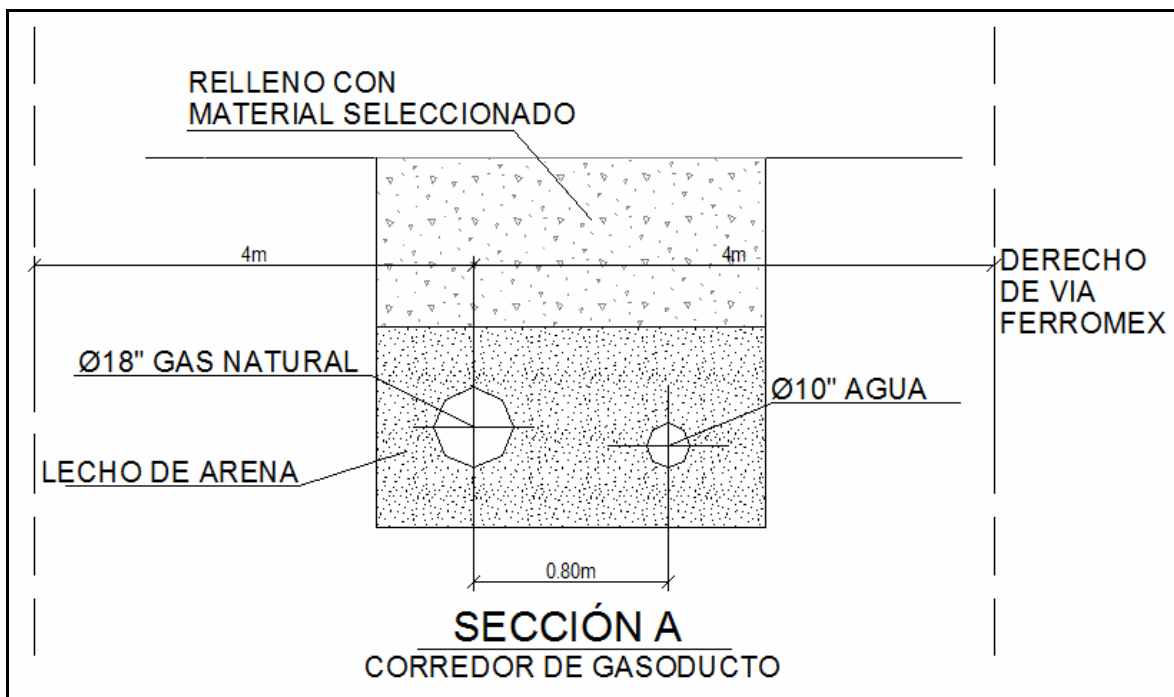


Figura II.3.5. Corredor d el gasoducto, en el tramo paralelo al ferrocarril.

La longitud total del gasoducto es de alrededor de 1,111 m de los cuales un segmento de aproximadamente 51 m corresponde a la conexión con la estación de medición y regulación de CFE, y 1,060 m a la conducción hacia la planta. Los 1,060 m tendrán una Franja de Desarrollo de 8 metros, lo que significa un área total de 0.85 ha aproximadamente. La longitud final podrá variar algunos metros de acuerdo con el proyecto ejecutivo y la ubicación final de la EMR, pero no de forma significativa. El gasoducto se construirá en la parte de la plataforma de PEMEX que se encuentra en el predio, paralela al camino de acceso. En el tramo al norte de PEMEX se conservará espacio que podrá utilizarse para servicios futuros, para los cuales en su momento se solicitaría la autorización correspondiente.

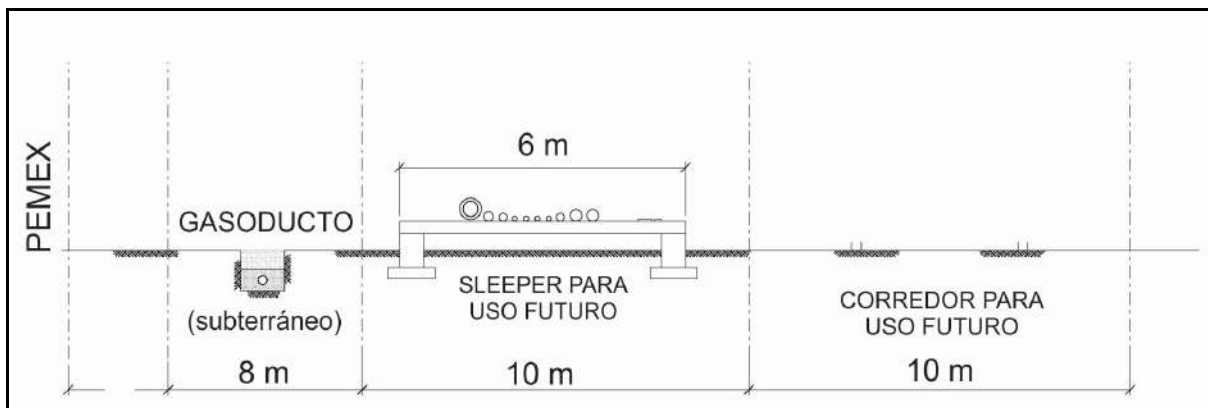


Figura II.3.6. Corredor norte, con el gasoducto y espacio para servicios futuros.

Al final de la línea de alimentación de gas natural se ubicará la estación de recepción de gas natural. Esta tendrá un arreglo de válvulas de "doble bloqueo y purga" para aislar tanto a la planta como a la estación de gas. Por razones operativas y de seguridad se instalará drenaje y ventilación (hacia un sitio seguro). Se requiere de una conexión de nitrógeno para el purgado y la inicialización. Una válvula antiretorno evita un posible reflujo desde la planta hacia la línea de alimentación. Además se requiere de un separador de condensados (Knock Out Pot) con, por ejemplo, capacidad para retener un volumen de 5 m³. El proyecto cuenta con un analizador en la planta de proceso.

Las medidas de seguridad incorporadas en el diseño y los posibles riesgos de la operación se analizan en el estudio de riesgo Nivel 0 que acompaña este documento.

h. Amonioducto.

Para transportar el amoniaco desde la planta hasta el muelle se construirá un nuevo rack para ductos sobre el corredor de PEMEX existente (figura II.3.7). Dicho rack tendrá una longitud aproximada de 2,985 metros y alojará el ducto de acero de 18" de diámetro para el amoniaco. Además, el rack alojará la línea de retorno de amoniaco y la línea de recirculación, necesarias para el buen funcionamiento del sistema.

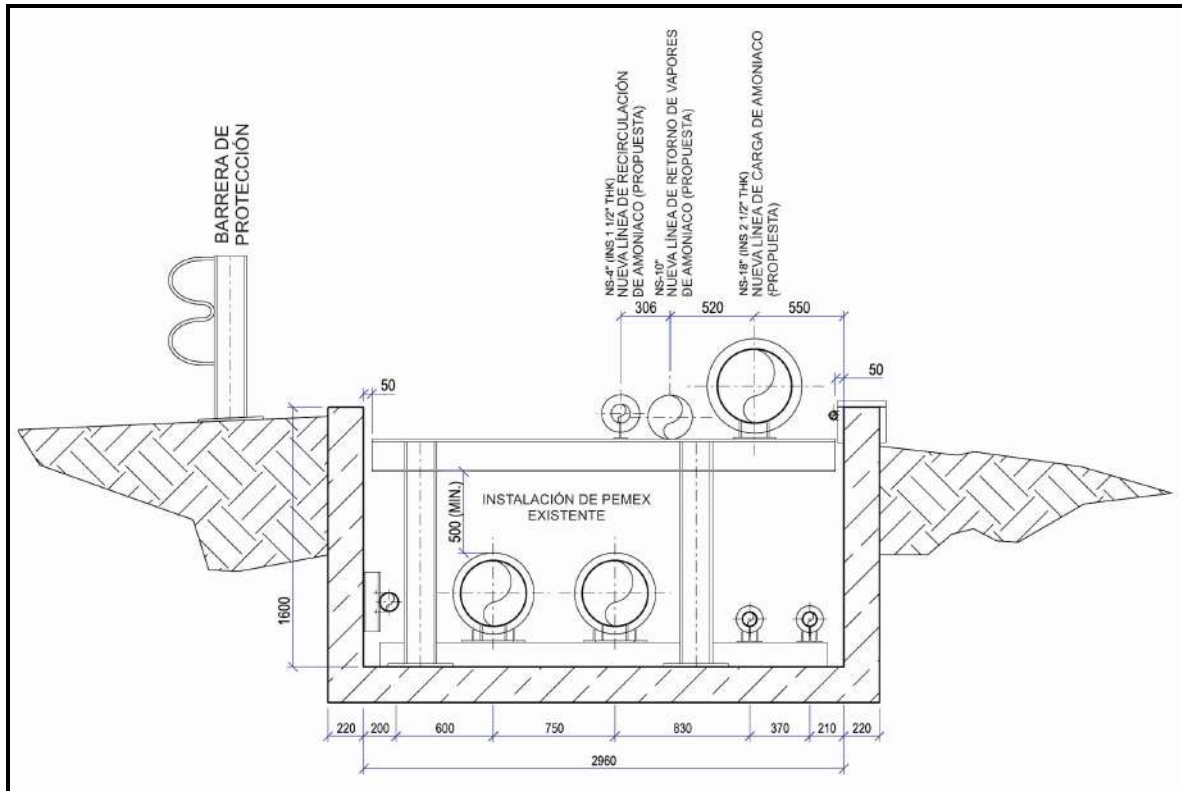


Figura II.3.7. Características de los ductos de amoniaco hacia el muelle.

Las figuras II.3.8 y II.3.9 presentan la distribución y el detalle del corredor de servicios del amonioducto en el tramo entre las instalaciones de PEMEX y el canal de descarga de la CFE. Es importante señalar que la torre de alta tensión que aparece en la figura II.3.8 corresponde a la estructura existente de la zona y no forma parte del proyecto. Sin embargo, como se puede apreciar, se respeta el derecho de vía correspondiente. En este corredor también se encuentran las líneas de energía subterráneas provenientes de la CFE para abastecer al proyecto y la tubería proveniente de la toma de agua de mar.

El amonioducto operará a una presión máxima de 10 kg/cm^2 (145 Psi). Inicialmente iniciará su recorrido en el área de tanques almacenamiento de la planta, y concluirá en las instalaciones de carga de la terminal.

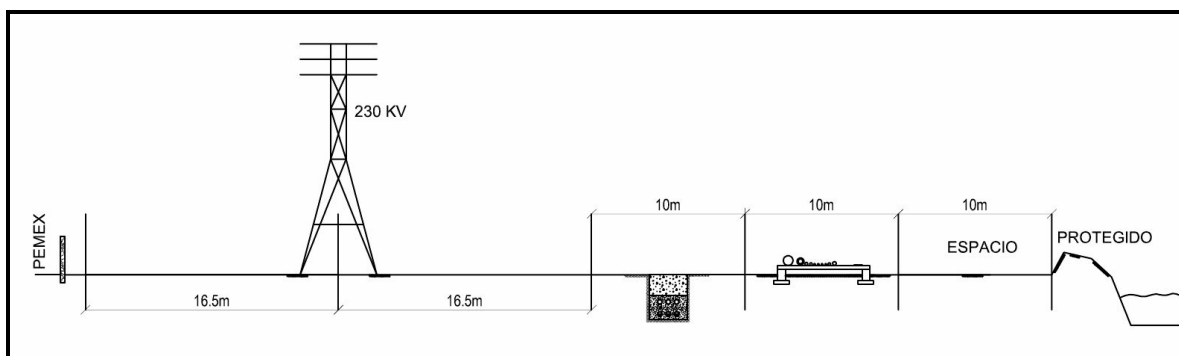


Figura II.3.8. Distribución del corredor entre PEMEX y el canal de CFE.

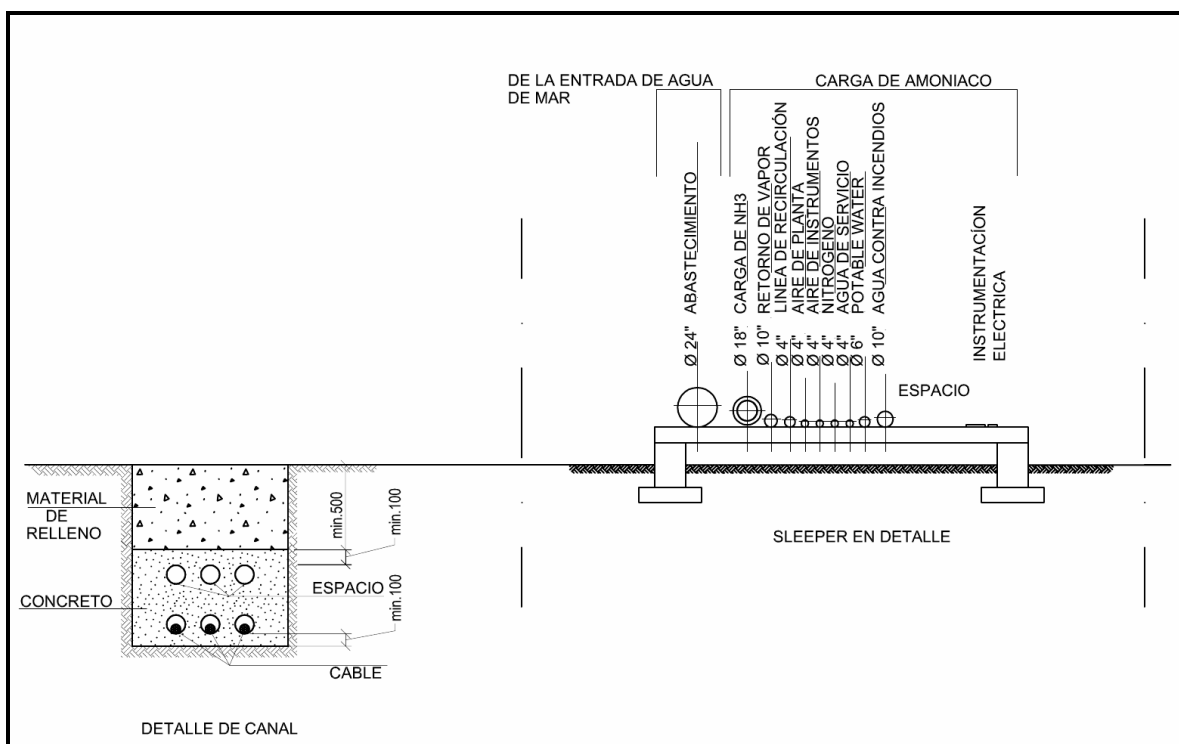


Figura II.3.9. Detalle del sleeper y la instalación eléctrica del corredor.

El ducto para el amoniaco requiere de dos juegos de válvulas de doble bloqueo, tanto para el tanque de amoniaco de la planta como para la conexión al buquetanque. En todo momento uno de los dos juegos de válvulas debe de estar abierto. De lo contrario, el NH_3 refrigerado podría expandirse y dañar el ducto. Se tendrá una válvula de seguridad para evitar presiones críticas, la cual será dirigida a un sitio seguro (por ejemplo, el propio tanque de almacenamiento). A distancias predeterminadas se instalarán válvulas de paso que permitan aislar partes del ducto.

Tanto la distancia entre estas válvulas de paso como la filosofía de operación de las válvulas de alivio de presión (PSV) se definirán con el HAZOP⁴ que se realiza en la fase de ingeniería de detalle.

El amoniaco debe enfriarse para que se mantenga en estado líquido. Por esta razón, la línea de conducción debe estar aislada y se debe garantizar permanentemente la circulación de un flujo refrigerante; de lo contrario existe la posibilidad de que el amoniaco se evapore y deba ser refrigerado nuevamente (generando un consumo adicional de energía). Asimismo, las líneas aisladas de NH₃ que se calienten requieren de válvulas de seguridad (las cuales en ningún caso descargarán hacia la atmósfera). La temperatura del flujo de NH₃ será monitoreada con un indicador de temperatura.

En caso de que ocurriera un corte de la energía en el barco donde se esté cargando el amoniaco, este se evapora parcialmente. Por razones de seguridad los vapores de amoniaco serán redirigidos a la planta (por el ramal de vapor).

Las medidas de seguridad incorporadas en el diseño y los posibles riesgos de la operación del amonioducto se analizan en el estudio de riesgo Nivel 0 que acompaña este documento.

i. Sistema de succión y transporte de agua de mar.

El sistema de succión y transporte de agua de mar requiere de la instalación de una tubería fibra de vidrio de 24" de diámetro y con una longitud de 1,150 m. Su capacidad de flujo será de 2,000 m³/h de agua de mar, con un tiempo de operación de 24 horas. La tubería irá montada en el rack del amonioducto, en el tramo paralelo al canal de la CFE, a unos centímetros por encima del suelo.

La tubería será de fibra de vidrio impregnada con resina epóxica curada con aminas aromáticas o ciclo-alifáticas. Este sistema de resina termoestable posee una resistencia superior a la corrosión, junto con excelentes propiedades mecánicas, físicas y térmicas, además de ser químicamente resistente y apropiada para las condiciones y

⁴ Análisis de Riesgos y Operabilidad de los Procesos (HAZOP por sus siglas en inglés)

características del fluido a transportar (agua de mar). Este tipo de tubería tiene una vida útil de 50 años. El rango de presión estándar para éste tipo de tubería es inferior a 500 psi.

Se deberá realizar una prueba hidráulica previo al inicio de operaciones del ducto. Toda la tubería, accesorios y conexiones, deben probarse hidrostáticamente.

En los cambios de dirección se deben evitar el uso de codos, siempre que la geometría del derecho de vía lo permita, y aprovechar al máximo la flexibilidad de la tubería, considerando el radio de curvatura.

La tubería de fibra de vidrio, tiene las siguientes ventajas, con respecto a otros sistemas de ductos convencionales:

- Es durable y resistente a la corrosión tanto interna como externa.
- No requiere protección catódica
- Es tubería ligera y fácil de manejar sin necesidad de maquinaria pesada
- No requiere aplicación de pintura para conservación

Se tramitarán ante la Comisión Nacional del Agua (CNA) los Títulos de Concesión de Aprovechamiento y Descarga, tanto para la toma de agua como para la descarga de agua al mar.

El agua de mar utilizada en el proceso llegará a través de un canal que viene de la bahía de Ohuira, utilizado por la planta de CFE.

j. Planta desaladora.

Los requerimientos de agua del proyecto hacen necesaria a la obtención de agua potable mediante fuentes alternas a los servicios públicos. Por esta razón se incluirá un sistema de abastecimiento mediante una planta desaladora. Este concepto incluye una toma marina, las líneas de conducción de agua salina hasta la planta (mediante la tubería descrita anteriormente), la conexión de agua potable al sistema de distribución y una línea de descarga al mar, junto con el agua de enfriamiento.

La planta desaladora podrá ser de osmosis inversa o evaporación, lo cual se definirá en el proyecto ejecutivo. Tendrá una capacidad de producción de aproximadamente 77 m³/h, para lo cual se requieren 890 m³/h de agua de mar. La descarga será de cerca de 812 m³/h de salmuera, que se descargarán junto con el agua de enfriamiento.

Del volumen de agua desalinizada, 3 m³/h se destinarán al sistema de agua potable y 74 m³/h al tanque de agua dulce.

k. Muelle de carga.

La distribución de una parte de la producción de amoníaco aprovechará la salida al mar que tiene la zona del proyecto. Se pretende utilizar las instalaciones de la terminal portuaria que actualmente tiene PEMEX en la Bahía de Topolobampo. El producto llegará hasta ese muelle a través del amonioducto ya descrito. Ahí se contará con una instalación para la carga del producto con lo siguiente:

- La superficie necesaria para la operación óptima y grúa hidráulica de carga de amoníaco líquido y de retroceso de vapor de amoníaco, hacia los buques.
- Sistema de acople flexible y manifold.
- La línea de transporte de amoníaco que viene de 18" se reduce al conectarse con la grúa hidráulica a 12" y carga al buquetanque con brazo de 12" con una capacidad de flujo de 1200 t/h.
- La línea de retroceso de vapor de amoníaco al conectarse con la grúa hidráulica reduce de 10" a 8".
- Capacidad de llenar buques tanque de hasta un calado máximo de 12.0 m y un desplazamiento de hasta 40,000 t de carga neta.
- Una bomba para el regreso del vapor de amoníaco, hacia el sistema de refrigeración de amoníaco.

La terminal existente puede recibir buques-tanque de hasta 40,000 toneladas de capacidad. Dichos buques ingresarán siguiendo los protocolos en operación actualmente.

Las instalaciones para la carga de amoníaco tendrán una capacidad aproximada de 1,200 toneladas métricas por hora. La frecuencia esperada de los barcos será de acuerdo a la demanda y el tamaño de los barcos.

II.3.4. Operación: proceso de producción del amoniaco.

II.3.4.1. Desulfurización y Compresión del Gas Natural. El gas natural que es utilizado como insumo primario se debe purificar de acuerdo con los requerimientos de la unidad reformadora por vapor. El sulfuro de hidrógeno y los compuestos orgánicos de azufre son venenos poderosos para los catalizadores, por lo que deben ser eliminados antes de que el gas se introduzca a la sección reformadora.

El gas natural proveniente de los límites de batería se envía a un separador para separar cualquier líquido en caso que el proveedor de gas tuviese algún problema con el tratamiento del gas. Entonces, el gas natural generalmente se comprime a la presión requerida mediante un compresor de gas natural a base un motor eléctrico. Después, el gas natural se calienta por los gases de escape en los precalentadores del alimentador en los bancos de convección del reformador primario.

El hidrógeno para la hidrogenación se obtiene mediante la adición de una pequeña cantidad de gas de síntesis que se extrae del compresor de gas de síntesis. La hidrogenación y el desulfurizado ocurren en el reactor de desulfurización. El gas natural desulfurizado se introduce a la sección de reformadores de vapor.

II.3.4.2. Compresión del Aire de Proceso. El compresor de aire de proceso tiene como principal función el proveer aire al reformador secundario. El aire de proceso se comprimirá alas condiciones de proceso por medio de un compresor centrífugo propulsado por una turbina de vapor. Este tipo de maquinaria se caracteriza por su alta confiabilidad y eficiencia.

II.3.4.3. Reformado con vapor y Recuperación del Exceso de Calor. El reformado por vapor de metano e hidrocarburos mayores – refiriéndose a su conversión en una mezcla de hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono por la reacción con el vapor– se logra al pasar la mezcla de materias primas y el vapor por un catalizador de níquel. La reacción total es fuertemente endotérmica. El gas natural desulfurizado se mezcla con el vapor PM de proceso, se precalienta en el banco de convección del reformador primario y entra a los tubos del reformador en la parte superior.

Se puede considerar que el proceso dentro de los tubos ocurre en tres fases:

- Precalentado de la mezcla de materia prima/vapor hasta la temperatura de reacción.
- La reacción de conversión metano/hidrocarburos.
- Ajuste de equilibrio.

El gas reformado de cada fila de tubos se colecta en un múltiple con recubrimiento refractario, con funda de incoloy® para prevenir la erosión y la migración de la silica. El gas reformado abandona el reformador primario con un contenido de metano de aproximadamente 13 mol%.

Los múltiples de la fila de tubos se conectan a un cabezal principal a través del cual el efluente del reformador primario se transfiere al reformador secundario. El gas reformado entra al reformador secundario por la base y se eleva por un tubo central recubierto de ladrillo. Aquí, el gas se mezcla con aire de proceso del compresor de aire de proceso. El gas reformado va hacia abajo primero a través de un capa escudo de calor radiante de nódulos de alumina y luego por el lecho catalítico donde el metano se transforma hasta que sólo queda un pequeño remanente de aprox. 0.6 mol%.

El gas reformado deja el reformador secundario con una temperatura de aproximadamente 1000 °C y se debe enfriar hasta una temperatura de aproximadamente 370 °C antes de que se transfiera a la sección de conversión de CO. Esta sección de enfriamiento se realiza en el tren de enfriamiento de gas de proceso, consistente de:

- El enfriador de gas de proceso que genera vapor a alta presión. Este está diseñado para una circulación natural y está conectado al cilindro de vapor por elevadores y bajadas.
- Supercalentador de vapor a alta presión.

El encendido del horno del reformador primario se hace por medio de quemadores en el techo del horno. Los quemadores están diseñados para utilizar cualquier tipo de gas combustible. Las emisiones gaseosas escapan de la caja radiante del reformador por el

fondo, pasando por coffins situados entre cada dos filas lo cual evita el flujo cruzado de los gases a lo largo de las hileras de tubos, lo cual provocaría patrones irregulares de calentamiento. En los tubos, los flujos concurrentes de los gases de proceso y el flujo de gas en el exterior implican un perfil de temperatura muy uniforme en toda la longitud del tubo y en consecuencia una utilización optima del material del tubo reformador y el menor grosor posible de las paredes.

El aire requerido para la combustión en los quemadores se obtiene por el ventilador de aire de combustión, el cual descarga el aire de combustión a través del calentador, donde el aire es calentado por medio del condensado del proceso. El aire de combustión es precalentado aun más en el precalentador de aire de combustión del banco de convección.

Los gases de combustión salen del la caja radiante del reformador a una temperatura de aproximadamente 1000°C. Su calor sensible es utilizado en el banco de convección del reformador primario para el precalentamiento del gas natural, aire de proceso y aire de combustión, así como el supercalentamiento del vapor a alta presión. El gas de combustión se saca con el ventilador de gases de combustión.

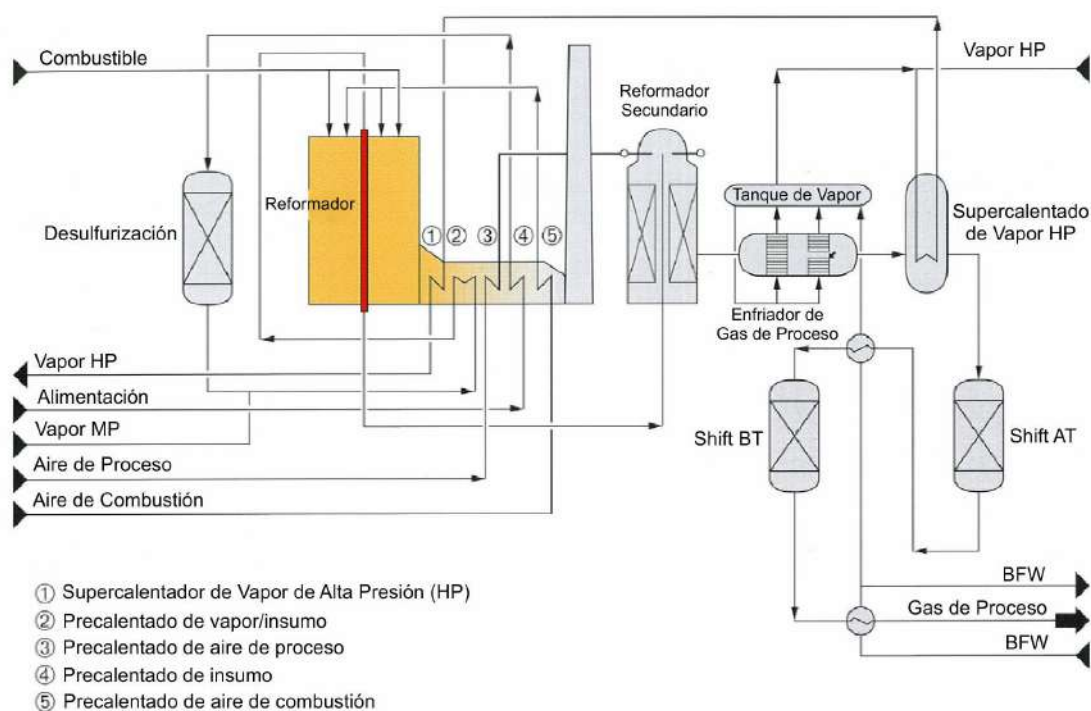


Figura II.3.10. Reformador de Vapor y CO shift.

II.3.4.4. Conversión de CO. El objetivo del convertidor de fase de CO es convertir, en presencia de un catalizador, la mayoría del monóxido de carbono contenido en el gas de proceso a dióxido de carbono.

El gas reformado, a una temperatura de aproximadamente 370 °C, pasa a través del convertidor de alta temperatura de arriba hacia abajo donde se reduce su contenido de CO. Debido a la naturaleza exotérmica de la reacción la temperatura se eleva a aproximadamente 440°C. El gas convertido que sale del convertidor a alta temperatura es enfriado a una temperatura de aproximadamente 200°C al calentar el agua de alimentación de calderas (AAC o BFW) en el calentador de AAC. Se utiliza un bypass lateral alrededor del calentador de AAC para controlar la temperatura del gas entrando al convertidor de BT. En el convertidor de baja temperatura el contenido de CO del gas convertido se reduce aun más y la temperatura se eleva a aproximadamente 223°C.

El gas convertido que abandona el convertidor de baja temperatura se enfría precalentando con el agua de calderas en el precalentador de AAC. Un bypass lateral alrededor del precalentador de AAC se utiliza para controlar la temperatura del gas. Al abandonar el precalentador de AAC, el gas convertido fluye hacia el removedor de CO₂.

II.3.4.5. Remoción del CO₂. El calor del gas convertido se utiliza en los dos siguientes intercambiadores de calor conectados en series, el rehervidor para generar el vapor de remoción necesario para la regeneración de la solución semi-pobre de aMDEA y el precalentador de agua desmineralizada para el precalentado del agua que alimenta el desaerador.

Antes de que el gas convertido entre al absorbedor de CO₂ se separa el condensado obtenido por el enfriado en el separador de gas de proceso y del compresor de gas de síntesis hacia el removedor de condensados mediante sus propias bombas.

El gas convertido fluye a través del absorbedor desde el fondo hasta arriba en contra corriente a la solución de lavado. La mayor parte del dióxido de carbono es absorbido por la solución de aMDEA en la parte baja del absorbedor, mientras que la remoción de dióxido de carbono continua en la parte alta del absorbedor hasta el valor residual

especificado de aproximadamente 500 ppm v/v de CO_2 . El gas convertido abandona el absorbedor a la temperatura de entrada de la solución pobre, que es aproximadamente 50 °C. Cualquier gota de solución arrastrada en el gas será detenida por dos charolas de transferencia a las que se permite el paso de agua de caldera, y un desnebulizador instalado en la parte superior del absorbedor. Las gotas arrastradas fuera del absorbedor durante alteraciones operacionales son separadas del gas convertido en el separador aMDEA.

La regeneración de la carga de solvente se realiza por expansión, liberando la mayor parte del CO_2 disuelto. La mayor parte del solvente se pasa a la parte inferior de la torre de absorción en forma de una solución semi-pobre. La parte restante se regenera aun más por remoción con vapor y se pasa a la parte superior de la torre de absorción como una solución pobre.

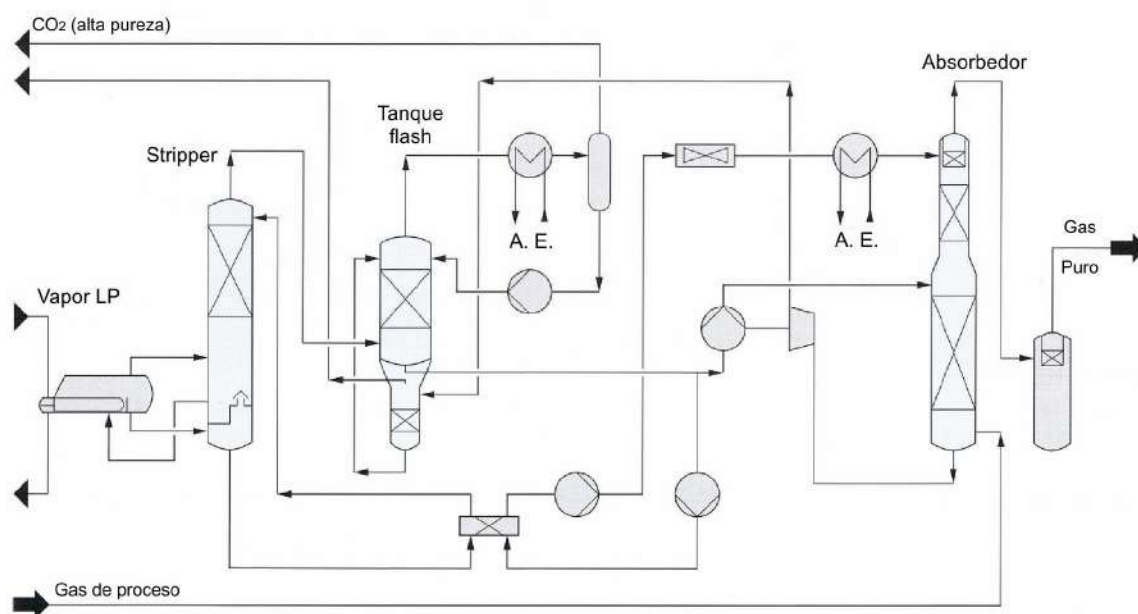


Figura II.3.11. Sistema de remoción de CO_2 aMDEA.

II.3.4.6. Metanización. El CO y el CO_2 contenidos en el gas convertido constituyen un poderoso veneno para los catalizadores de la síntesis del amoniac. Por esta razón se les debe reducir a un nivel por debajo de 10 ppm v/v.

El gas convertido se calienta a una temperatura de aproximadamente 300 °C en el intercambiador de calor gas/gas por intercambio de calor con gas caliente ya metanizado

y es alimentado a la parte superior del metanizador. La temperatura de entrada es controlada con un bypass alrededor del intercambiador de calor gas/ gas. Para la inicialización de la unidad el gas de proceso se calienta hasta la temperatura de reacción en el calentador de inicio por la condensación de vapor a alta presión.

Como resultado de la reacción exotérmica de metanización, la temperatura en el reactor aumenta. El gas caliente que abandona el metanizador por el fondo es enfriado en el intercambiador de calor gas/gas. El enfriamiento final del gas se lleva a cabo en el enfriador de gas enfriado por agua. El gas –ahora dentro de las especificaciones para la producción gas de síntesis de amoniac– es conducido al lado de succión del compresor de gas de síntesis mediante el enfriador de gas de compensación y el separador de succión.

II.3.4.7. Compresión del gas de síntesis. El gas de síntesis y el gas recuperado por el recuperador de hidrógeno se comprime hasta la presión de síntesis del amoniac de aproximadamente 200 bar por un compresor de gas de síntesis y se introduce en el ciclo de síntesis como compensación. El compresor de gas de síntesis es una maquina de tipo centrifugo. Esta sirve también para recircular el gas en el ciclo de síntesis del amoniac.

Un pequeño flujo de gas de síntesis, para desulfurización de materia prima, es retirado del compresor de gas de síntesis sin enfriarlo. El gas de síntesis descargado del compresor se enfría en el enfriador final y luego se introduce, como compensación en el ciclo de síntesis.

II.3.4.8. Síntesis del amoniac. La síntesis de amoniac a partir de una mezcla de hidrógeno/nitrógeno se lleva a cabo en un rango de temperaturas que va de 390 °C a 510 °C, con la ayuda de un catalizador de hierro estimulado con óxidos de álcalis y óxidos de metales alcalinotérreos.

El gas de reciclado descargado del compresor de gas de síntesis en la etapa de reciclado se calienta en el calentador de gas/gas a contracorriente del gas caliente del segundo intercambiador de calor residual. Este entra entonces al primer convertidor de amoniac, que es convertidor de flujo de doble lecho radial con un intercambiador de calor entre los

lechos catalíticos. El convertidor consiste en una cápsula resistente a la presión y del cartucho de catalizador.

El gas en circulación entra la cámara del convertidor por la parte superior y fluye por el intercambiador de calor interior donde se le calienta a una temperatura de aproximadamente 390 °C por el gas parcialmente convertido que va dejando el primer lecho catalítico. Al dejar el intercambiador de calor interno el gas entra ahora a los radiales del primer lecho catalítico yendo de la periferia al centro. El gas de síntesis caliente y parcialmente convertido proveniente del primer lecho es enfriado en el intercambiador de calor interno ya mencionado, hasta la temperatura de entrada al segundo lecho catalítico. Después de pasar el segundo lecho en dirección radial, el gas abandona el convertidor a través del tubo central. El gas de síntesis parcialmente convertido que deja el convertidor de amoníaco es enfriado en el primer calentador de calor residual usando el calor de proceso desechado para generar vapor a alta presión saturado a aproximadamente 127 bar a.

La circulación de gas que sale del primer calentador de gas residual pasa al tercer lecho catalítico. El calor residual del proceso es recuperado en el segundo calentador de gas residual en forma de vapor saturado a alta presión a aproximadamente 127 bar a.

Después de abandonar el calentador de calor residual II, continúa el enfriamiento del gas reaccionado y así la condensación del amoníaco ocurre en el intercambiador de calor gas/gas, el enfriador de agua y una serie de chillers (enfriadores de agua).

Gas de compensación proveniente del compresor de síntesis es agregado al gas en circulación después del enfriador de ciclo II. Introducir gas de compensación en este punto del ciclo sirve como una medida de protección para los catalizadores gas de síntesis del amoníaco, ya que los rastros H_2O y CO_2 contenidos en el gas de síntesis son eliminados por medio del amoníaco líquido que se forma.

El amoníaco condensado se extrae del ciclo en un separador integrado en intercambiador en frío y en un separador localizado corriente abajo del chiller en bucle II. El gas regresa a la etapa de reciclaje del compresor de gas de síntesis a través del intercambiador de frío, donde es calentado. El amoníaco líquido proveniente del intercambiador de frío y el

separador es destilado por separado en el *flash drum*, el cual opera a aproximadamente 20 bar a. Los gases disueltos que son liberados del amoniaco líquido durante su despresurización son tratados en el absorbedor de gas para recuperar el amoniaco.

El metano y el argón contenidos en el gas de síntesis de compensación y el excedente de nitrógeno resultante de la operación sobre estequiométrica del reformador secundario se acumulan en concentraciones más altas en el ciclo de síntesis del amoniaco. Al extraer un flujo de gas de purga del ciclo, después del chiller en bucle II, la concentración de este inerte se mantiene en un nivel predeterminado. El gas de purga es dirigido a la recuperación de amoniaco e hidrógeno.

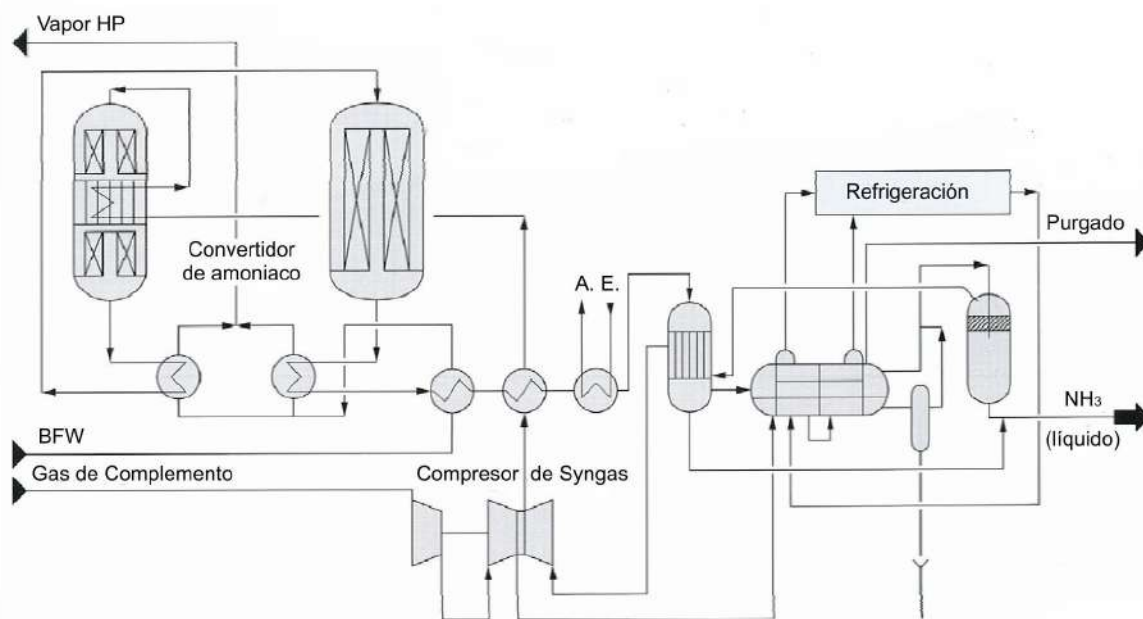


Figura II.3.12. Ciclo de síntesis del amoniaco.

II.3.4.9. Refrigeración. La unidad de refrigeración sirve para tres propósitos:

- Proveer la capacidad de refrigeración necesaria para enfriamiento en la planta de amoniaco.
- Enfriar el amoniaco producido hasta los $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$ requeridos para su almacenamiento.
- Para la separación de gases inertes disueltos en el amoniaco líquido.

El amoniaco es recibido desde el tanque de vaporización instantánea del ciclo de síntesis del amoniaco y es enviado al contenedor de presión intermedia. Entonces el amoniaco se va a destilado instantáneo a 1.0 bar a en el tanque de vaporización instantánea de amoniaco para enfriarlo hasta una temperatura de -33°C y se traslada con las bombas de amoniaco a los tanques de almacenamiento de amoniaco.

II.3.4.10. Recuperación del Amoniac. Los gases de amoniaco contenido del gas de purga del ciclo de la síntesis de amoniaco, los gases de vaporización instantánea del flash drum y el gas inerte de la unidad de refrigeración son recobrados utilizando agua como absorbente. El amoniaco se recupera del agua en forma de amoniaco puro por medio de destilación.

II.3.4.11. Recuperación del Hidrógeno. El hidrógeno contenido en el gas de purgado del ciclo de síntesis del amoniaco es recuperado y reciclado para el compresor de síntesis. El gas saliente, principalmente metano y nitrógeno son utilizados como gas de combustión en el reformador primario.

La recuperación de hidrógeno se hace mediante un unidad modular de un fabricante de gran reputación. El proceso seleccionado se hace usando una tecnología de membrana semi-permeable o separación criogénica.

II.3.4.12. Removedor de Condensados. El condensado colectado en separador de condensados de proceso es descargado por las bombas de alimentación del removedor hacia el precalentador de condensados. El condensado se calienta a contracorriente para formar condensado removido y entonces se pasa al removedor de condensados.

El condensado pasa entonces al removedor, donde se calienta y se remueve con parte del vapor a presión media proveniente del fondo del removedor, siendo entonces que los gases disueltos en el condensado son removidos y liberados del proceso a través de la tubería de escape superior.

El condensado limpio se almacena en el fondo del removedor a un nivel fijo que se mantiene por medio de válvulas de control de nivel en la salida del precalentador de condensados. El condensado limpio se transfiere al contenedor de condensados de

proceso en la desmineralización, pasando por el precalentador de condensados, del calentador y un enfriador de condensados. En el calentador, el condensado limpio se utiliza para el precalentado del aire de combustión del reformador primario. Una parte del vapor de proceso se usa para el lavado del condensado de proceso en el lavador de condensados. La corriente superior se admite entonces en el flujo principal de vapor de proceso adelante de alimentador/supercalentador de vapor en el banco de convección del reformador primario.

II.3.4.13. Desaeradores y bombas de AAC. Nota: La descripción de la unidad incluye el sistema de vapor y de condensados.

Preparación y aprovisionamiento de agua para alimentación de calderas. El agua desmineralizada para la planta de amoniaco se calienta en el precalentador de agua desmineralizada antes de que pase al desareador. El barrido final oxígeno y la regulación del valor de pH del agua de alimentación de calderas se logran por la inyección de químicos y agua amoniacal.

Todos los consumidores de agua de caldera a alta presión son abastecidos por las bombas de agua de calderas. Estos consumidores son:

En el nivel de alta presión:

- Tambores de vapor.
- Atemperador de roció.
- Calentadores de calor residual.

En el nivel de presión media:

- Absorbedor.
- Varios atemperadores de roció.

II.3.4.14. Generación y abastecimiento de vapor.

Vapor a alta presión (AP): En la planta de amoniaco el vapor de AP se produce a partir del calor residual de proceso a una presión de aproximadamente 125 bar.

Hay dos generadores de vapor:

- El enfriador de gas de proceso en el reformador de vapor y unidad de recuperación de calor residual.
- Caldera de calor residual I y caldera de calor residual II en la unidad de síntesis del amoniaco.

El vapor saturado de estas dos fuentes es seguidamente supercalentado hasta una temperatura de 535 °C en el supercalentador de vapor de alta presión situado detrás del reformador secundario y en el supercalentador de vapor de alta presión del banco de convección. Todo el vapor a alta presión supercalentado se introduce a la turbina del compresor de gas de síntesis.

Vapor a presión media (PM): El vapor a presión media a aproximadamente 49 bar y a una temperatura de aproximadamente 415 °C se obtiene extrayéndolo de la turbina de compresión de gas de síntesis. En la planta de amoniaco el vapor a presión media se requiere para:

- Reformador primario, como vapor de proceso.
- Turbina del compresor de refrigeración.
- Turbina de compresión de aire de proceso.
- Rehervidor (Reboiler).
- Precalentado de nitrógeno (solo en la inicialización).
- Removedor de condensados.
- Reformador secundario (mezclado con el aire de proceso).
- Sistema de sellado.

Para asegurar el aprovisionamiento de vapor al sistema de presión media de la planta en cualquier condición, se instalan estaciones de reducción de presión sin pasar la turbina del compresor de gas de síntesis. En caso de un apagado repentino del compresor la válvula se abre automáticamente a una posición predeterminada permitiendo bajar vapor del sistema de alta presión al de presión media en cantidad equivalente a la cantidad extraída de la turbina antes del apagado del compresor. El balance de los requerimientos de vapor en la planta de amoniaco debe estar cubierto por un modulo de calderas.

Vapor a baja presión (BP): Se utiliza vapor a baja presión, aproximadamente 4.5 bar, para la desaeración del agua de alimentación de calderas y para otros propósitos tales como el precalentado de combustible.

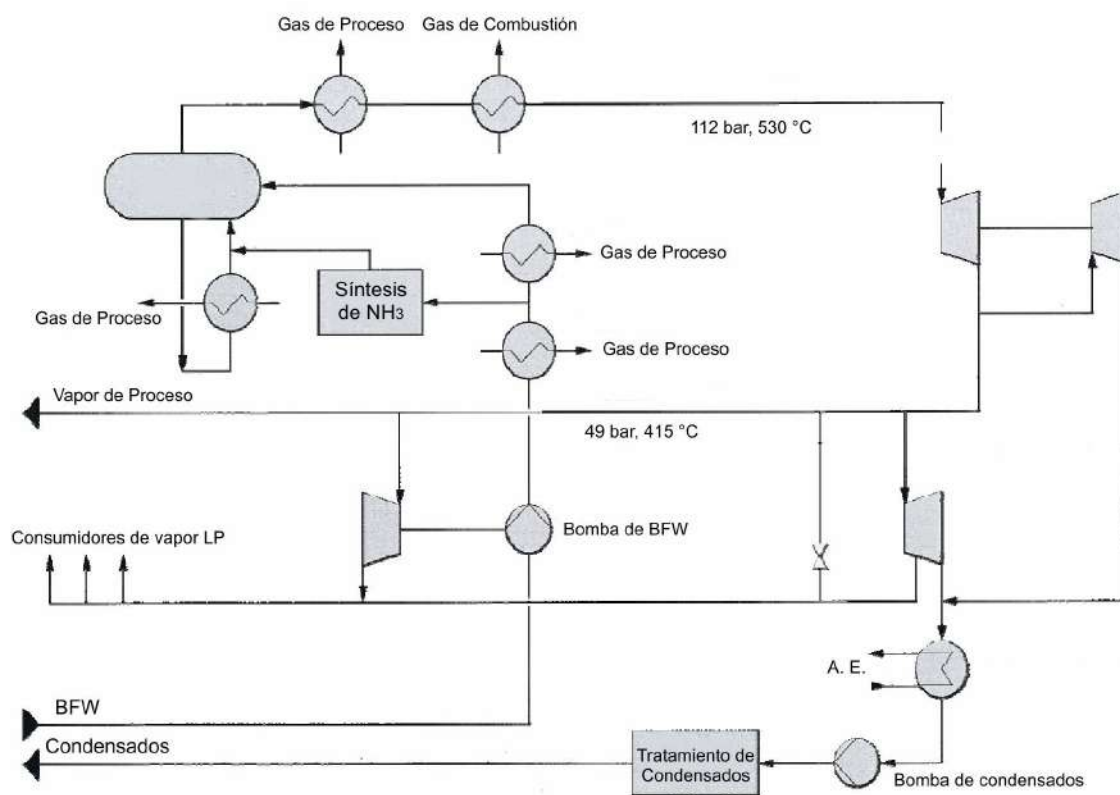
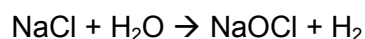


Figura II.3.13. Sistema de vapor.

II.3.4.15. Tratamiento del agua de mar.

El agua de mar contiene un alta concentración de cloruros (promedio mundial de 19.4 partes por mil, con variaciones amplias), los cuales provocan corrosión de las tuberías.

Además, existen organismos que pueden crecer en las tuberías, lo cual eventualmente provoca que se obstruyan y disminuya el flujo de agua. Por esta razón, el agua de mar en la toma debe tratarse con un biocida (por ejemplo, formación de cloro por electrocloración). Durante este proceso se forma hipoclorito al pasar una corriente eléctrica a través del agua de mar, de acuerdo con la siguiente reacción:



El agua de mar clorada sale de la electrocloración con un contenido de cloro de 0.3 - 2.0 peso ppm. El consumo de energía es de alrededor de 4 kWh/kg Cl₂. Con un flujo de agua de mar de 1,949,014 kg/h y un contenido de cloro de 0.5 peso ppm; el consumo de energía en la planta de electrocloración será de alrededor de 4 kW. De acuerdo con los requisitos operacionales la unidad de electrocloración debe diseñarse para producir aproximadamente 6 kg/h Cl₂, equivalente a un consumo eléctrico cercano a 24 kWh/h.

II.3.5. Mantenimiento.

La planta está diseñada para operar de forma continua durante un mínimo de tres años entre paros programados. La vida de diseño requerida como mínimo para la planta es de 15 años, con una vida útil esperada de 40 años, empleando el estándar de diseño y materiales del proyectista.

Donde se construyan redundancias de la planta o en cualquier elemento sujeto a desgaste, la vida de diseño será acorde con los códigos y estándares aplicables. Tales elementos requerirán reemplazarse de forma periódica de acuerdo con un programa de mantenimiento.

II.4. Requerimiento de Personal.

II.4.1. Personal de la planta.

La planta está diseñada para que opere de forma completamente automatizada, controlada por tecnología de punta. Se considera que para operar todas las actividades de la planta se requiere el siguiente personal:

Tabla II.4.1. Personal requerido para la planta de amoniaco.	
Categoría	Cantidad
Administración y Dirección	19
Seguridad, Higiene y Medioambiente	16
Operación	58
Mantenimiento	30
Servicios técnicos	8
Materiales	6
Servicios corporativos	6
Marketing (comercialización)	por terceros
Total	143

Se contempla recurrir a una empresa especializada para obtener los servicios de seguridad, aseo y comedor.

II.4.2. Políticas de seguridad, higiene y medio ambiente laboral.

Cuando se cuente con el proyecto ejecutivo, durante la construcción y como parte de las políticas de seguridad, la planta se someterá a un estudio riguroso de riesgos laborales para identificar las condiciones óptimas de trabajo e implementar las medidas adecuadas.

La empresa tiene el compromiso de proveer un ambiente de trabajo sano y seguro para todos sus empleados y quienes laboren, entren o visiten las instalaciones. La política de la empresa será administrar y consultar las operaciones y los negocios de forma tal que:

- Se eviten los incidentes operativos que puedan dañar a las personas o afectar las propiedades y/o el medioambiente.
- Se proporcione un ambiente de trabajo libre de cualquier riesgo potencial conocido.
- Se proporcione un entrenamiento adecuado a nuestros empleados para permitirles cumplir con su responsabilidad de trabajar de forma segura y protegiendo al medioambiente.

Se considera que el éxito del Programa de Salud, Higiene y Medioambiente ocurrirá y dependerá con apoyo de todos, empezando por el equipo de liderazgo o grupo núcleo hasta involucrar activamente a todos los empleados de la planta. La empresa está comprometida con destinar y proveer todos los recursos necesarios para promover e implementar este programa.

Por tanto, se establecerán mecanismos para solicitar y recibir de los empleados comentarios, información y asistencia en áreas donde intervenga la administración de riesgos, seguridad e higiene. Se cumplirá con toda la normatividad local en materia de seguridad e higiene y se adoptarán las mejores prácticas administrativas.

La empresa está comprometida con la salud, seguridad y sustentabilidad ambiental y tales consideraciones estarán incorporadas en todos los procesos y en la contabilidad del negocio. Esta política aplica para todos los empleados y personas afectadas o asociadas en cualquier manera con la planta de Topolobampo.

De forma adicional, la empresa cree que para promover de manera efectiva el control de pérdidas y para mejorar el desempeño en seguridad hace falta una filosofía deliberada y documentada, que debe ser aprendida, internalizada y aplicada por cada empleado en sus operación. La Filosofía de Seguridad e Higiene presentada a continuación establece los principios rectores para la conducción día a día de nuestros negocios. Estos son como se describe a continuación:

- a) Todas las lesiones y enfermedades laborales pueden ser prevenidas,;

- b) La administración es directamente responsable de lograrlo, con cada nivel rindiendo cuentas al nivel superior y responsable para con el nivel inferior;
- c) Trabajar con seguridad es una condición continua del empleo, y para la compañía operadora es tan importante como la producción, el control de costos o de calidad.
- d) La capacitación es esencial para la sustentabilidad de la seguridad e higiene. La capacitación incluye el establecer para cada trabajo procedimientos y estándares de desempeño en seguridad.
- e) Se deben realizar auditorias de seguridad.
- f) Los riesgos potenciales deben ser identificados, evaluados y corregidos con prontitud mediante modificaciones, cambios en procedimientos, mejoras en la capacitación y/o disciplina constructiva.
- g) Todos los incidentes y lesiones / enfermedades ocupacionales por practicas no seguras serán investigadas. Esto incluye los casos que se logró evitar el daño.
- h) La seguridad fuera del trabajo es tan importante como la seguridad en las labores.
- i) La prevención de accidentes es redituable; el mayor costo es el sufrimiento humano.
- j) La participación de los empleados es un elemento crítico en nuestro programa de Prevención de Accidentes y Control de Pérdidas.

II.4.3. Organigramas.

A continuación se presentan los organigramas de las diferentes áreas que integran la planta.

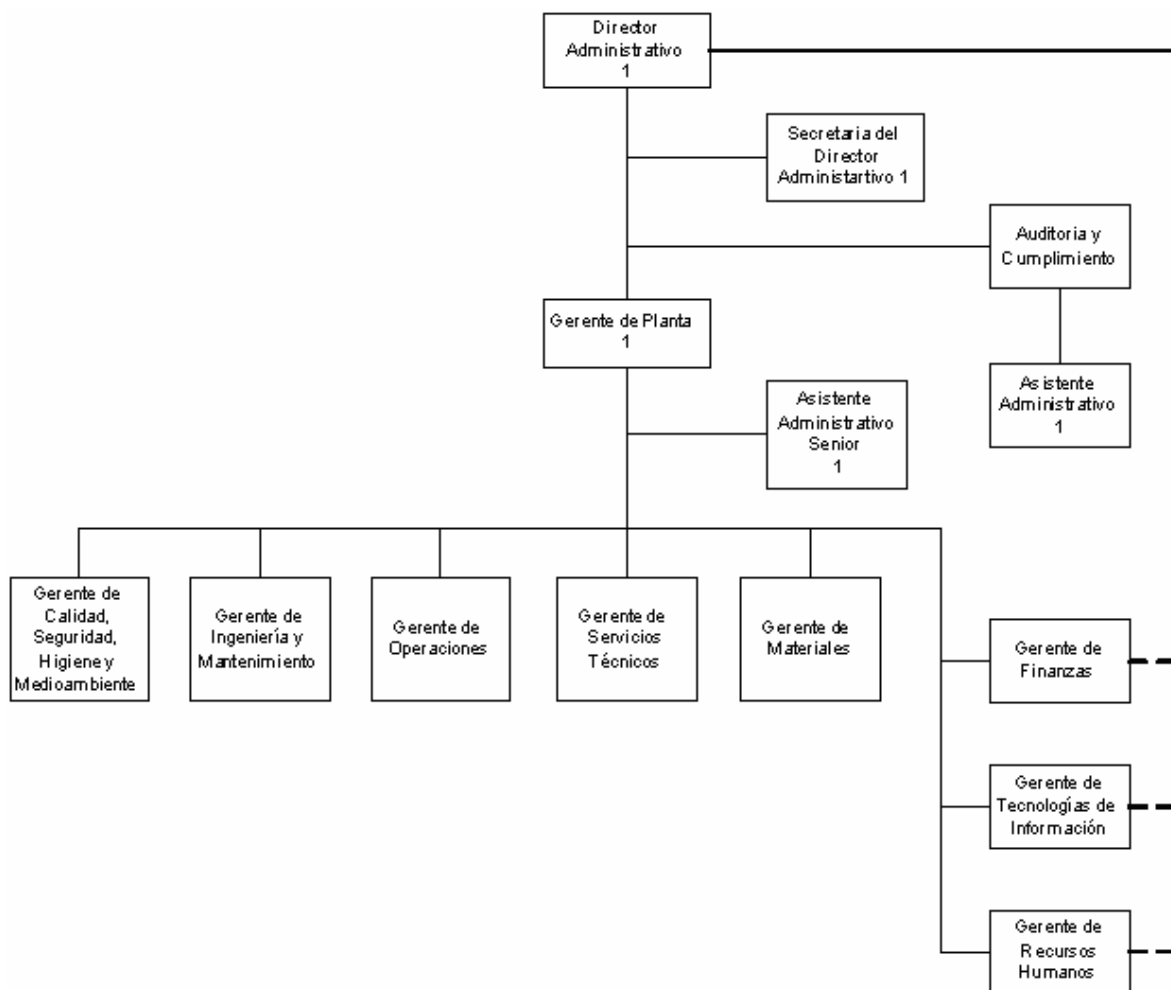


Figura II.4.1. Diagrama de Organización de la Planta.

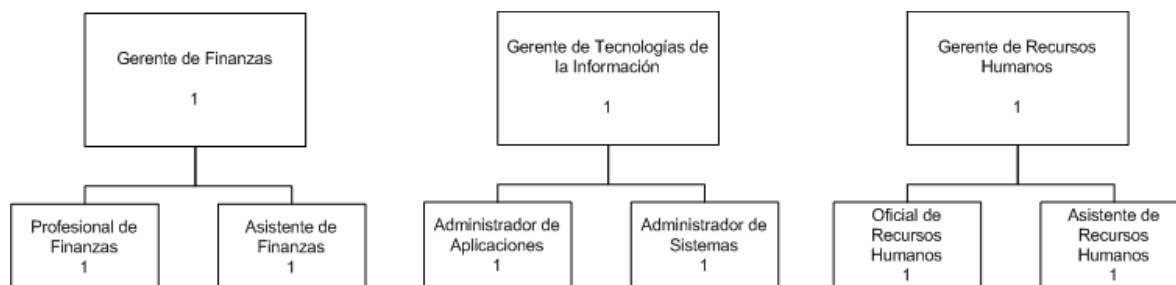


Figura II.4.2. Diagrama de organización del personal de Servicios Corporativos.

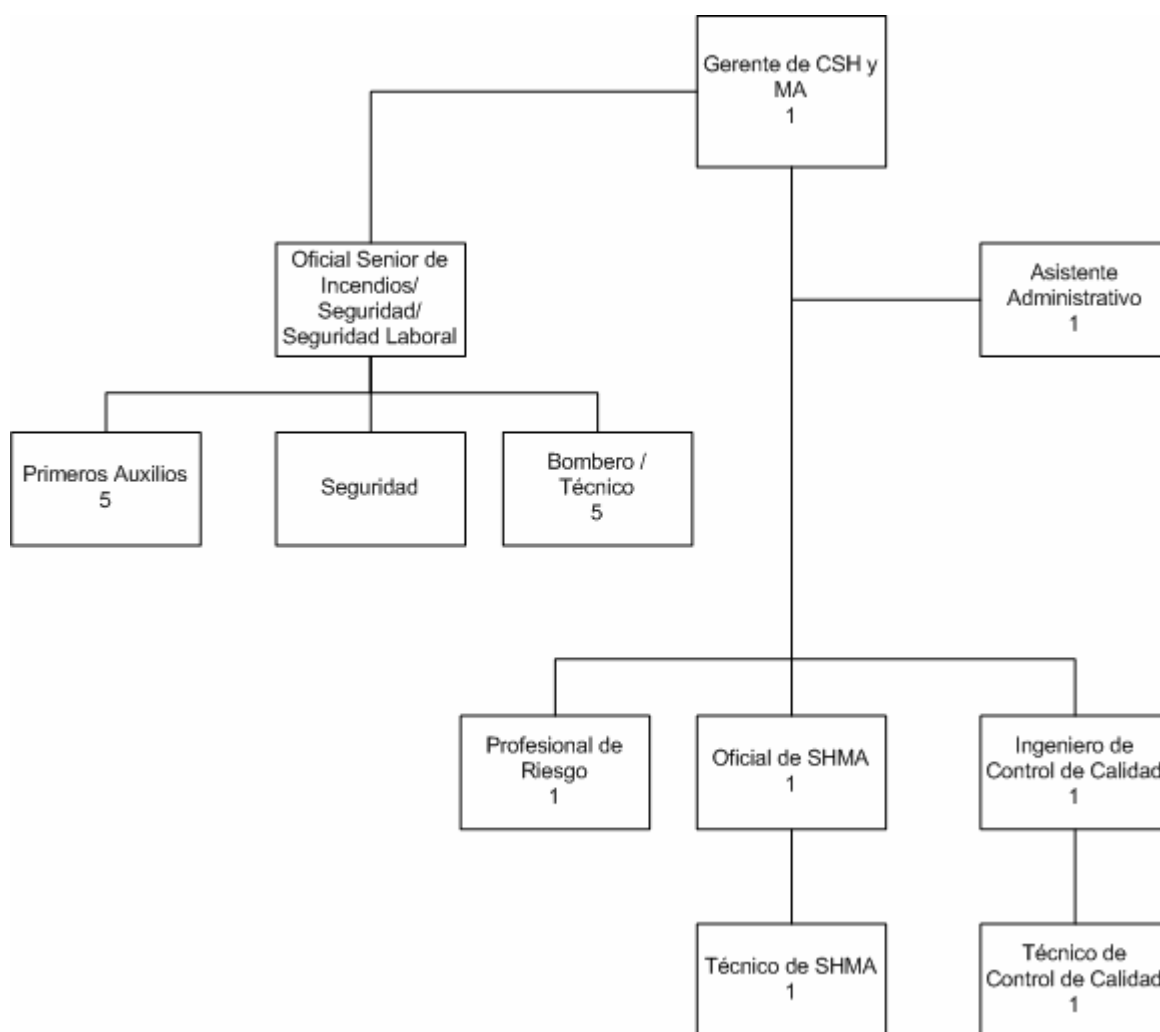


Figura II.4.3. Administración de Calidad, Medio Ambiente, Higiene y Seguridad (CSH y MA).

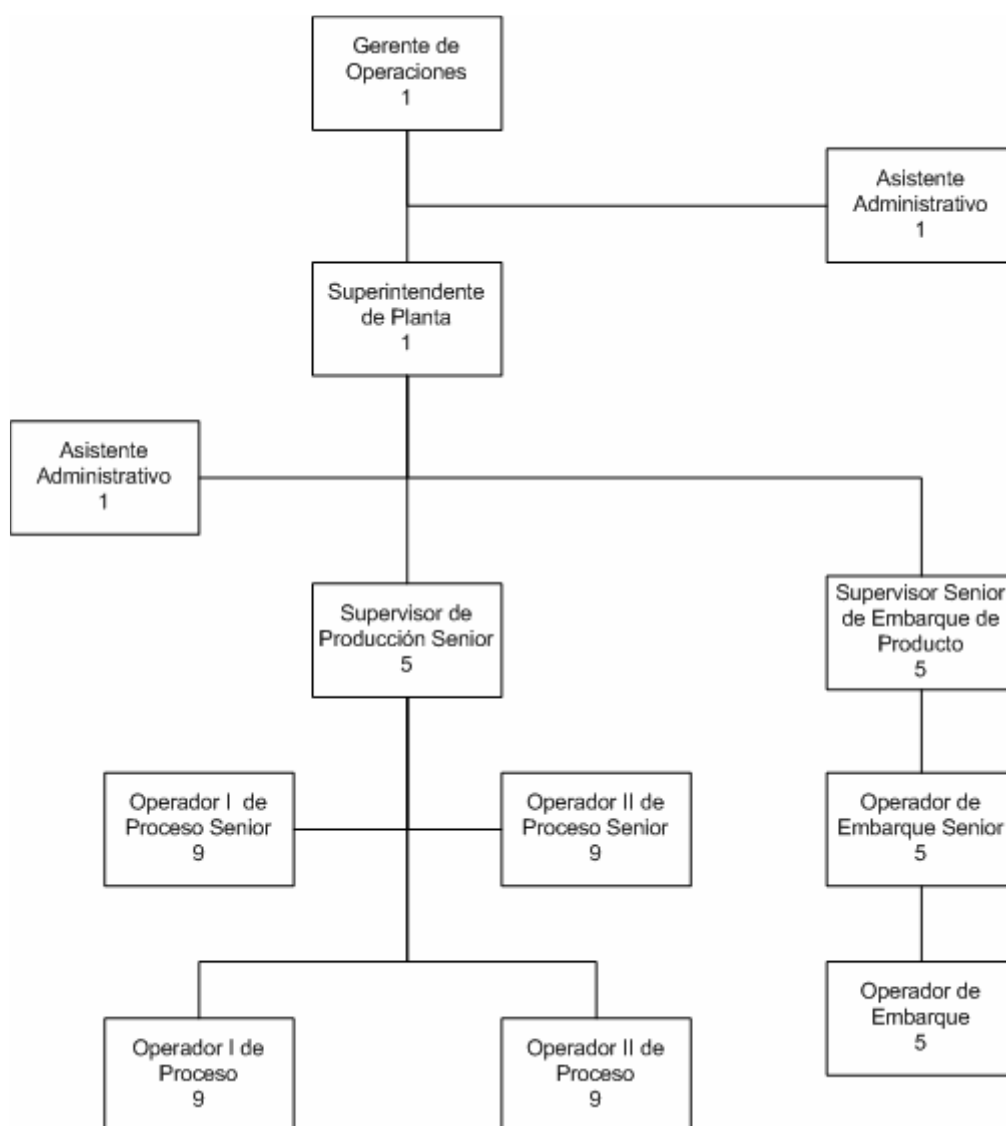


Figura II.4.4. Personal del área de operaciones.

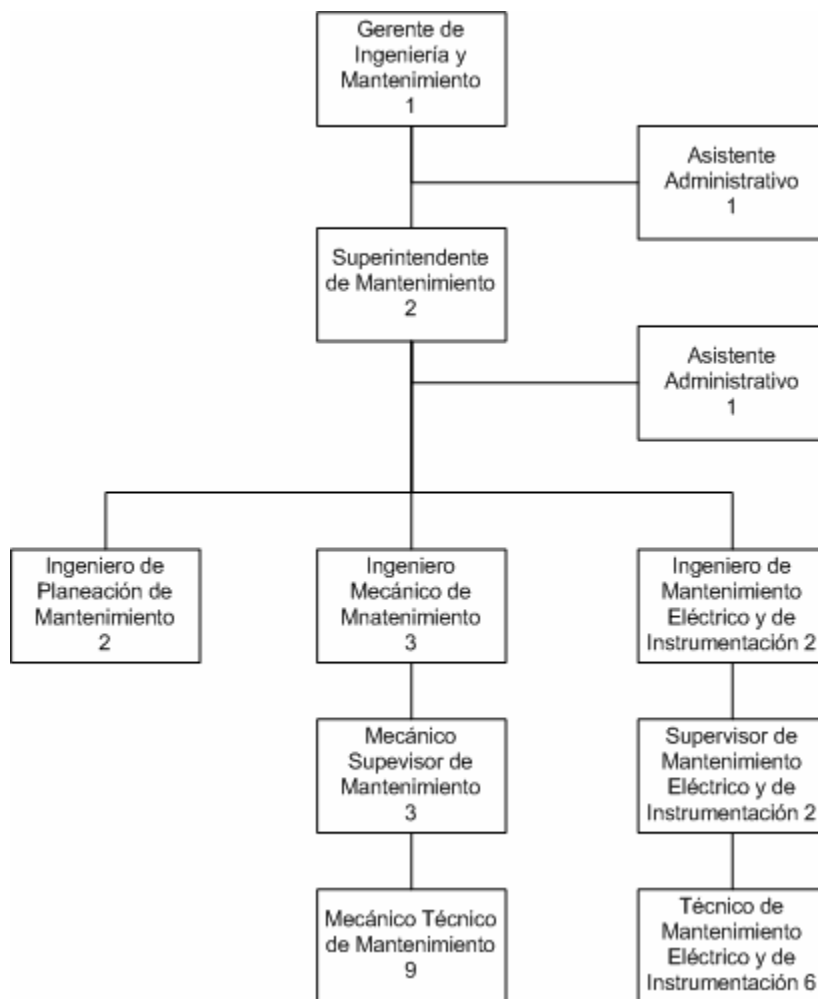


Figura II.4.5. Organigrama del personal de Ingeniería y Mantenimiento.

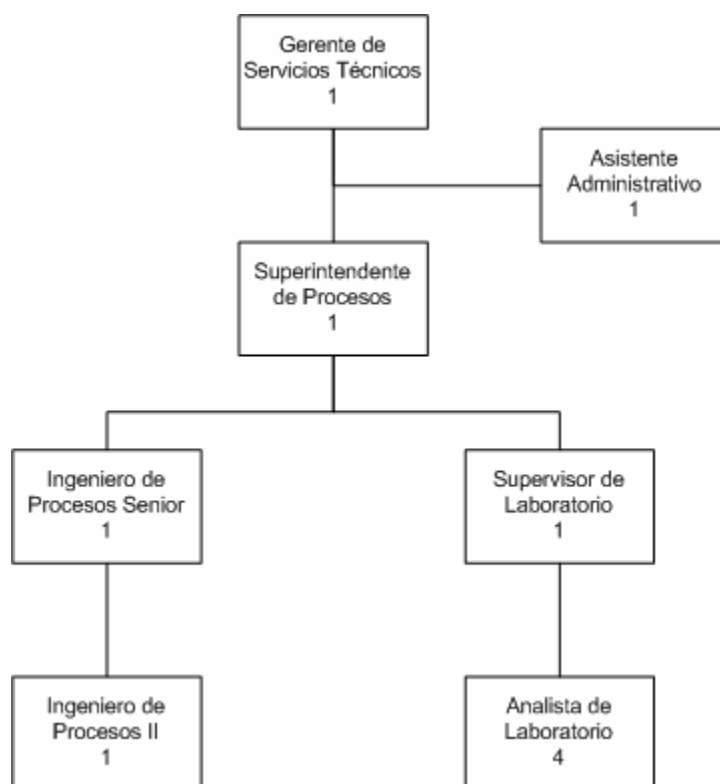


Figura II.4.6. Organigrama de personal de Servicios Técnicos.

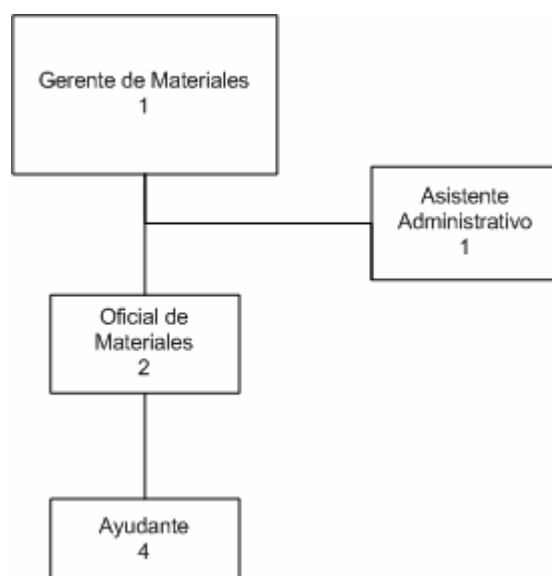


Figura II.4.7. Personal requerido en el área de materiales.

II.5. Insumos Requeridos.

Basados en los datos disponibles de las plantas en similares en operación, el consumo de insumos por cada tonelada de amoniaco se puede resumir de la siguiente manera:

Tabla II.5.1. Consumo de Insumos por tonelada de amoniaco producida.			
Concepto	Nombre	Cantidad	Unidad
Gas Natural (HHV)		34.69	MMBtu
Electricidad		8.41	kWh
Agua dulce		1.59	m³
Neutralización de aguas residuales	Ácido Sulfúrico	0.84	kg
	Sosa Cáustica	0.74	kg
Nitrógeno		0.0015	m³

II.5.1. Gas natural

El gas natural para el proyecto se comprará ya sea en cooperación con la Comisión Reguladora de Energía (CRE) o se establecerá su propia entidad para la adquisición y aprovisionamiento de gas directamente del gasoducto nor-noroeste. El gas natural deberá estar disponible en julio 1 del 2016, antes de la conclusión de la planta.

II.5.2. Electricidad.

El aprovisionamiento de energía estará disponible a partir de la planta de generación eléctrica Topolobampo 1 ya existente. Sólo se espera obtener energía de la red pública para el encendido inicial y después de los paros programados.

Durante la operación normal de la planta se tendrá un alternador de vapor que se utilizará para hacer la planta autosuficiente en energía.

De acuerdo con el concepto general de consumo eléctrico en la planta de amoniaco basado en el concepto de planta estándar, este se anticipa de la siguiente manera:

Tabla II.5.2. Consumo eléctrico aproximado de la planta de amoniaco.	
Concepto	Consumo
2,200 tmpd de Amoniaco	8,500 kW
Fuera de planta y servicios	10,000 kW (esto se determinará durante el desarrollo conceptual)

II.5.3. Agua.

El agua estará disponible a partir de la planta desaladora integrada al proyecto. Se dispondrá de un tanque de servicio para almacenar agua dulce y contra incendios. Las boquillas de succión para el aprovisionamiento de las bombas de agua dulce estarán colocadas a una altura tal que siempre se esté garantizado un volumen mínimo de almacenamiento en la base del tanque para dedicarlo al combate de incendios. Este será el equivalente a la capacidad de las bombas de agua de incendios operando un total de 4 horas.

Durante la operación normal de la planta se espera que el tanque de almacenamiento de agua dulce/contra incendios operará en un nivel cercano a su máximo y por lo tanto, en la operación normal el volumen total de agua disponible para combate a incendios será cercano a 20 horas en lugar del mínimo de 4 horas.

II.5.4. Catalizadores.

Los datos que se presentan a continuación para una planta de amoniaco de 2200 TMPD son preliminares y únicamente de carácter informativo, estando sujetos a cambios durante la fase de ingeniería.

Tabla II.5.3. Consumo estimado de catalizadores para la planta de amoniaco.				
Proceso	Tipo de catalizador	Ingredientes	Volumen (m ³)	Vida esperada (años)
Hidrogenación (CoMo)	41-6T (Katalco)	Cobalto(II)-, Molibdeno(VI)-, óxido de aluminio		
Remoción de Azufre (ZnO)	Top 32-5 (Katalco)	Oxido de zinc		
Reformador Primario	Top 25-4Q (Katalco)	Óxido de níquel		
	Bottom 57-4GQ (Katalco)			
Reformador Secundario	Top 23-8E (Katalco)	Níquel-, óxido de aluminio		
	Bottom 54-8Q (Katalco)	óxido de níquel		
Shift Converter de AT	71-5 (Katalco)	Cromo (III)-, cobre-, óxido de hierro, grafito		
	83-3(Katalco)	Zinc-, Aluminio-, óxido de cobre		
Metanización	11-4 (Katalco)	óxido de níquel		
Convertidor de Síntesis de NH₃				
Primera lecho (pre-reducido)	35-8 (Katalco)	Potasio-, Calcio-, Aluminio-, óxido de magnesio, dióxido de titanio		
Segundo y tercer lechos (sin reducir)	35-4 (Katalco)	Potasio-, Calcio-, hierro-, Aluminio-, óxido de magnesio, dióxido de titanio		

II.5.5. Sustancias químicas.

Los datos que se presentan a continuación están basados en la información disponible de la plantas de amoniaco que operan en Trinidad. Estos datos son preliminares y únicamente de carácter informativo, estando sujetos a cambios durante la fase de ingeniería.

Tabla II.5.4. Lista de sustancias químicas que se emplearán en la planta.			
Sustancia	Nombre	Cantidad	Unidad
Químicos para Vapor	Fosfato de pH alto		kg
	Fosfato de pH bajo		kg
	Secuestrante de oxígeno		kg
	Amina neutralizadora		kg
Químicos para agua de mar de enfriamiento	Cloro DREW 3025		kg
	Cloro DREW 6006		kg
	Dispersante		kg
	Microbiocida DREW 250		kg
	Microbiocida DREW 244		kg
	Dispersante 747A		kg
	Corrshield MD 4103		dm ³
Químicos para sistema contra incendios			kg
Químicos para Agua Potable	Cortol		kg
			kg
Químicos para Lavado de CO ₂	aMDEA		kg
	Amerel		kg
			0

II.6. Disposición y Tratamiento de Residuos.

II.6.1. Aguas residuales.

Las aguas que se descarguen al canal de la CFE (figura II.6.1) serán tratadas previamente, según sea necesario. Cabe recalcar que el agua residual a descargar se compone de:

- Agua del sistema de enfriamiento.
- Agua del sistema de desmineralización.
- Agua del sistema de desalación.
- Agua de servicios.



Figura II.6.1. Ubicación del punto propuesto para la descarga de la planta.

El siguiente diagrama presenta de forma simplificada el sistema de uso y tratamiento del agua de mar y de las aguas residuales.

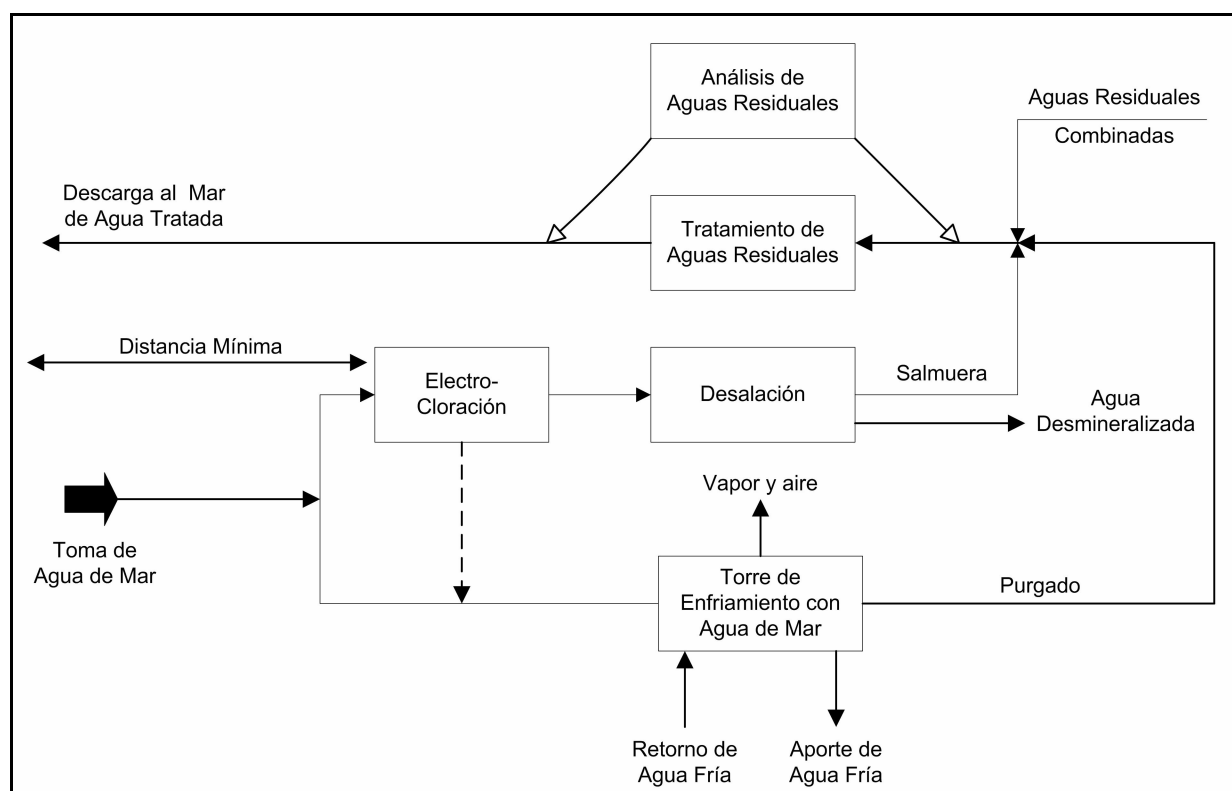


Figura II.6.2. Diagrama del tratamiento del agua de mar y de las aguas residuales.

Se colocarán puertos de muestreo para cada sección del sistema de agua. El monitoreo y análisis de las aguas residuales combinadas se hará de forma regular, una vez al día. El agua residual será analizada (y tratada) para el control de los siguientes parámetros, antes de ser regresada al mar:

▪ Temperatura	▪ Sulfatos
▪ pH	▪ Cloruros
▪ Salinidad	▪ Sodio
▪ COT, DBO o DQO	▪ Amoniaco
▪ STD	▪ Grasas y aceites
▪ Nitratos	▪ Hierro
▪ Fosfatos	▪ Alcalinidad

El método para el tratamiento del agua residual de servicios (figura II.6.2) es un proceso biológico completo que consistirá de lo siguiente:

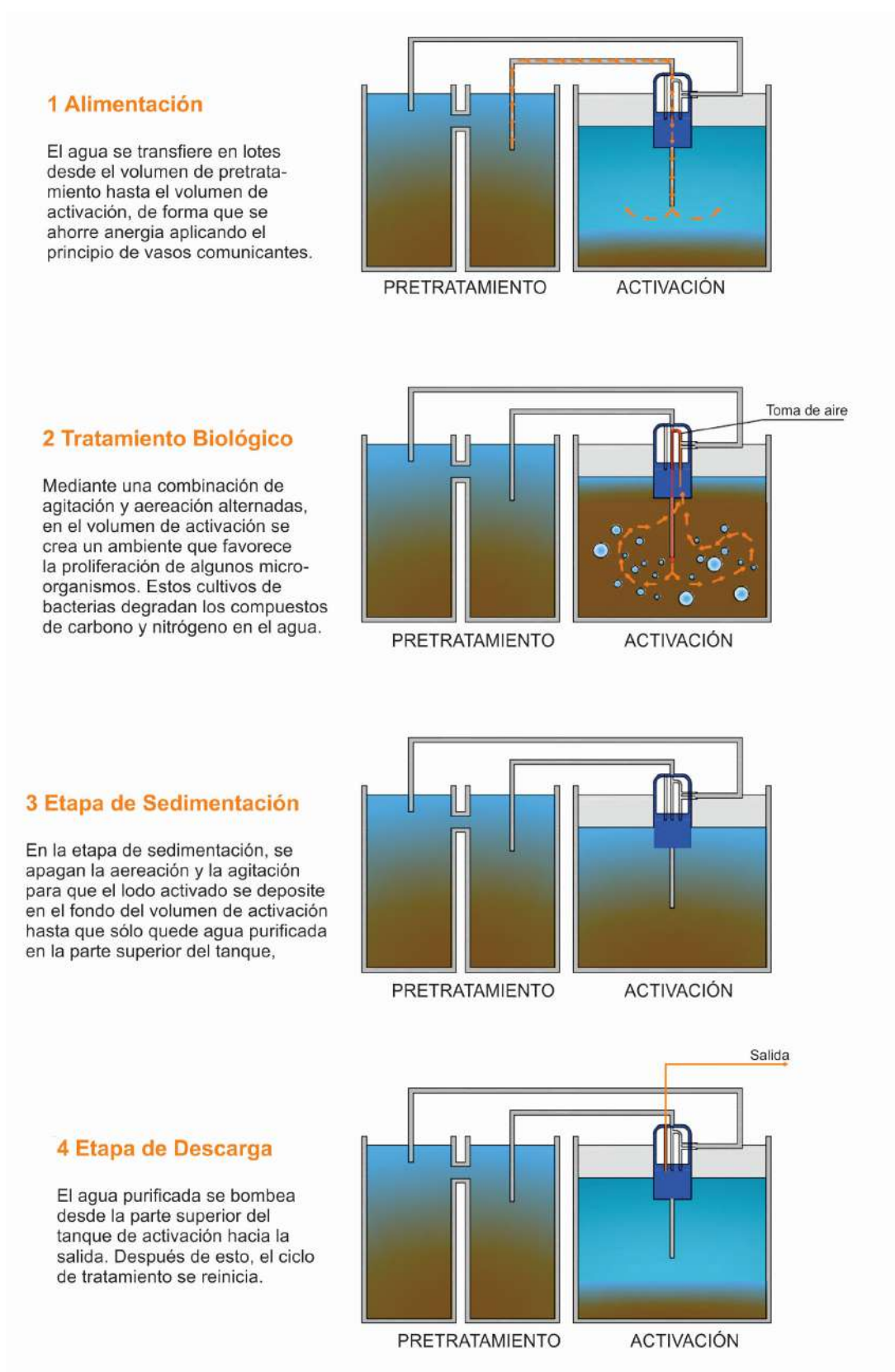


Figura II.6.3. Sistema de tratamiento de aguas residuales.

- **Tratamiento biológico anaeróbico en un tanque de tres cámaras.** La conexión de las cámaras y la salida están diseñadas de tal forma que ni las natas ni los sedimentos puedan pasar. Además, comparada con la separación de lodos y natas en un tanque séptico común, las 3 cámaras de este tanque de digestión permiten la digestión anaeróbica parcial de los lodos.
- **Post-tratamiento anaeróbico y aeróbico.** En la siguiente unidad de filtrado el agua residual pretratada se filtra y se trata principalmente de forma aeróbica.
- **Desinfección de efluentes en la unidad filtradora.** Esto se hará con una unidad de cloración de tamaño apropiado. El efluente será descargado al mar por medio de un drenaje de tormenta.

Para las aguas residuales de servicios se instalarán cuatro plantas de tratamiento de aguas residuales:

- Edificio administrativo / Almacén / Caseta de Acceso
- Comedor
- Estación de Bomberos / Taller de mantenimiento
- Edificio de control

El único flujo que es neutralizado es el proveniente de la planta desmineralizadora de agua. El efluente de esta dicha sólo se descargará cuando haya sido neutralizada con ácido sulfúrico o hidróxido de sodio, según sea lo apropiado. La composición del efluente antes de la neutralización varía de acuerdo con la calidad del agua cruda que ingresa a la planta y al ciclo de operación en la planta desmineralizadora de agua.

II.6.2. Aguas de la desaladora.

La obtención de agua dulce a partir del agua de mar mediante una desaladora genera como residuo un agua de muy alta salinidad, denominada salmuera. Para determinar la salinidad del agua de salida (outfall) se consideran los siguientes datos:

$$\begin{aligned}\text{Salinidad de salida} &= \text{Salinidad de entrada} \times 1.795 \\ &= 41 \text{ (según datos de la caracterización)} \times 1.795 \\ &= 73,6 \text{ ‰}\end{aligned}$$

Una estimación preliminar de la salinidad en la salida del canal de descarga, tomando en cuenta que el volumen estimado de descarga de la planta es equivalente al 20% del volumen de descarga de agua de enfriamiento de la CFE, sería la siguiente:

	Unidades de agua descargadas	Fracciones de salinidad aportadas	Salinidad ‰
Descarga de la planta	20	1,472	73.6
Descarga de la CFE	100	4,100	41
Salida del canal	120	5,572	46.43

II.6.3. Residuos Sólidos.

En el municipio existen empresas autorizadas para la recolección de los residuos no peligrosos, por lo que se hará uso de este servicio para los residuos de áreas administrativas y del comedor. Para todos los residuos se elaborará un plan de manejo.

II.6.4. Emisiones de chimeneas al aire libre.

En general, las emisiones gaseosas se descargarán a la atmósfera. El gas de combustión del calentador de inicializado, del módulo de caldera y del reformador primario son liberados a la atmósfera por medio del tiro de la chimenea.

El dióxido de carbono recuperado será ventilado a la atmósfera desde la parte superior del separador de CO₂.

Las descargas de las válvulas de escape de la unidad de amoniaco se quemarán con ayuda de gas combustible en el quemador del proceso de amoniaco.

Los vapores de amoniaco de la zona de almacenamiento y embarque normalmente están refrigerados, pero serán quemados con ayuda de gas combustible en el quemador del tanque de amoniaco durante condiciones alteradas.

Se anticipa que las principales emisiones de la planta de amoniaco que serán las que se describen más adelante. Todas las cifras sirven como información general y están sujetas a cambios en el diseño a detalle de la planta.

Las emisiones gaseosas incluyen SO_2 , CO_2 , CO , NO_x , material particulado y amoniaco, que serán liberados a la atmósfera por medio del tiro de la chimenea. Las emisiones de la planta estarán por debajo de los estándares establecidos para las emisiones a la atmósfera y cumplirán en primer lugar con las normas mexicanas en la materia y cuando no haya contradicción con dichas normas, con lo establecido en las Guías de la IFC⁵ para Seguridad, Higiene y Medio Ambiente.

La cantidad esperada de gas en el tiro de la chimenea del reformador:

Gas de chimenea: 270,000 Nm^3/h

La cantidad de dióxido de carbono proveniente del sistema de remoción de CO_2 se estima de la siguiente manera:

CO_2 : 96,000 kg/h

⁵ Corporación Financiera Internacional.

II.6.4. Residuos peligrosos.

Los residuos peligrosos más comunes producidos por estas instalaciones son los catalizadores usados y sustituidos después de las puestas a punto programadas en el área de desulfuración del gas natural y en la de producción de amoniacó. Además de la completa observación de las leyes, reglamentos y normas aplicables, las estrategias de manejo para los catalizadores usados incluyen las siguientes:

- Una adecuada gestión del emplazamiento, incluida la inmersión de los catalizadores pirofóricos usados en agua durante su almacenamiento temporal y transporte hasta el punto final de tratamiento, evitando así las reacciones exotérmicas no controladas;
- Siempre que sea posible, la devolución de los catalizadores al fabricante para su regeneración o recuperación;
- La gestión fuera del emplazamiento por parte de empresas especializadas para recuperar los metales pesados mediante procesos de recuperación o reciclado siempre que sea posible, o bien por parte de agentes capaces de manejar los catalizadores usados y sus materiales no recuperables según las recomendaciones sobre residuos peligrosos y no peligrosos.

Como producto de las necesidades de operación y mantenimiento de los equipos, la maquinaria y vehículos utilizados en las distintas áreas de la planta se generarán un volumen de lubricantes relativamente alto. El volumen dependerá de los requerimientos de mantenimiento que establezcan los diferentes fabricantes para los equipos a instalar.

Además, habrá pequeñas cantidades de grasa y aceites generadas en las áreas de taller y servicios. Es importante señalar que algunos equipos deben recibir mantenimiento en el lugar, ya que son fijos o bien, por su tamaño o sus características no pueden enviarse a un taller fuera de las instalaciones.

En la planta sólo habrá un almacenamiento temporal de todos estos residuos, cuyo destino final se establecerá en el plan de manejo de residuos de la planta.

II.7. Identificación de las Posibles Afectaciones al Ambiente.

Además de la ocupación y transformación del terreno, los principales impactos que son característicos de este tipos de proyecto y las medidas de mitigación generales aplicables se presentan en la tabla II.7.1. Estas medidas se han incorporado al diseño del proyecto pero no serán las únicas consideradas. Las sustancias contaminantes generadas incluyen emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales y desechos sólidos.

Tabla II.7.1. Impactos ambientales de un proyecto tipo y medidas de mitigación generales.	
Impactos Ambientales Potencialmente Adversos	Medida de Mitigación
Calidad del Agua	- La descarga a aguas superficiales será monitoreada para garantizar el cumplimiento de los límites establecidos en las normas mexicanas. - Todos lo empleados estarán entrenados en el manejo y la disposición adecuada de todos los químicos, lubricantes, etc. - Los aceites gastados serán recolectados para una disposición final adecuada. - Todos los derrames y fugas deben limpiarse al momento de ocurrir usando materiales absorbentes, ya sea para químicos o aceites. - Los combustibles, químicos, lubricantes se almacenarán en áreas designadas para ese fin, protegidas por confinamiento secundario (pisos impermeables, charolas colectoras y/o diques) con cubiertas para protegerlas de la lluvia. - Adicionalmente, el Plan de Respuesta a Emergencias contendrá los procedimientos para manejar cualquier derrame en la planta de amoniaco propuesta.
Ruido	El nivel de ruido se mantendrá dentro de los límites establecidos en las normas mexicanas aplicables.
Transporte Terrestre– Transporte Marítimo	- Se dará cumplimiento de los requisitos establecidos por la Capitanía de Puerto. - Los conductores de vehículos relacionados con la planta estarán entrenados para manejar y transportar materiales peligrosos de forma segura. - La planta de amoniaco tendrá preparado un Plan de Respuesta a Emergencias para hacer frente a incidentes por derrames o fugas.
Seguridad e Higiene del Trabajador	- Todos los empleados serán instruidos en los procedimientos para reportar la respuesta a desastres y emergencia. - Los procedimientos y los números telefónicos de respuestas a desastres y emergencias serán colocados en sitios clave por toda la planta. - Se realizarán simulacros anunciados y no anunciados para evaluar la efectividad del entrenamiento.
Seguridad Pública	- Se colocarán señales de advertencia. - Se tendrá personal de vigilancia durante las 24 horas.

Las aguas residuales de tipo doméstico y las generadas por la operación de la planta serán dirigidas al sistema de tratamiento para después ser descargadas junto con el agua de enfriamiento y de la desaladora. Las aguas aceitosas provenientes de áreas con potencial de contaminación por grasas y aceites alrededor de la maquinaria se separarán y se encauzarán a un colector, desde donde se enviarán para ser purificadas por una compañía especializada.

Las descargas acuosas provenientes de los separadores de agua-aceite y las aguas crudas del retrolavado de filtros se encauzarán a los drenajes superficiales. Los escurrimientos pluviales de la planta se encauzarán por el drenaje interno para descargarlos en los drenes existentes. Las aguas de enfriamiento se descargarán al mar por una tubería.

II.8. Abandono del sitio.

No se tiene contemplado el abandono del sitio ya que la planta podrá laborar por un periodo indefinido siguiendo mediante los programas de mantenimiento y la eventual renovación de infraestructura y equipos. Sin embargo, si este fuese el caso, antes de iniciar el retiro de las instalaciones se definirá un programa adecuado a las circunstancias en que se de el abandono del sito y se someterá para su consideración y en su caso aprobación de las autoridades competentes.

II.9. Planes de Desarrollo a Futuro.

El desarrollo futuro del proyecto, para el cual en su momento se solicitará autorización en materia de impacto ambiental, contempla una ampliación de la planta para la instalación de áreas de producción de urea, así como un área de llenaderas para autotankers o un área de llenaderas para carrostanque de ferrocarril, todo lo cual se realizaría dentro de los predios de la empresa (figura II.9.1). Al ampliarse las instalaciones, se requerirá de incrementar la red interior de gas natural, por lo que será necesaria una segunda caseta de medición y regulación, así como una planta de cogeneración de energía eléctrica a partir de gas natural.

De igual forma, a mediano o largo plazo se tiene considerada la posibilidad de construir un muelle de carga a un costado de la planta, con lo que se reduciría el riesgo potencial de transportar amoniaco por ducto a lo largo de 3 kilómetros hasta el muelle de PEMEX, ya que entre otros factores, toda la tubería del amonioducto se localizaría dentro del predio de la empresa.

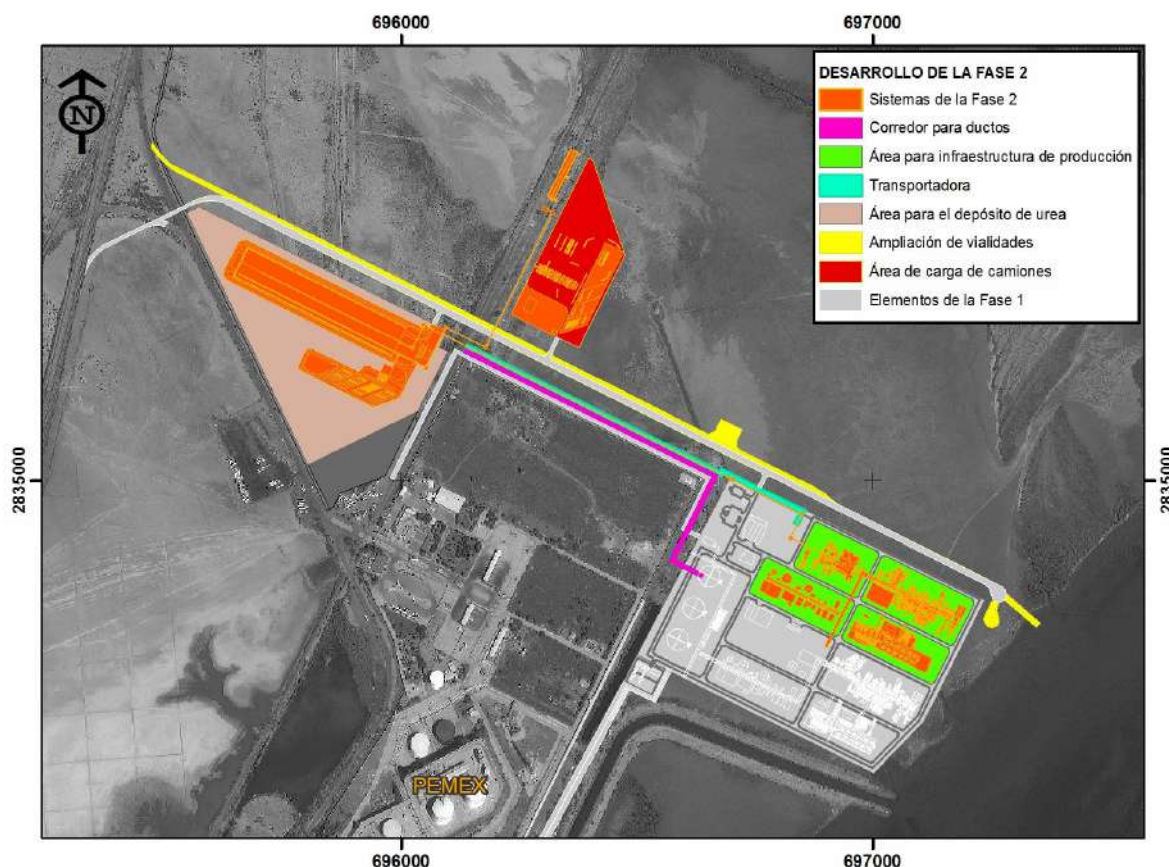


Figura II.9.1. Elementos considerados para una segunda fase del proyecto.

III. VINCULACIÓN CON LOS INSTRUMENTOS DE PLANEACIÓN Y ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES.

III.1. Información Sectorial.

La petroquímica es una rama de la actividad productiva cuya función es transformar el gas natural, el carbón y algunos derivados del petróleo en materias primas. La industria petroquímica es una plataforma fundamental para el crecimiento y desarrollo de importantes industrias como son la textil y del vestido; la automotriz y del transporte; la electrónica; la de construcción; la de los plásticos; la de los alimentos; la de los fertilizantes; la farmacéutica y la química, entre otras. Las principales cadenas petroquímicas son la del etano (olefinas ligeras), la de las naftas (aromáticos) y la del metano (gas natural), siendo a esta última a la que pertenece la producción de amoniaco.

El amoniaco es un compuesto que se emplea principalmente para la elaboración de fertilizantes pero tiene usos importantes en muchas otras industrias. Según los datos del Banco de Información Económica (BIE) del INEGI y de la SENER, en la década de 1990 la producción de amoniaco en México se redujo de forma notable (figura III.1), lo cual ha sido atribuido al incremento en el precio del gas natural, su principal insumo.

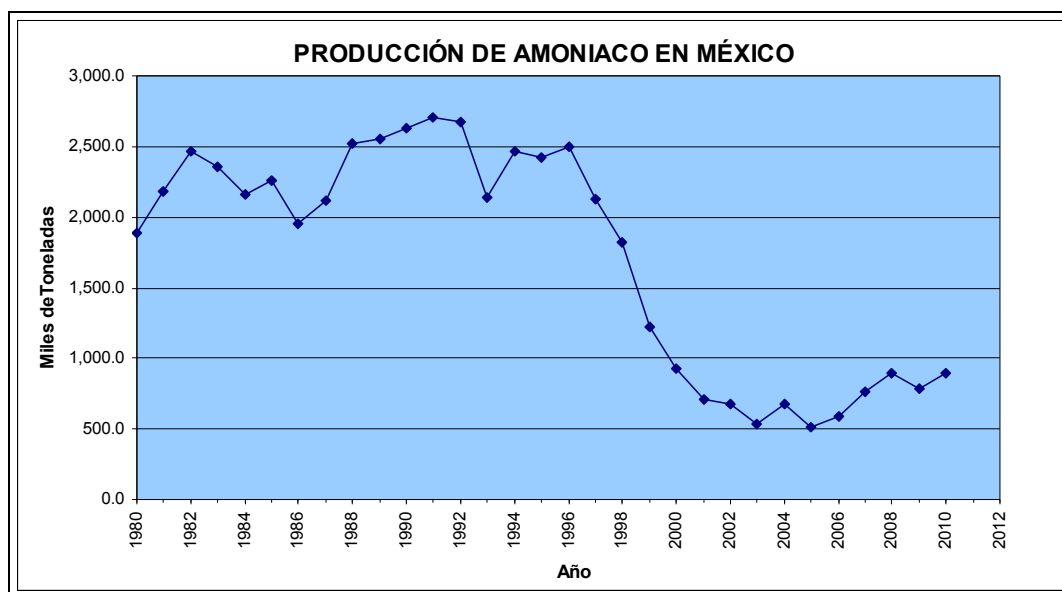


Figura III.1.1. Producción de amoniaco en México, 1980-2002.

En 1996, la producción de amoniaco fue de 2.5 millones de toneladas, el precio del gas natural estaba en 2.50 dólares por millón de BTU. A partir de 2002 los precios del gas natural aumentaron hasta alcanzar niveles cercanos a 13 y 14 dólares por millón de BTU a mediados del 2008. Conforme se incrementaban los precios del insumo, la producción de amoniaco fue decayendo, hasta llegar a niveles de 514,000 toneladas en 2005, seguido de un ligero repunte en la producción hasta 899,000 toneladas en 2010.

Actualmente en México la producción de amoniaco se basa principalmente en 3 plantas de PEMEX en operación, incluyendo la recientemente rehabilitada Planta V de Cosoleacaque, Veracruz. La distribución de la producción se realiza por medio de diversas empresas de fertilizantes. Según datos de PEMEX, el consumo estimado en México de fertilizantes es de 3.94 millones de toneladas. La escasez de amoniaco se ha solventado con importaciones.

El proyecto que se propone desarrollar en Topolobampo consiste de una inversión directa para la construcción de nueva infraestructura petroquímica para producción de amoniaco que permitirá aprovechar las condiciones favorables para del sector petroquímico. La producción esperada será de 2,200 TMPD, lo que representa aproximadamente 800,000 TM anuales.

Entre los factores que de manera general favorecen en la actualidad al sector está la caída del precio del gas natural, principal insumo para la producción de amoniaco, que para el 2012 se redujo a casi tres dólares por millón de BTU, su nivel más bajo en 11 años. De forma particular, en el noroeste del país el sector puede beneficiarse por la construcción de un ducto de importación de gas natural desde EUA. En Topolobampo, un ramal de este ducto servirá para proveer a la central termoeléctrica de la CFE, pero al mismo tiempo permitirá abastecer otras industrias.

III.2. Vinculación con las Políticas e Instrumentos de Planeación del Desarrollo en la Región.

III.2.1. Plan Nacional de Desarrollo 2013- 2018.

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece la planeación del desarrollo nacional como el eje que articula las políticas públicas que lleva a cabo el Gobierno de la República, pero también como la fuente directa de la democracia participativa a través de la consulta con la sociedad. Con base en esto ha sido desarrollado el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2018 en el cual convergen ideas y visiones, así como propuestas y líneas de acción, con el objetivo general de llevar a México a su máximo potencial.

Para alcanzar su objetivo general se establecen cinco Metas Nacionales y en su Capítulo VI, el Plan Nacional de Desarrollo (PND) detalla puntualmente una serie de estrategias y líneas de acción para alcanzar cada objetivo. Las Metas Nacionales son:

- I. México en Paz
- II. México Incluyente
- III. México con Educación de Calidad
- IV. México Próspero
- V. México con Responsabilidad Global.

Con relación a la Meta Nacional IV, México Próspero, la Estrategia 4.6.1 está orientada a asegurar el abastecimiento del petróleo crudo, el gas natural y los petrolíferos que demanda el país. Para esto hay siete líneas de acción propuestas en el PND, de las cuales dos se relacionan directamente con el proyecto:

- *Fortalecer el mercado de gas natural mediante el incremento de la producción y el robustecimiento en la infraestructura de importación, transporte y distribución, para asegurar el abastecimiento de energía en óptimas condiciones de seguridad, calidad y precio.* Al respecto, la planta contribuirá para que se aproveche el potencial de la nueva infraestructura instalada para la importación de gas natural y fortalecerá el mercado con un consumo regular de dicho insumo.

- *Promover el desarrollo de una industria petroquímica rentable y eficiente.* En este caso, la instalación de la nueva planta de amoniaco no sólo constituye un aumento en la capacidad de producción instalada en México, sino que será la base para el desarrollo de otras industrias del sector petroquímico que requieren de amoniaco como insumo, todo esto dentro de un modelo de negocios racional y mediante el uso de tecnologías que hacen un uso eficiente de los recursos y reducen notablemente los impactos en el medio ambiente.

Además de la falta de inversión en equipamiento e infraestructura, así como el alto costo del financiamiento, el PND identifica como un tercer reto el fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico. El campo mexicano tiene una alta vulnerabilidad a riesgos climáticos, sanitarios y de mercado, y una elevada dependencia externa de insumos estratégicos como los fertilizantes. Esta situación afecta el abasto, calidad y acceso a los agroalimentos.

Con el desarrollo de la planta de amoniaco de 2200 TMPD se reducirá de forma importante el volumen de amoniaco que se debe importar y al mismo tiempo se establecerán las bases para desarrollar nuevas industrias para la producción de fertilizantes mediante el uso de nuevas tecnologías, más eficientes y con un impacto ambiental bajo.

III.2.2. Plan Estatal de Desarrollo 2011- 2016.

El Plan Estatal de Desarrollo (PED) de Sinaloa está integrado por tres ejes, los cuales son la Obra Política, la Obra Humana y la Obra Material. En el PED se señala que en los últimos años Sinaloa ha crecido por debajo de su potencial. De acuerdo con las distintas mediciones del índice de competitividad estatal se le ubica en la media nacional.

De acuerdo con este documento, de los estados del noroeste del país, Sinaloa es el menos competitivo y atractivo para captar inversiones en la región, al tener competidores como Sonora, Baja California y Baja California Sur. En la zona del noroeste del país, el crecimiento promedio es de 4%, casi el doble del estado de Sinaloa, que es de 2.2 %.

La red carretera en el estado se considera insuficiente. Al contar con pocas carreteras, Sinaloa ocupa el lugar 18 en densidad carretera por 100 kilómetros y en crecimiento nacional se alcanza el lugar 11. De igual manera, el costo de energía eléctrica es muy alto; comparativamente, para uso industrial ocupa el lugar 18 y comercial el 16.

Aunado a lo anterior, las estrategias de desarrollo regional aplicadas han mostrado escasos resultados, lo que nos lleva a tener desequilibrios entre las regiones del norte, centro y sur del estado, como en la zona de los altos, los valles y la costa. De acuerdo con el PED la pobreza alimentaria que abarca a 13.7% de la población, se disemina en la zona de los altos, en tanto que la pobreza de capacidades, con 20.5%, tiende a concentrarse en la zona sur y la costa. La pobreza patrimonial, en la que se encuentra 47.0% de la población, se dispersa en toda la geografía estatal.

Estas condiciones de pobreza determinan que Sinaloa ocupe a nivel nacional, según el Programa de Naciones Unidas por el Desarrollo (PNDU), el lugar 18, con un índice de rezago social de 0.790, índice que lo ubica en equidistancia con el Distrito Federal, que tiene el mejor índice al contar con menor rezago y con Chiapas, que tiene las peores condiciones.

Según el diagnóstico del PED, en Sinaloa faltan empleos permanentes y con un nivel más alto de remuneración. El 70% de la población ocupada con remuneración gana de uno hasta cinco salarios mínimos. El empleo es precario, según el porcentaje de trabajadores remunerados sin acceso a las prestaciones de ley; la entidad se ubica en el lugar 16 en este indicador respecto al país.

El diagnóstico enfatiza en los aspectos estructurales de la economía, sus requerimientos de infraestructura, localización geoeconómica, competitividad y productividad.

El estancamiento que la economía sinaloense ha tenido en los últimos años, se origina por su estructura productiva, basada en el predominio del sector primario. Las actividades agropecuarias, la agroindustria tradicional y un sector de servicio encadenado al ciclo agrícola generan una baja contribución de valor y una marcada estacionalidad y vulnerabilidad, como lo muestran los efectos adversos que causan los cada vez más recurrentes factores climáticos.

El desarrollo de infraestructura física y de capital humano es condición indispensable para elevar la competitividad y promover el crecimiento económico, necesario para una mejor inserción en la economía global. Esto es el eje del desarrollo económico porque aumenta el intercambio, ensancha los mercados y crea puentes entre las regiones.

El PED considera que la localización geoeconómica de Sinaloa no es favorable. Se halla lejos tanto de la dinámica frontera norte, como de los principales centros de consumo del país. Su opción, en consecuencia, es satisfacer las nuevas exigencias provenientes de empresas mundiales que operan plataformas logísticas multimodales. Al contar Sinaloa con moderna infraestructura portuaria, carretera, ferroviaria, aeroportuaria y de servicios, se lograrán las condiciones para incorporarse a una dinámica económica global, atender una nueva demanda de servicios que buscan eficientar tiempos, calidad y costos totales en la ubicación de productos.

La competitividad proviene de la capacidad que tiene un país o una región para mantener sistemáticamente sus ventajas comparativas y crear otras nuevas, sobre todo las vinculadas con el desarrollo humano, el crecimiento de habilidades de todos aquellos que participan en el proceso productivo, o la disponibilidad de mayor infraestructura, la adopción de sistemas de calidad, a la aplicación de reglas claras para la gestión económica y a la capacidad de identificar otros nichos de mercado y de saber establecer alianzas y encadenamientos regionales.

La productividad es una variable estratégica para el crecimiento económico y para el bienestar de las familias, debido a que su comportamiento determina los niveles de eficiencia de la economía, del ingreso y del ingreso *per capita*.

En modelo de crecimiento nacional surgido a partir del Tratado de Libre Comercio con América del Norte (TLCAN) y acentuado por las tendencias económicas globales, Sinaloa es un estado con marcadas debilidades, lo que obliga a revisar de manera inteligente todo lo que sea necesario en el marco de las políticas públicas que se exigen en el siglo XXI para revertir esta situación. Es de alta prioridad llevar adelante y hacer realidad una nueva visión, que entre otros aspectos esté soportada en un número importante de proyectos clave, como lo son los proyectos estratégicos.

Tabla III.2.1. Relación del proyecto con los objetivos del Plan Estatal de Desarrollo de Sinaloa.	
Objetivo	Proyecto
Objetivo 1: hacer de Sinaloa un estado competitivo y con capacidad de crecimiento económico sostenible, con atractivos para la inversión y apoyado en infraestructura productiva de clase mundial.	El proyecto permitirá aumentar la producción de amoníaco en el estado, lo cual favorecerá la competitividad y crecimiento económico estatal. El proyecto consiste de una inversión directa en el estado para la construcción de infraestructura. El proyecto contempla la construcción de una planta de clase mundial para la producción de amoníaco
Objetivo 2: contar con una estructura económica más diversificada y fundada en el conocimiento, que genere alto valor agregado y bienestar a los sinaloenses: Promover y gestionar la infraestructura requerida para lograr una economía más competitiva, que incremente su potencial de crecimiento y esté alineada y orientada hacia la participación en las nuevas tendencias económicas globales.	La planta de producción de amoníaco contribuirá a la economía aumentando la oferta de amoníaco en el mercado local. Por la extensión de las zonas agrícolas, esta sustancia es un insumo básico. Con el amoníaco que se produzca el noroeste de Sinaloa pasará de ser sólo un importador de amoníaco a ser un exportador. Por lo tanto, el proyecto es compatible con el PED de Sinaloa.

El plan contempla la realización de proyectos estratégicos, que incluyen el construir el gasoducto Mazatlán a Topolobampo, así como el diseñar y ejecutar un plan maestro a veinte años para desarrollar la plataforma logística y energética de Topolobampo como un nuevo puerto comercial e industrial de clase mundial. Esto incluye:

- Reconvertir a gas natural de la planta de energía eléctrica de la CFE.
- Instalar la nueva termoeléctrica de la CFE «El Fresnal» de 753 Mw a ciclo combinado.
- Instalar una planta fertilizante de 400 mil toneladas con gas natural.
- Construir la carretera Los Mochis-Chihuahua (altas especificaciones).

El proyecto de producción de amoníaco permitirá incrementar los beneficios de la infraestructura que se está construyendo para llevar gas natural a Topolobampo y al mismo tiempo será un elemento vital para eventualmente alcanzar la meta de producir las 400,000 toneladas de fertilizantes que requiere el estado, al proveer un insumo básico.

III.2.3. Plan Municipal de Desarrollo 2011-2013.

El área de estudio se encuentra incluida en el área de cobertura del Plan Municipal de Desarrollo de Ahome 2011-2013. El plan define sus objetivos estratégicos en 6 ejes:

- Eje 1 - Seguridad.
- Eje 2 - Empresas y Empleo.
- Eje 3 - Familia.
- Eje 4 - Servicios Públicos.
- Eje 5 - Jóvenes.
- Eje 6 - Gobierno.

En el Eje 2 se plantean políticas, estrategias y acciones de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, a ese eje se le denomina “Ahome Despierta con Mejores Empresas y Mayores Oportunidades de Empleo”.

El objetivo general de este eje es que el Gobierno Municipal ejerza un papel activo de Promotor del Desarrollo Económico. La Estrategia Municipal de Desarrollo Económico Sustentable se llevará a cabo coordinadamente con los Programas que los gobiernos estatal y federal impulsan en conjunto con inversionistas privados. En este sentido, proyecto contribuye a alcanzar el objetivo general del Plan a través de la creación de empleos y por representar una fuente de insumos para las actividades agropecuarias de la región. Los objetivos estratégicos son cinco:

1. Gestionar la aplicación de Fondos y Programas federales que generen empleos en el Municipio.
2. Promover y apoyar una actitud más emprendedora en la Población.
3. Promover las ventajas competitivas del municipio ante inversionistas.
4. Promover y apoyar el desarrollo local en las comunidades rurales del municipio.
5. Impulsar el turismo local como mecanismo de desarrollo en el municipio.

El proyecto de construcción de la planta de amoniaco puede responder al objetivo estratégico 3, ya que se genera una oportunidad para aprovechar elementos que se presentan en el municipio, como el nuevo gasoducto de dirección a la CFE en

Topolobampo y el papel del puerto en la red de distribución de amoniaco, traduciéndolos en una importante inversión directa que generará empleos permanentes y que favorecerá el desarrollo de otras actividades de la región.

III.2.4. Plan Estatal de Desarrollo Urbano de Sinaloa 2007-2020.

Entre los objetivos de este Plan están el ordenar y regular el crecimiento urbano de la entidad; estimular el desarrollo urbano sustentable; alentar la permanencia de la población en localidades de dimensiones medias, rurales, rurales en proceso de consolidación y urbanas en proceso de consolidación; asegurar las condiciones para el desarrollo óptimo de los centros urbanos del estado; potencializar el desarrollo de localidades turísticas; definir una nueva división regional; y generar las políticas básicas sobre las que se basará el Plan de Ordenamiento Territorial (actualmente en elaboración).

De las líneas estratégicas territoriales se derivan cuatro líneas de acción identificadas como Sistema de Regiones, Sistema de Localidades Estructurales, Sistema Turístico y Sistema de Áreas Naturales Protegidas. Se proponen 5 regiones en el Estado: Región Norte, Región del Évora, Región Central, Región Elota - San Ignacio y Región Sur.

La Región Norte se compone por los municipios de Ahome, Choix, El Fuerte, Guasave y Sinaloa, su vocación es agropecuaria detentando el 52.7% del total de la superficie de riego del estado, sin embargo sólo genera el 28.4% del PIB Estatal. En el sistema turístico, Los Mochis está considerado en el polo de desarrollo denominado Barranca del Cobre, el cual vincula localidades como Los Mochis, Topolobampo, El Fuerte y Mochicahui, siendo los espacios turísticos Topolobampo y El Maviri, además de las presas Josefa Ortiz de Domínguez, Miguel Hidalgo y Huities, así como un turismo de corte cultural en El Fuerte. Topolobampo se incluye entre las localidades donde:

- Se define la necesidad de crear condiciones para un crecimiento enfocado, mediante la definición de las áreas susceptibles a este crecimiento. A través de una definición clara del uso del suelo, marcando la pauta para el desarrollo integral.
- Dado que estos espacios se manifiestan en expansión, es necesario definir los espacios de conservación sobre los que no se ejercerá presiones de habitación,

canalizando el uso de las áreas previamente definidas, así mismo el estado demarcará aquellos espacios denominados como reservas debido a las apremiantes necesidades de mantener espacios que en el futuro fungirán como viviendas para el apoyo social.

- Con el objeto de contribuir al equilibrio ambiental, así como abastecer necesidades de la población, es necesario canalizar inversiones en sistemas de saneamiento y depósitos de basura, proyectos que pueden apoyarse de inversiones regionales.
- En materia de vialidades y transportes, es necesario un ordenamiento de los espacios de estacionamiento, que impidan problemáticas de doble fila. Por otro lado, es necesario un sistema que abastezcan a la ciudad en general, pensando en trasportes de calidad, cuyo uso sea de apoyo y no de agentes perturbadores.

Al respecto, se considera que para la zona de Topolobampo se deben establecer áreas de crecimiento que consideren no sólo la vocación turística sino también las necesidades de crecimiento de sectores como el portuario e industrial. En este sentido, dado que no existen aun los programas específicos que requiere el Plan, no existen conflictos entre este y el proyecto de instalación de la planta.

III.5.4. Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Mochis-Topolobampo.

El Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Los Mochis-Topolobampo hasta el km 18+600, en el municipio de Ahome, fue publicado en diciembre del 2001 en el Periódico Oficial *El Estado de Sinaloa*. En este Plan se determinan:

- I. Las áreas susceptibles de desarrollo urbano.
- II. La mezcla de usos del suelo.
- III. El límite del centro de población.
- IV. Las normas de vialidad e imagen urbana; y
- V. Las propuestas e inversión urbana.

El predio para la planta se distribuye entre terrenos con uso IP (Industria Pesada) y el Área 2, definida esta última en referencia al Plan Sectorial de Zonificación del Puerto de Topolobampo, publicado en el periódico oficial del estado el 22 de junio de 1994 y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Sur del Puerto de Topolobampo, publicado 24 de septiembre de 1997. Sin embargo, el Plan Director de Desarrollo Urbano del Puerto de Topolobampo del 20 de mayo de 2009 derogó dichos instrumentos, así como toda disposición que se le contraponga en su área de aplicación. En este caso la mención a este instrumento se debe a que es importante resaltar que con anterioridad se había identificado el potencial del sitio para uso industrial.

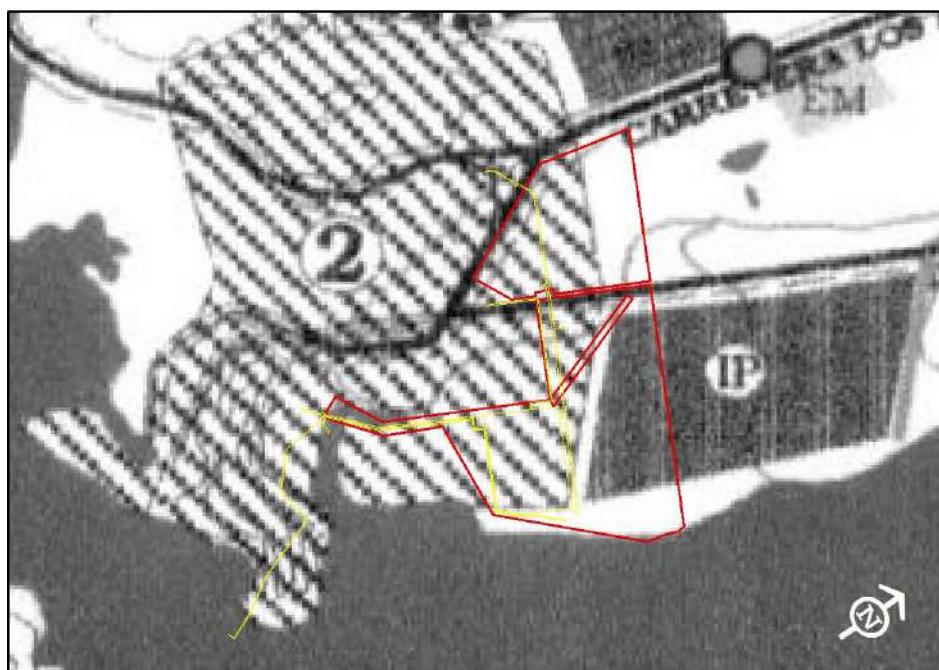


Figura III.2.1. Ubicación del sitio en el PPDU del Corredor Los Mochis-Topolobampo.

III.2.6. Plan Director de Desarrollo Urbano del Puerto de Topolobampo.

Este Plan, que fue decretado en mayo del 2009 en el Periódico Oficial El Estado de Sinaloa, integra el conjunto de políticas, lineamientos, estrategias y disposiciones de Topolobampo, con el fin de promover el desarrollo racional y equilibrado de su territorio.

El Artículo 54 de la Sección del texto vigente Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Sinaloa (Última reforma publicado P.O. del 27 de Febrero de 2013), establece que el Plan Director de Desarrollo Urbano, integra el conjunto de políticas, lineamientos, estrategias, reglas técnicas y disposiciones, establecidas en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano referidas a un centro de población determinado, tendientes a promover el desarrollo racional y equilibrado de su territorio.

La fracción IV de Artículo 5 de la misma Ley define a un centro de población como las áreas constituidas por las zonas urbanizadas, las que se reserven a su expansión y las que se consideren no urbanizables o de conservación por causas de preservación ecológica, prevención de riesgos y mantenimiento de actividades productivas *dentro de los límites de dichos centros*, así como las que por resolución de la autoridad competente se provean para fundación de los mismos

Por otra parte, el decreto que establece el PDDU deroga las disposiciones contenidas en el Plan Sectorial de Zonificación del Puerto de Topolobampo publicado el día 22 de junio de 1994 y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Sur del Puerto de Topolobampo publicado el día 24 de septiembre de 1997. Asimismo, deroga todos los planes parciales, sectoriales o de cualquier otro tipo en materia urbana así como las disposiciones reglamentarias y administrativas que se opongan al decreto y que se encontraban vigentes hasta antes de su publicación, siempre y cuando tuviesen su aplicación en la misma área.

Es importante señalar que el predio del proyecto se encuentra dentro del área de estudio utilizada como referencia en dicho plan pero se encuentra fuera de los límites del centro de población correspondiente a Topolobampo (figura III.2.2). Sin embargo, el gasoducto y parte del amonioducto se encuentran dentro de los límites del centro de población, por lo que aquí se analizan las disposiciones aplicables a dichos elementos.

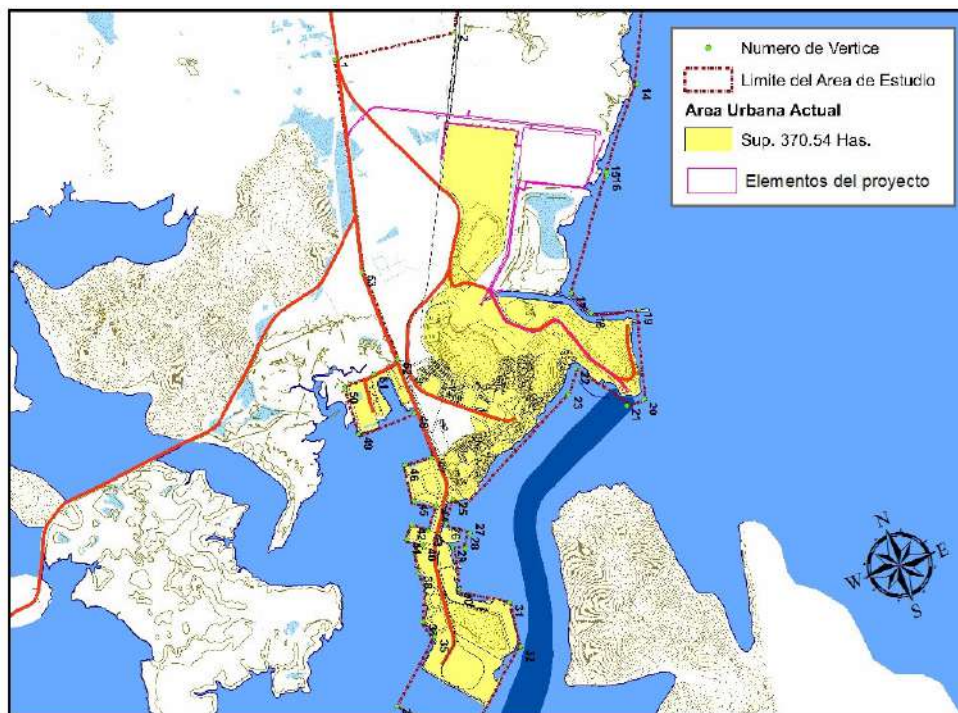


Figura III.2.2. Ubicación del sitio y área de estudio del PDDU del puerto de Topolobampo.

De acuerdo con la zonificación primaria del PDDU las obras no serán realizadas en zonas no urbanizables dentro del centro de población. El amonioducto sigue el mismo trazo de los ductos existentes de PEMEX, sobre una vialidad y atravesando un área urbanizable a corto plazo, aunque no constituye una nueva urbanización. El gasoducto se construye en la franja perimetral de PEMEX, donde también está el camino de acceso al predio. Estas áreas forman parte de la infraestructura desarrollada para la instalación de actividades industriales, en el límite de la zona urbana.

De acuerdo con la zonificación secundaria, el uso del suelo en el trazo del gasoducto corresponde a Industria Pesada, mientras que el trazo del amonioducto se encuentra en una vialidad regional. Dicha vialidad es conocida como la Carretera al Muelle de PEMEX, sin nombre oficial. Es utilizada principalmente para llegar al Muelle de PEMEX, a la vez que funciona para el mantenimiento y derecho de vía de sus ductos, aclarando que la misma es de uso público en general, no existiendo exclusividad o derecho alguno para ser utilizada exclusivamente por PEMEX o CFE. Es de pavimento asfáltico de dos carriles y se encuentra en regulares condiciones, ya que se ubican zonas de deterioro (baches).

Los riesgos que se puedan derivar de estas instalaciones se analizan en los estudios de riesgo Nivel 0 respectivos, mismos que acompañan a esta MIA.



Figura III.2.3. Zonificación primaria en el PDDU del puerto de Topolobampo.



Figura III.2.4. Zonificación secundaria establecida en el PDDU del puerto de Topolobampo.

III.2.7. Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California.

El Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California es un instrumento de la política ambiental, a través del cual se pretende que el gobierno y la sociedad construyan de manera conjunta un proceso de planeación regional en el que se generen, instrumenten y evalúen las políticas públicas dirigidas a lograr un mejor balance entre las actividades productivas y la protección del ambiente.

Bajo este contexto, a lo largo del proceso **se deberán considerar los intereses y las necesidades de los diferentes actores sociales** para establecer, de manera justa, los mecanismos de consenso y negociación en el que converja una visión regional de desarrollo, bajo un esquema de sustentabilidad.



Figura III.2.5. Ubicación del sitio en el POEM del Golfo de California.

En este caso, la zona litoral donde se encuentra el puerto de Topolobampo y el sitio del proyecto se localizan en la Unidad de Gestión Costera (UGC) 11 (Sinaloa Norte) la cual abarca una superficie total de 5,939 km² (figura III.2.5) y limita con el litoral del estado de

Sinaloa que va de la parte sur de la bahía de Agiabampo al sur de la Laguna de Navachiste. Sus principales centros de población son Topolobampo, Los Mochis, Guasave y Ahome.

Este ordenamiento presenta los resultados del cálculo diversos índices para establecer la aptitud sectorial. Dicha aptitud se refiere a las zonas donde se presentan aquellas características o condiciones del medio marino-costero que favorecen o permiten el desarrollo de las actividades sectoriales.

Así, los valores de aptitud alta únicamente reflejan aquellas áreas del Golfo de California que a escala regional son más propicias para el desarrollo de las actividades productivas y de conservación, sin que esto signifique que las actividades con aptitud baja no se puedan desarrollar o que desde la visión gubernamental se les dé menor importancia. Esto nos indica que el POEM no excluye la posibilidad de construir la planta de amoniaco. Debe tomarse en cuenta que el programa actúa en una escala regional y no puntual como sería la escala del proyecto.

Las actividades alrededor de las cuales gira el cálculo de índices son la conservación, la pesca ribereña, la pesca industrial y el turismo. Las tablas III.2.2 a III.2.4 presentan los atributos ambientales, las interacciones y el contexto regional de la UGC 11.

Tabla III.2.2. Principales atributos ambientales que determinan la aptitud de la UGC 11.	
Sectores con aptitud predominante	Principales atributos ambientales que determinan la aptitud
Conservación (aptitud alta)	- alta biodiversidad - zonas de distribución de aves marinas. - zonas de distribución de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, entre las que se encuentran la totoaba, el tiburón peregrino, el tiburón ballena, el tiburón blanco, la ballena jorobada y la ballena azul. - bahías y lagunas costeras, entre las que se encuentran Bahía de Topolobampo - Ohuira, Bahía de Navachiste, parte sur de la Bahía de Agiabampo. - humedales. - áreas naturales protegidas: Islas San Ignacio, Vinorama, Macapule, Pájaros, Farallón, Santa María y Mazocahue, entre otras, que forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California.

Tabla III.2.2. Principales atributos ambientales que determinan la aptitud de la UGC 11.	
Sectores con aptitud predominante	Principales atributos ambientales que determinan la aptitud
Pesca ribereña (aptitud alta)	- zonas de pesca de camarón, de escama y de calamar. - bahías y lagunas costeras, entre las que se encuentran Bahía de Topolobampo - Ohuira, Bahía de Navachiste, parte sur de la Bahía de Agiabampo.
Pesca industrial (aptitud alta)	- zonas de pesca de camarón, corvina, de pelágicos menores y de calamar
Turismo (aptitud alta)	- bahías y lagunas costeras, entre las que se encuentran Bahía de Topolobampo - Ohuira, Bahía de Navachiste, parte sur de la Bahía de Agiabampo. - zonas de distribución de aves marinas. - infraestructura hotelera y de comunicaciones y transportes. - áreas naturales protegidas: Islas San Ignacio, Vinorama, Macapule, Pájaros, Farallón, Santa María y Mazocahue, entre otras, que forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna Islas de Golfo de California.

Tabla III.2.3. Interacciones predominantes en la UGC 11.	
Sectores	Interacciones predominantes
Pesca industrial y Pesca ribereña	- uso de las mismas especies y/o espacios, particularmente en la pesquería del camarón y captura incidental de especies objetivo de la pesca ribereña por parte de la flota industrial
Pesca industrial y Conservación	- impacto de la pesca de arrastre sobre el fondo marino y por la captura incidental de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre - zona de pesca de pelágicos menores, recurso considerado como estratégico por el sector Conservación en la distribución de mamíferos marinos. Sinergia potencial si se acuerdan medidas de manejo concertadas.
Pesca ribereña y Conservación	- captura incidental de especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre - impacto de las artes de pesca (chinchorro de arrastre) sobre el fondo marino y en los sistemas lagunares costeros. - uso de las islas para el establecimiento de campamento temporales, generando problemas de contaminación, introducción de especies exóticas y perturbación de la flora y fauna en general.

Tabla III.2.4. Contexto regional de la UGC 11 del POEM del Golfo de California.	
Contexto regional	
Nivel de presión terrestre: medio en la parte norte y alto en la parte sur	Asociada principalmente al desarrollo urbano concentrado principalmente en Topolobampo, Los Mochis, Guasave y Ahome y a las actividades agrícola y acuícola (principalmente cultivo de camarón).
Nivel de vulnerabilidad: muy alto	Fragilidad: muy alta. Nivel de presión general: muy alto.

El lineamiento ecológico para esta UGC señala que las actividades productivas que se lleven a cabo en esta Unidad de Gestión Ambiental deberán desarrollarse de acuerdo con las acciones generales de sustentabilidad, con el objeto de mantener los atributos naturales que determinan las aptitudes sectoriales, particularmente las de los sectores de pesca ribereña, pesca industrial y conservación que presentan interacciones altas. En esta Unidad se deberá dar un énfasis especial a un enfoque de corrección que permita revertir las tendencias de presión muy alta, la cual está dada por un nivel de presión terrestre medio en la parte norte y alto en la parte sur, así como por un nivel de presión marina alto. En este sentido, la planta de amoniaco ha incluido en su diseño medidas de control para sus emisiones a la atmósfera y para sus descargas de agua, a fin de evitar daños al sistema lagunar que pudiesen afectar las actividades ya mencionados.

El programa plantea una serie de acciones de aplicación regional por sector, dirigidas al desarrollo de las actividades productivas bajo principios de sustentabilidad. Asimismo, a través de estas acciones se promueve la coordinación interinstitucional para la atención de problemas ambientales en la región. La terminal donde se hará la carga de amoniaco forma parte del sector comunicaciones y transportes, para el cual las acciones son:

- I. Con fundamento en sus atribuciones, la SEMARNAT vigilará que los proyectos de desarrollo portuario (incluyendo la actividades de carga de amoniaco) y marítimo cumplan con los siguientes criterios de sustentabilidad:
 - Evitar la afectación de las especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, así como de sus hábitats. En este sentido, el proyecto realiza su actividad en un área portuaria en operación y no afecta a ninguna especie en riesgo o prioritaria.
 - Evitar la degradación o destrucción de hábitats y ecosistemas prioritarios como arrecifes, pastos marinos, humedales costeros (principalmente manglares), bahías, esteros, lagunas costeras, islas, dunas costeras, entre otros. El proyecto no requiere de alterar o destruir ecosistemas prioritarios y aplicará aquellas medidas necesarias para garantizar que no habrá degradación por contaminación del medio acuático. Estas medidas están plasmadas en sus programas de operación, de monitoreo ambiental y de atención a emergencias.

- Garantizar el mantenimiento de los procesos de transporte litoral y la calidad de agua. El proyecto no incluye la construcción de obras que puedan afectar el entorno litoral. Las actividades de carga de amoniaco se desarrollarán en una terminal ya construida y en operación. La construcción de la planta se hará sobre terrenos donde la dinámica natural fue previamente alterada por la construcción de obras como el terraplén del ferrocarril o la Terminal de Distribución de Gases Licuados (TGDL) de PEMEX.
- II. La SCT en el marco de sus atribuciones y en coordinación con la SEMARNAT y demás dependencias y entidades de la Administración Pública Federal competentes, los gobiernos de los estados, los gobiernos de los municipios costeros y el sector de turismo, fortalecerá las acciones para la prospección de sitios de mayor aptitud para el desarrollo portuario y marítimo, con el mínimo impacto ambiental adverso, que garantice, entre otras:
- Evitar la afectación de las especies y poblaciones en riesgo y prioritarias para la conservación conforme a la Ley General de Vida Silvestre, así como de sus hábitats. Al respecto, el proyecto no afecta elementos naturales de estas características.
 - Evitar la degradación o destrucción de hábitats y ecosistemas prioritarios como arrecifes, pastos marinos, humedales costeros (principalmente manglares), bahías, esteros, lagunas costeras, islas, dunas costeras, entre otros;
 - La formulación de propuestas alternativas para la reubicación de proyectos de comunicaciones y transportes, cuando exista evidencia para fundamentar que se van a dañar de manera irreversible los humedales costeros (principalmente manglares) en su estructura y función.

De manera particular, el sitio del proyecto se encuentra dentro de la Unidad Ambiental 2.2.4.21.1.7b, como lo describe el Anexo 2 del Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California, el cual contiene los principales atributos ambientales que determinan la aptitud sectorial de cada UGC. Las tablas III.2.5 a III.2.10 presentan las características de esta Unidad Ambiental.

Tabla III.2.5. Aptitud sectorial en UA 2.2.4.21.1.7b de la UGC11.									
CLAVE_UA	Cobertura (%)	Turismo (IATUR)		Pesca Industrial (IAPIN)		Pesca R bereña (IAPER)		Conservación (ICON)	
2.2.4.21.1.7b	3.5	0.209	Alto	0.908	Alto	0.811	Alto	0.82	Alto

Tabla III.2.6. Niveles de interacción sectorial en la UGC11.													
CLAVE_UA	Cobertura (%)	Turismo - Pesca Industrial		Turismo - Pesca R bereña		Turismo - Conservación		Pesca Industrial-Conservación		Pesca Ribereña - Conservación		Pesca R bereña - Pesca Industrial	
2.2.4.21.1.7b	3.5	0.588	Medio	0.593	Medio	0.552	Medio	0.862	Alto	0.835	Alto	0.89	Alto

Tabla III.2.7. Niveles de interacción total en la UGC11.			
CLAVE_UA	Cobertura (%)	Interacción Total	
2.2.4.21.1.7b	3.5	0.709	Alto

Tabla III.2.8. Niveles de presión, fragilidad y vulnerabilidad en la UGC11.				
CLAVE_UA	Presión	Fragilidad	Vulnerabilidad	
2.2.4.21.1.7b	Alto	Alto	0.83	Alto

Tabla III.2.9. Niveles de presión, fragilidad promedio y prioridad general en el POEM-GC.						
Fragilidad Promedio por UGA	Fragilidad Promedio Normalizada	Clases de Fragilidad	Presión Promedio por UGA	Presión Promedio Normalizada	Clases de Presión	Prioridad a nivel general del Golfo de California
0.63	0.83	Muy Alto	0.72	0.87	Muy Alto	Prioridad 1

Tabla III.2.10. Niveles de presión, fragilidad promedio y prioridad a nivel estatal.						
Fragilidad UGA	Fragilidad (normalizado)	Clases de la fragilidad	Presión UGA	Presión (normalizado)	Clases de la presión	Prioridad a nivel estatal
0.63	1.00	Muy Alto	0.72	0.00	Bajo	Prioridad 1 a nivel estatal en Sinaloa

La construcción de la planta se hará en un área previamente transformada por acciones como el relleno de terrenos para las instalaciones de PEMEX, la Instalación de la termoeléctrica de la CFE, del canal para aguas de enfriamiento y por la construcción del terraplén del ferrocarril. Dichas transformaciones hacen que el predio del proyecto se encuentre aislado de los procesos continentales lo cual, en combinación con la carencia de una cubierta vegetal, determina que los flujos de materia y energía hacia las zonas aledañas sean bajos o nulos. Esto, junto con las medidas de seguridad y de control de contaminantes, evitará que la planta se convierta en un factor de deterioro ambiental.

III.3. Análisis de los Instrumentos Normativos (Leyes).

III.3.1. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Esta ley contiene diversas disposiciones relacionadas con el desarrollo de un conjunto de obras como las que integran el proyecto para la construcción y operación de la planta de amoniaco. De acuerdo con el Artículo 28, la evaluación del impacto ambiental es un procedimiento mediante el cual se busca evitar o reducir al mínimo los efectos negativos que la realización de obras o actividades podría tener sobre el ambiente. Con este procedimiento se busca establecer las condiciones a que se sujetarán los proyectos que puedan causar desequilibrio ecológico o rebasar los límites y condiciones establecidos en las disposiciones aplicables para proteger el ambiente.

Para ello, quienes pretendan llevar a cabo alguna obra o actividad incluida en el reglamento aplicable, requieren de obtener la autorización previa de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), en materia de impacto ambiental. El proyecto requiere de una manifestación de impacto ambiental, ya que puede ubicarse entre los proyectos considerados en las siguientes fracciones:

- Fracción I, al incluir un gasoducto para la recepción de gas natural y un ducto para enviar el amoniaco producido al puerto de Topolobampo.
- Fracción II, ya que implica actividades relacionadas con la industria petroquímica en forma de la planta de producción de amoniaco, incluyendo el almacenamiento temporal del producto.
- La Fracción X, que contempla a las obras y actividades en humedales, manglares, lagunas, ríos, lagos y esteros conectados con el mar, así como en sus litorales o zonas federales aplica por tratarse de una zona costera.

El Artículo 30 de la Ley señala, entre otras cosas, que cuando se trate de actividades consideradas altamente riesgosas, se deberá incluir el estudio de riesgo correspondiente, por lo que junto con la Manifestación de Impacto Ambiental se presentan los estudios de riesgo nivel 0 para el gasoducto y el amonioducto, así como el estudio de riesgo nivel 2 para la planta de amoniaco.

III.3.2. Ley General de Vida Silvestre (Artículo 60 Ter).

El sitio para la planta de amoniaco consiste de un área rectangular de aproximadamente 26.7 hectáreas, en su mayoría plana y sin vegetación. Esta área está limitada al suroeste por el terraplén del canal de descarga de agua de enfriamiento de la termoeléctrica de la CFE, al noroeste por los terrenos de PEMEX formados en parte mediante rellenos de terrenos bajos y al sureste por la Bahía de Ohuira.

Cabe recordar que aquí hemos denominado como el sitio del proyecto a las 26.7 hectáreas que ocupará la planta, que son una fracción de las aproximadamente 202.57 hectáreas de terrenos con que cuenta la empresa en la zona, a las cuales nos referiremos como el predio de la empresa. Esto es importante para evitar confusiones más adelante, cuando con el fin de describir el entorno ambiental nos referiremos a las siete asociaciones vegetales que se encuentran en el predio de la empresa, de las cuales sólo tres se encuentran en el sitio del proyecto.

Los bordos contruidos para el canal de la CFE y el talud de la zona de relleno de PEMEX han propiciado el desarrollo de vegetación donde antes no la había la cual, al igual que en la margen de la laguna, se desarrolla en forma de franjas estrechas. En el sitio del proyecto dicha vegetación incluye dos asociaciones vegetales, donde se encuentran dos de las cuatro especies de mangle presentes en la Bahía de Ohuira.

La presencia del mangle determina que para el proyecto se deba atender lo establecido en el **Artículo 60 Ter de la Ley General de Vida Silvestre**, adicionado a la Ley en febrero de 2007. Por lo tanto, para el proyecto de la planta de amoniaco se han analizado las implicaciones de está Ley y se verificado que se garantice que se mantendrá la integridad de este tipo de vegetación y de su entorno ecológico, el cual incluye a los flujos hidráulicos.

En la Tabla III.3.1 se presentan las disposiciones contenidas en el Artículo 60-Ter de la Ley y su relación con el proyecto. Posteriormente, se describe la información que sustenta la interpretación de tales disposiciones.

Tabla III.3.1. Disposiciones de la Ley General de Vida Silvestre y vinculación con el proyecto.		
Artículo	Disposiciones	Implicaciones en el Uso del Territorio
60 TER	Queda prohibida la remoción, relleno, transplante, poda, o cualquier obra o actividad que afecte la integralidad del flujo hidrológico del manglar; del ecosistema y su zona de influencia; de su productividad natural; de la capacidad de carga natural del ecosistema para los proyectos turísticos; de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; o bien de las interacciones entre el manglar, los ríos, la duna, la zona marítima adyacente y los corales, o que provoque cambios en las características y servicios ecológicos. Se exceptuarán de la prohibición a que se refiere el párrafo anterior las obras o actividades que tengan por objeto proteger, restaurar, investigar o conservar las áreas de manglar.	El proyecto se desarrolla en una zona previamente transformada que por la presencia del terraplén del ferrocarril y otra infraestructura, ha sido aislada de las áreas de inundación que dominan la región. El relleno para la construcción de la planta se hará lejos de los cuerpos de manglar de la Bahía de Ohuira y no afectará los flujos hidrológicos que los alimentan.
		El sitio del proyecto se encuentra en su mayor parte desprovisto de vegetación y sin fauna residente, por lo que su productividad natural es muy baja y no hay un intercambio de materia o energía que le otorgue un papel relevante para el ecosistema regional. En el sitio existe una zona de manglar sobre la línea de costa que depende directamente de la Bahía de Ohuira. Este cuerpo de manglar no será alterado de ninguna manera por el proyecto.
		El proyecto no afecta la productividad natural ni la capacidad de carga natural del ecosistema, ya que en el sitio donde se construirá la planta el mangle no se desarrolla en condiciones naturales, sino que ocupa un espacio sobre los bordos de la infraestructura existente. De manera natural, estas áreas no estaban originalmente ocupadas por mangle.
		La ubicación del sitio respecto al límite de las mareas provoca periodos muy largos de desecación, incluso de meses, lo que determina que no se encuentren ahí zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de especies acuáticas.
		El proyecto respeta la vegetación a la orilla de la Bahía de Ohuira, de forma que se mantendrán las interacciones existentes de esa zona con el manglar, la duna y la zona marítima adyacente.

La vegetación del sitio de la planta y de sus alrededores incluye asociaciones vegetales con mangle en diversos estados de desarrollo, ya sea como matorrales o plántulas. La distribución de la vegetación de mangle y la composición de especies no presenta un gradiente como el que generalmente ocurre por las diferencias en el régimen de inundación.

Esta vegetación está dominada por la especie con mayor resistencia a los periodos de desecación (*Avicennia germinans*), mientras que las especies que requieren de alto grado de humedad y de la influencia continua de la marea se encuentran ausentes o cerca del borde de la laguna, en muy baja densidad. La figura III.3.1 presenta la cobertura de los tipos de vegetación con mangle que se encuentran en el predio en el predio.

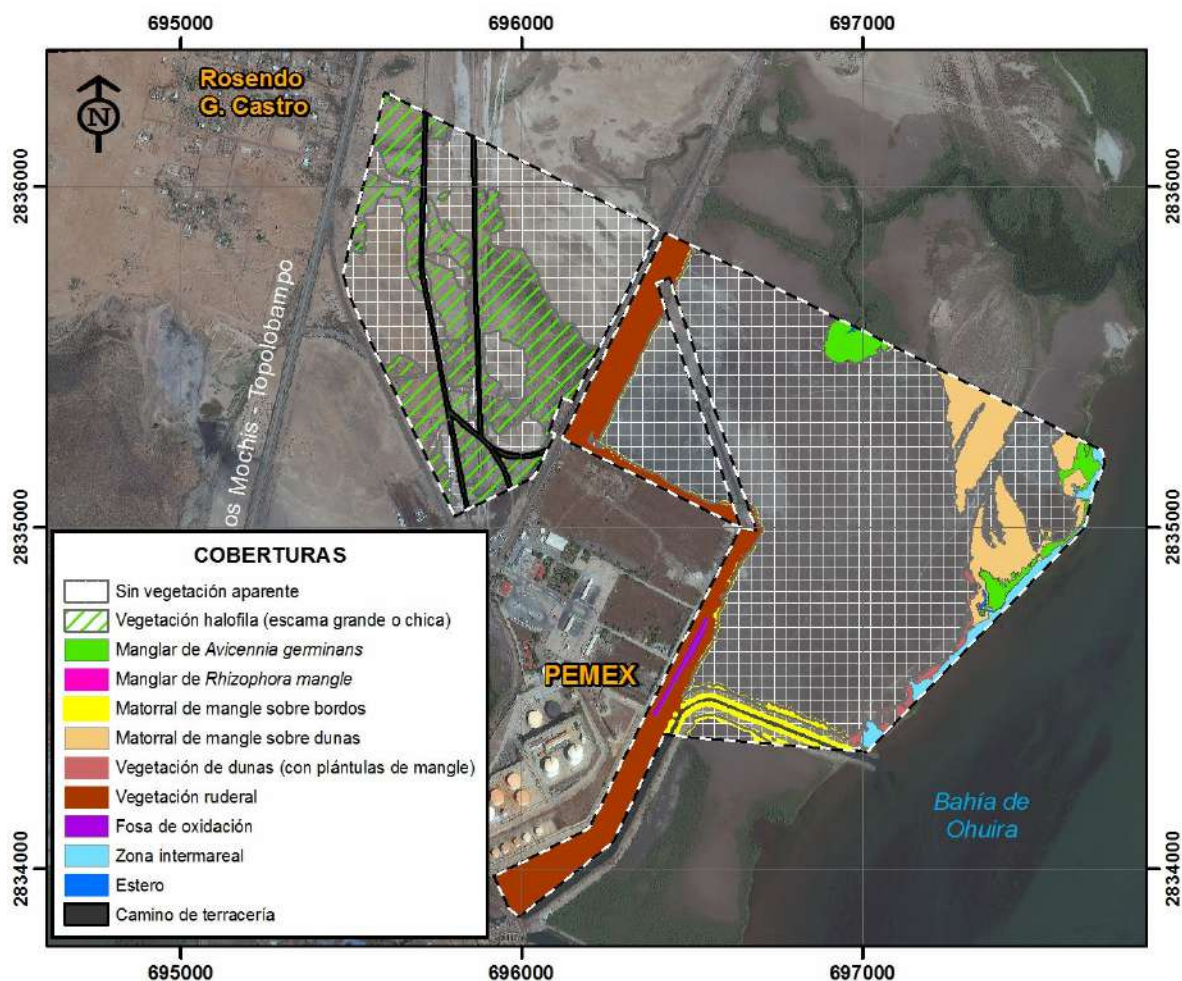


Figura III.3.1. Vegetación de mangle o con mangle en los predios.

Las características particulares de estas asociaciones vegetales y su distribución se describen a detalle en el Capítulo IV de este documento. En el caso de las asociaciones de manglar o con especies de mangle, estas son las siguientes:

- I. Los manglares con *Avicennia* y *Rhizophora*, que presentan una estructura y composición florística original con el mangle más desarrollado. Estas asociaciones están en el predio, pero fuera del sitio del proyecto. Presentan un aspecto y composición homogéneos. *Rhizophora mangle* se ocupa en un área muy pequeña junto a la laguna. Esta superficie no será afectada por la planta de amoniaco.
- II. El matorral en los bordos, con presencia de *Avicennia germinans*, tiene alturas menores que el manglar conservado e incluye herbáceas típicas de la vegetación halófila o de dunas, así como plántulas de *Rhizophora mangle* que no alcanzan a

desarrollarse, por lo que no hay ejemplares adultos de esta especie. A partir del análisis de imágenes históricas del sitio, es evidente que la cobertura manglar tiende a mantenerse dentro de los mismos límites. Este matorral convive con vegetación ruderal que se asienta sobre el terraplén alrededor del predio, y no parece que pueda sobrevivir en la zona actualmente sin cubierta de vegetación.

- III. En las dunas estabilizadas en la zona noreste del predio se desarrolla vegetación halófila en el estrato herbáceo. En esta asociación, se encuentran ejemplares de mangle en forma de matorral disperso, con una cobertura menor que en las áreas de manglar. También se encuentran plántulas de *Avicennia* y *Rhizophora* las cuales tampoco parecen ser capaces de sobrevivir las condiciones del lugar (más elevado que el resto del terreno), ya que no alcanzan a desarrollarse y mueren sin que aumente la densidad o cobertura de manglar sobre o alrededor de las dunas.

El proyecto no afectará los manglares de la orilla de la laguna ni la vegetación sobre las dunas estabilizadas. En la orilla de la laguna también se encuentra vegetación de dunas constituida por especies halófilas herbáceas que en su mayor parte será conservada. La figura III.3.2 presenta el aspecto del matorral del mangle cerca de la margen de la laguna y la figura III.3.3 muestra el aspecto general del mangle que crece al inicio del talud del bordo del canal de CFE.



Figura III.3.2. Aspecto del matorral de mangle en la margen de la laguna.



Figura III.3.3. Puyequé (*Avicennia germinans*) en los bordos.

Un punto muy importante que se debe considerar es que la vegetación en los bordos no se desarrolla en condiciones naturales, ya que crece en áreas del terreno que forman parte de la infraestructura existente.

El desarrollo industrial y portuario de Topolobampo de 1980 a la fecha, ha aislado al terreno de los flujos de agua y de las fuentes continentales de sedimento. La Figura III.3.4 muestra el sitio en 1978, antes de la construcción de PEMEX y de la CFE. Anteriormente existía un estero rodeado de mangle que se relleno y donde actualmente hay terrenos elevados. Por otra parte, se excavaron los canales de la CFE, aislando entre ellos una parte del manglar original, el cual aun se conserva. En el sitio donde se construirá la planta de amoniaco no existía manglar ni ningún otro tipo de vegetación.

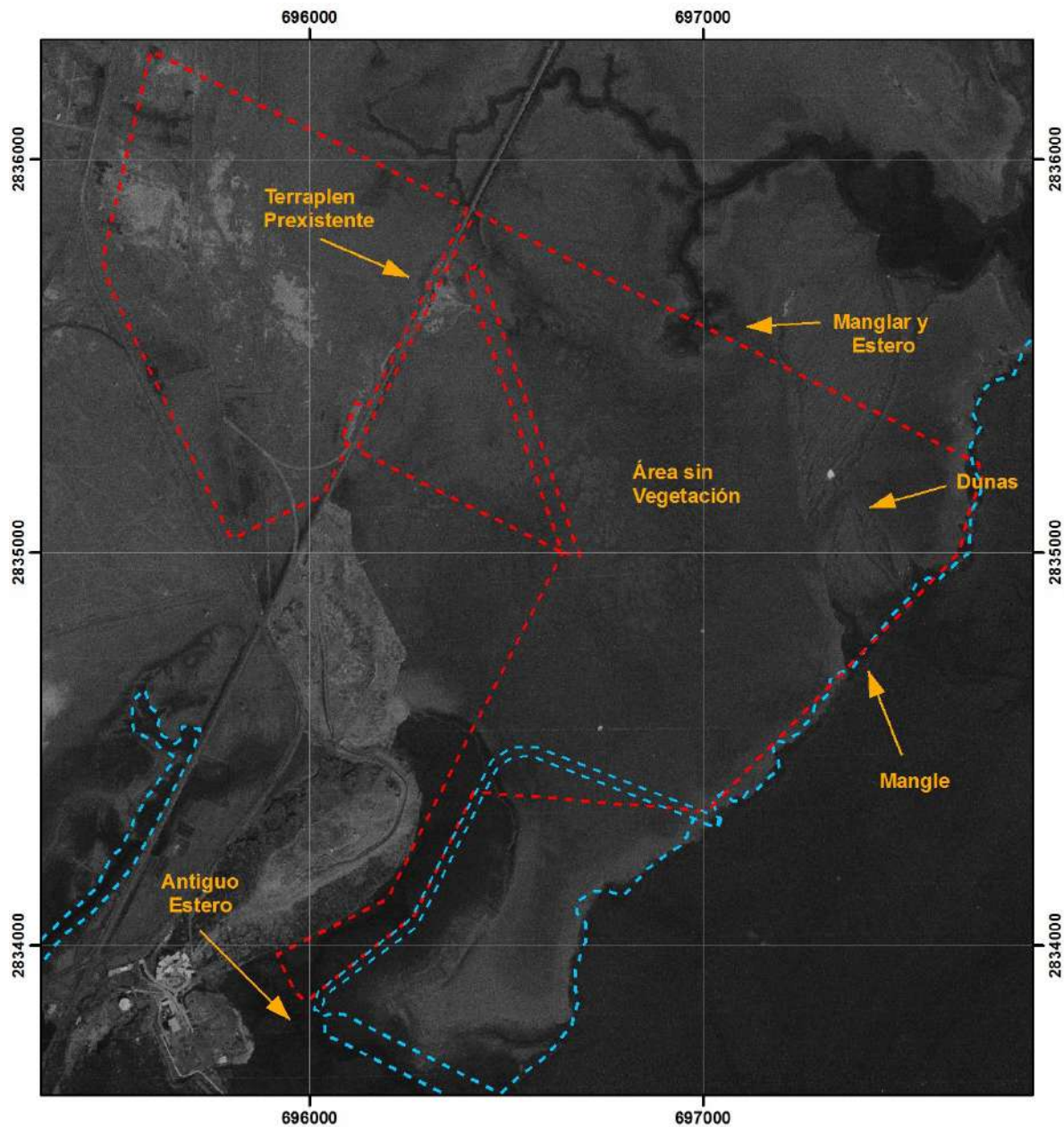


Figura III.3.4. Vegetación de mangle o con mangle en los predios, 1978.

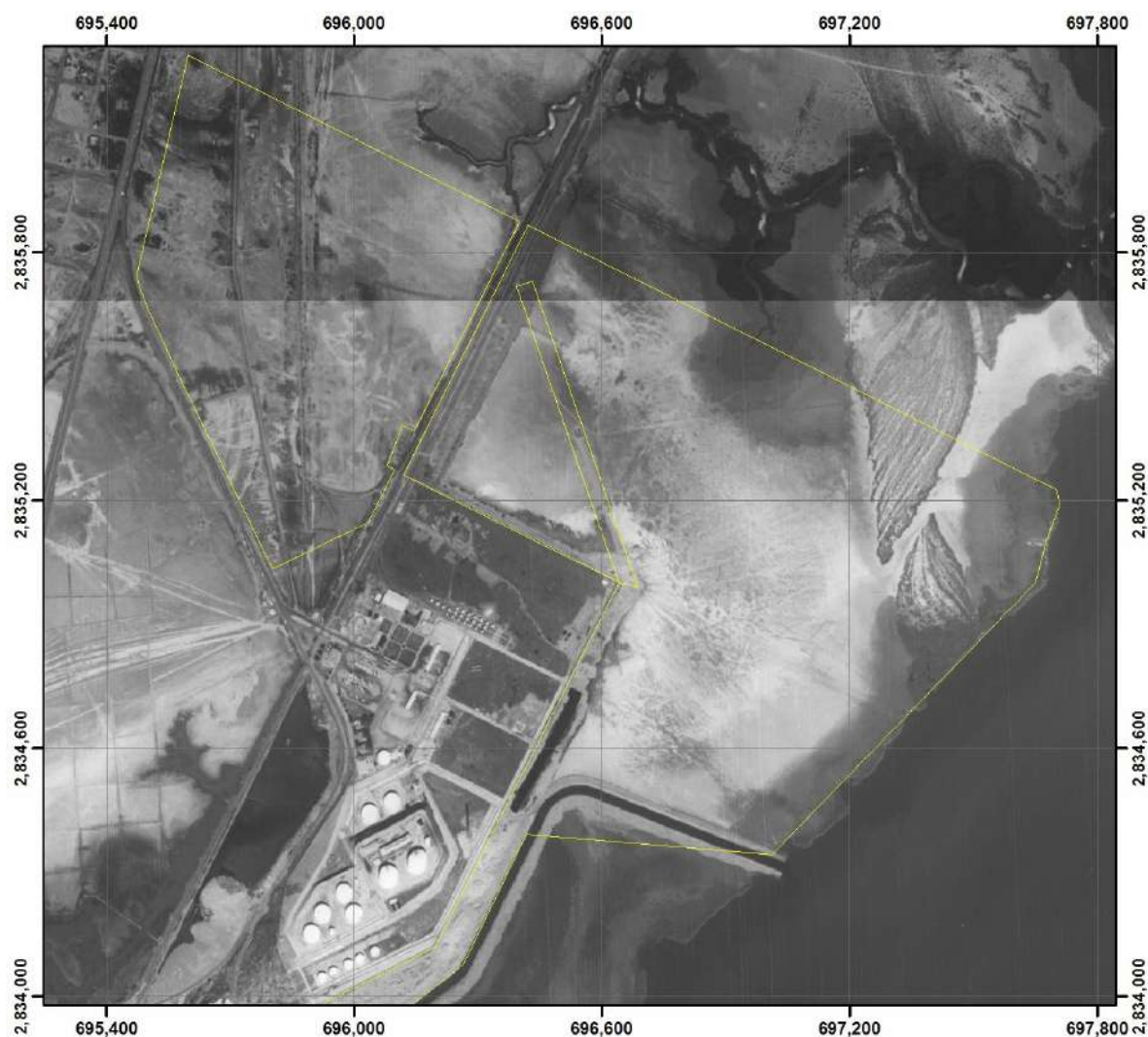


Figura III.3.5. Vegetación del predio en 1994, con cobertura similar a la actual.

La presencia de plántulas en las áreas en la margen de la laguna no parece ser un indicador de colonización o desarrollo de nuevos manglares. Esto es evidente al comparar imágenes del sitio en 1994 (figura III.3.5) con las del 2013 donde podemos ver que la cobertura de la vegetación no ha cambiado a lo largo del tiempo y que no se aprecia una expansión de la cobertura del mangle.

Las plántulas de mangle en la orilla de la laguna o al interior de los terrenos sin vegetación posiblemente mueren por lo pronunciado de la falta de humedad en el estiaje, cuando el terreno queda seco por periodos extensos. Esto afectaría especialmente a *Rhizophora mangle*, la especie que requiere de más humedad, mientras que permite que

la especie más abundante en la vegetación de los bordos sea *Avicennia germinans*, comúnmente conocida en Sinaloa como puyequé.

Avicennia germinans por lo general es clave en algunas etapas del ciclo de vida de varios organismos, especialmente importante en la conservación del suelo y control de la erosión. Si las condiciones son adecuadas, se puede presentar como un árbol con alturas de 15 a 30 m y diámetro normal de 20 a 60 cm. Cuenta con neumatóforos (raíces arqueadas que quedan expuestas durante el bajamar, algunas de ellas son aéreas y se prolongan por encima de las aguas). Es tolerante a la sombra y crece en rodales puros en la parte más alta del manglar.

En particular, en los bordos *Avicennia germinans* sólo se presenta como un matorral de poca altura y no se relaciona con especies acuáticas, excepto con cangrejos que posiblemente se alimentan de sus plántulas. La diversidad en esta asociación, según el índice de Shannon-Wiener (con la fórmula modificada para adquirir valores de 0 a 1, 0 = diversidad nula, 1 = máxima diversidad) es de 0.66 lo que indicaría un sistema medianamente diverso; sin embargo, este resultado resulta normal para una zona cubierta por mangle y vegetación de dunas o halófitas, ya que estos tipos de vegetación se caracterizan por estar conformados y dominados por pocas especies. En los bordos en el predio no se encuentra asociada a otras especies de mangle.

Para el diseño del proyecto se ha previsto el respeto a los individuos del mangle existente en el bordo del canal de la CFE y también de los procesos que determinan su existencia, es decir, los flujos de agua en esa porción del terreno. El proyecto también ha evitado la inclusión de obras y/o actividades que afecten áreas con mangle en la margen de la Bahía de Ohuira.

Sin embargo, para la construcción de la planta de amoníaco y de la vialidad de acceso será necesario rellenar parte de las zonas contiguas a los terrenos de PEMEX, eliminando una parte de la vegetación del bordo. No obstante, esto a su vez creará un nuevo bordo con condiciones similares al existente actualmente, que eventualmente podrá ser recolonizado por la vegetación.

III.3.3. Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y su Reglamento.

Este ordenamiento fue publicado en el Diario Oficial de la Federación el 30 de noviembre de 2006 y tiene por objeto reglamentar la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y rige en todo el territorio nacional y las zonas donde la Nación ejerce su jurisdicción y su aplicación corresponde al Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

En el caso de la planta de producción de amoniaco, se generarán residuos sólidos no peligrosos de la operación y residuos de las áreas administrativas y comedor. Asimismo, habrá residuos que se pueden catalogar como peligrosos como son los catalizadores y aceites gastados y sus envases vacíos, entre otros. El proceso de producción en la planta de amoniaco no generará ningún material que se pueda considerar como residuo peligroso. En este caso será aplicable lo dispuesto por el Artículo 42 de la Ley, mismo que establece que “Los generadores y demás poseedores de residuos peligrosos, podrán contratar los servicios de manejo de estos residuos con empresas o gestores autorizados para tales efectos por la Secretaría.” Por lo que se contempla la contratación de los servicios de una empresa autorizada para el manejo y disposición final de los residuos peligrosos generados en las distintas etapas, verificando en su momento que cuente con la capacidad técnica, así como las autorizaciones correspondientes y vigentes para realizar dicha actividad.

Por otra parte, el proyecto cumplirá, como lo establece el reglamento, con todo lo relacionado con los residuos peligrosos, que son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad así como envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados cuando se transfieran a otro sitio. Según el Artículo 35 los residuos peligrosos se identificarán de acuerdo a lo siguiente:

- I. Los que sean considerados como tales, de conformidad con lo previsto en la Ley;
- II. Los clasificados en las normas oficiales mexicanas, mediante:

- a) Listados de los residuos por características de peligrosidad: corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad e inflamabilidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad; agrupados por fuente específica y no específica; por ser productos usados, caducos, fuera de especificación o retirados del comercio y que se desechen; o por tipo de residuo sujeto a condiciones particulares de manejo.
- b) Criterios de caracterización y umbrales que impliquen un riesgo al ambiente por corrosividad, reactividad, explosividad, inflamabilidad, toxicidad o que contengan agentes infecciosos que les confieran peligrosidad, y

III. Los derivados de la mezcla de residuos peligrosos con otros residuos; los provenientes del tratamiento, almacenamiento y disposición final de residuos peligrosos y aquellos equipos y construcciones que hubiesen estado en contacto con residuos peligrosos y sean desechados.

De acuerdo con el volumen generado de residuos considerados como peligrosos, se determinará la categoría que le corresponde a la planta de amoniaco como generador, las cuales están establecidas en el Artículo 42 y son:

- I. Gran generador: el que realiza una actividad que genere una cantidad igual o superior a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año o su equivalente en otra unidad de medida;
- II. Pequeño generador: el que realice una actividad que genere una cantidad mayor a cuatrocientos kilogramos y menor a diez toneladas en peso bruto total de residuos peligrosos al año, y
- III. Microgenerador: Aquel que genere una cantidad de hasta cuatrocientos kilogramos de residuos peligrosos al año.

En principio, se espera generar volúmenes mayores a diez toneladas al año, por lo que es posible que la planta de amoniaco pueda ser considerada como un gran generador, que de acuerdo con el Artículo 46, Los grandes generadores de residuos peligrosos, están

obligados a registrarse ante la Secretaría y someter a su consideración el Plan de Manejo de Residuos Peligrosos, así como llevar una bitácora y presentar un informe anual acerca de la generación y modalidades de manejo a las que sujetaron sus residuos de acuerdo con los lineamientos que para tal fin establece el Reglamento de la Ley, así como contar con un seguro ambiental, de conformidad con la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Si los registros del almacén de residuos peligrosos a lo largo del tiempo indican que se debe cambiar la categoría, esto será atendido en su momento. Como gran generador, de acuerdo con el Artículo 82 del reglamento correspondiente a la Ley, la planta contará con áreas de almacenamiento de residuos peligrosos que cumplan con lo siguiente:

I. Condiciones básicas para las áreas de almacenamiento:

- a) Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- b) Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;
- c) Contar con dispositivos para contener posibles derrames, tales como muros, pretilas de contención o fosas de retención para la captación de los residuos en estado líquido o de los lixiviados;
- d) Cuando se almacenan residuos líquidos, se deberá contar en sus pisos con pendientes y, en su caso, con trincheras o canaletas que conduzcan los derrames a las fosas de retención con capacidad para contener una quinta parte como mínimo de los residuos almacenados o del volumen del recipiente de mayor tamaño;
- e) Contar con pasillos que permitan el tránsito de equipos mecánicos, eléctricos o manuales, así como el movimiento de grupos de seguridad y bomberos, en casos de emergencia;

- f) Contar con sistemas de extinción de incendios y equipos de seguridad para atención de emergencias, acordes con el tipo y la cantidad de los residuos peligrosos almacenados;
- g) Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los residuos peligrosos almacenados, en lugares y formas visibles;
- h) El almacenamiento debe realizarse en recipientes identificados considerando las características de peligrosidad de los residuos, así como su incompatibilidad, previniendo fugas, derrames, emisiones, explosiones e incendios, y
- i) La altura máxima de las estibas será de tres tambores en forma vertical.

II. Condiciones para el almacenamiento en áreas cerradas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

- a) No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- b) Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- c) Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada, debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- d) Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión, y
- e) No rebasar la capacidad instalada del almacén.

III. Condiciones para el almacenamiento en áreas abiertas, además de las precisadas en la fracción I de este artículo:

- a) Estar localizadas en sitios cuya altura sea, como mínimo, el resultado de aplicar un factor de seguridad de 1.5; al nivel de agua alcanzado en la mayor tormenta registrada en la zona,

- b) Los pisos deben ser lisos y de material impermeable en la zona donde se guarden los residuos, y de material antiderrapante en los pasillos. Estos deben ser resistentes a los residuos peligrosos almacenados;
- c) En los casos de áreas abiertas no techadas, no deberán almacenarse residuos peligrosos a granel, cuando éstos produzcan lixiviados, y
- d) En los casos de áreas no techadas, los residuos peligrosos deben estar cubiertos con algún material impermeable para evitar su dispersión por viento.

En caso de incompatibilidad de los residuos peligrosos se deberán tomar las medidas necesarias para evitar que se mezclen entre sí o con otros materiales.

III.3.4. Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable y su Reglamento.

Esta Ley fue publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de febrero de 2003, y su Reglamento se publicó el 21 de febrero de 2005. En su Artículo 117 se establece que sólo se podrá autorizar el cambio de uso del suelo en terrenos forestales, por excepción y con base en los estudios técnicos justificativos que demuestren que no se compromete la biodiversidad, ni se provocará la erosión de los suelos, el deterioro de la calidad del agua o la disminución en su captación; y que los usos alternativos del suelo que se propongan sean más productivos a largo plazo. Se entiende como cambio de usos de suelo de terrenos forestales la remoción total o parcial de la vegetación para destinarlos a actividades no forestales.

El artículo 7, fracción XLII de la Ley define como terreno forestal a aquel que está cubierto por vegetación forestal, la cual a su vez es definida en la fracción XLVIII como el conjunto de plantas y hongos que crecen y se desarrollan en forma natural, formando bosques, selvas, zonas áridas y semiáridas, y otros ecosistemas, dando lugar al desarrollo y convivencia equilibrada de otros recursos y procesos naturales.

Asimismo, la Fracción XLIII considera como terreno preferentemente forestal a aquel que habiendo estado, en la actualidad no se encuentra cubierto por vegetación forestal, pero por sus condiciones de clima, suelo y topografía resulte más apto para el uso forestal que para otros usos alternativos, excluyendo aquéllos ya urbanizados. La determinación de si

un predio es o no forestal se hace considerando el artículo 2 del Reglamento, donde además de la terminología contenida en la LGDFS, se han considerado las siguientes definiciones:

- XXXI. Selva, vegetación forestal de clima tropical en la que predominan especies leñosas perennes que se desarrollan en forma espontánea, con una cobertura de copa mayor al diez por ciento de la superficie que ocupa, siempre que formen masas mayores a 1,500 m², excluyendo a los acahuals. En esta categoría se incluyen a todos los tipos de selva, manglar y palmar de la clasificación del INEGI.
- XL. Vegetación forestal de zonas áridas, aquélla que se desarrolla en forma espontánea en regiones de clima árido o semiárido, formando masas mayores a 1,500 m². Se incluyen todos los tipos de matorral, selva baja espinosa y chaparral de la clasificación del INEGI, así como cualquier otro tipo de vegetación espontánea *arbórea o arbustiva* que ocurra en zonas con precipitación media anual inferior a 500 milímetros.

La Tabla III.3.2 presenta la cobertura vegetal en la superficie que ocupará el proyecto, así como sus características. La tabla III.3.3 presenta las coberturas distintas a las vegetales que se encuentran en la superficie que abarca el proyecto.

Tabla III.3.2. Superficies de la vegetación en la superficie que ocupará el proyecto.			
Tipo de Cobertura del Conjunto de Obras	Superficie (hectáreas)	%	
Vegetación ruderal.	3.9126	11.63	Esta vegetación crece en la plataforma construida para las instalaciones de PEMEX mediante el relleno de terrenos bajos. La superficie por afectar es actualmente utilizada como vialidad de acceso al predio y camino perimetral de PEMEX.
Vegetación halófila (escama grande o chica)	0.7418	2.20	Vegetación en estrato herbáceo, sin especies arbustivas o arbóreas.
Matorral de mangle sobre bordos (en la base del talud)	0.3193	0.95	Vegetación que crece al inicio del talud de la plataforma de los terrenos de PEMEX, los cuales forman parte de la infraestructura. De manera natural esta vegetación no se desarrollaba en esa área, que antes estaba sin vegetación.
Vegetación de dunas	0.2419	0.72	Esta superficie presenta únicamente vegetación herbácea

Tabla III.3.2. Superficies de la vegetación en la superficie que ocupará el proyecto.			
Tipo de Cobertura del Conjunto de Obras	Superficie (hectáreas)	%	
Matorral xerófilo	0.0244	0.07	Vegetación dentro del derecho de vía de los ductos de PEMEX (no se removerá)
Total	5.24	15.57	

De acuerdo con lo anterior, la vegetación que será removida para realizar el proyecto se encuentra sobre obras de infraestructura construidas para uso industrial y de comunicaciones, en una zona donde con anterioridad no se desarrollaba vegetación (ver figura III.3.5), por lo que los terrenos no se consideran forestales o preferentemente forestales. Por otra parte, la vegetación halófila de los terrenos por donde pasará la vialidad de acceso sólo se desarrolla en el estrato herbáceo (ver Capítulo IV).

Tabla III.3.3. Superficies sin vegetación o con infraestructura que ocupará el proyecto.			
Tipo de Cobertura del Conjunto de Obras	Superficie (m ²)	Superficie (hectáreas)	% *
Sin vegetación aparente	277,281	27.7281	82.42
Zona industrial o de servicios	2,794	0.2794	0.83
Zona intermareal	1,933	0.1933	0.57
Vías del ferrocarril (cruce)	642	0.0642	0.19
Vialidad secundaria (cruce)	431	0.0431	0.13
Fosa de oxidación	404	0.0404	0.12
Camino de terracería (entronque)	318	0.0318	0.09
Vialidad primaria	239	0.0239	0.07
Canal de toma de agua de la CFE	0.28	<0.0001	0.00
	284,042.28	28.4043	84.42
* Respecto a las 33.64 ha que ocuparán las obras.			

Tabla III.3.4. Total de la superficie del proyecto por tipo de cobertura.		
Cobertura	Hectáreas	% *
Con cobertura vegetal no forestal	5.24	15.57
Sin vegetación o de infraestructura	28.4043	84.42
Total	33.6443	99.99
* La diferencia de 0.01 se debe al redondeo de cifras.		

III.4. Análisis de los Instrumentos Normativos (Convenios y Tratados).

III.4.1. MARPOL 73/78.

Algunos tratados internacionales de los que México es signatario pueden contribuir a la protección del medio ambiente. Por ejemplo, en 1992 México firmó el Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por los Buques de 1973 y el Protocolo adicionado al convenio en 1978, conocidos conjuntamente como MARPOL 73/78. Además del convenio se firmaron los Anexos I, II y V. Este último, conocido como MARPOL V, se refiere a las medidas para prevenir la contaminación del mar con basura y abarca a todas las formas de navegación, incluyendo la actividad en puertos. De estos convenios se pueden desprender algunos principios que se traduzcan a medidas de control de contaminación aplicables a los puertos y a la flota que opera en ellos.

En el caso del proyecto de producción y exportación de amoniaco, la terminal desde donde se embarcará el producto es operada por PEMEX. Ahí únicamente se realizará la carga de los barcos, sin que por parte de la empresa se contemple ninguna otra actividad como sería la reparación o el embarque de sustancias distintas al amoniaco. Los servicios que deben proporcionar los puertos a las embarcaciones en ningún caso estarán a cargo de la empresa, sino que serán proporcionados por la API Topolobampo en los términos que ella misma determine.

III.4.2. MARPOL - Anexo I.

Este anexo contiene las Reglas Para Prevenir la Contaminación por Hidrocarburos, incluyendo el petróleo y las aguas aceitosas de balastra. La aplicación de este anexo se ciñe a las definiciones de la propia convención, donde se considera que un barco es una embarcación de cualquier tipo que opera en el medio marino incluyendo a los aerodeslizadores, submarinos, naves flotantes y plataformas fijas o flotantes.

No obstante, este anexo no es aplicable para los barcos que arriben a la terminal para la carga de amoniaco de la empresa, ya que estos no realizan el transporte de hidrocarburos. El amoniaco está considerado en un anexo distinto del MARPOL.

III.4.3. MARPOL - Anexo II.

El Anexo II revisado del MARPOL entró en vigencia el 01 de Enero del 2007, junto con la versión enmendada del Código Internacional de Químicos (Código CIQ). Con ello avanza en la prevención de la contaminación por sustancias nocivas líquidas a granel (NLS), término por el que se designa a toda sustancia líquida a granel que no corresponda a la definición de hidrocarburo que figura en el Anexo I del Convenio, entre las que se incluyen los productos petroquímicos, solventes, ceras, aditivos de aceite lubricante, aceites vegetales y grasas animales.

El transporte de estos productos está reglamentado por el Anexo II del MARPOL el cual clasifica los productos por categorías de contaminación y establece los criterios para la descarga de los productos de cada categoría en el medio marino y por el Código CIQ que prescribe las normas de proyecto y construcción para los buques químicos.

En el caso del proyecto, la autorización para la recepción o el embarque del tipo de sustancias a la que se refiere este anexo será aplicable a las operaciones en la terminal de carga de amoniaco en el puerto de Topolobampo, por lo la empresa se coordinará con PEMEX, que actualmente opera la terminal, para establecer la forma en que la empresa participará en el cumplimiento de las medidas correspondientes.

III.4.4. MARPOL - Anexo V.

En el Anexo V de MARPOL se especifican las regulaciones para la Prevención de la contaminación por basura desde los barcos. Este Anexo V obliga a los Gobiernos a asegurar la provisión de instalaciones en los puertos y terminales para la recepción de basura. En el caso del proyecto para operar en la terminal de PEMEX para la carga del amoniaco, dichos servicios quedan a cargo exclusivamente de la administración portuaria, la cual está obligada a dar el servicio de recepción de residuos o para su manejo.

La basura vertida desde los barcos puede ser tan dañina y mortal para la vida marina como puedan serlo los derivados petrolíferos. Esta basura incluye al plástico, cuyo mayor efecto negativo se relaciona con el hecho de que puede flotar durante años.

En muchos casos los peces y los mamíferos pueden confundir el plástico por comida y pueden enredarse en bolsas, envoltorios, y otros, incluso anillas de plástico usadas para agrupar latas de refresco o cerveza. Ello les puede llevar a una muerte casi segura.

Una parte de los desechos plásticos proviene de las playas, de turistas que abandonan sus basuras en la arena, o pescadores que lanzan al mar restos plásticos, o desde el sistema de alcantarillado de las ciudades, que va a ríos o directamente al mar. Pero en algunas áreas, estos vertidos plásticos provienen de barcos que prefieren lanzar por la borda estos desechos plásticos que hacerlo en puerto, en un punto de recogida autorizado, para su posterior reciclaje.

Muchos materiales que se encuentran en la basura pueden degradarse en el mar, pero este proceso puede tardar meses o años, y mientras permanecen en el mar, pueden dañar el entorno.

En 1973 la Convención MARPOL buscó eliminar y reducir la cantidad de basura vertida en el mar por los barcos. Bajo el Anexo V de la Convención, se entiende como vertido de basura contaminante, todo tipo de alimento, basura doméstica y derivada de operaciones del barco, excluyendo los restos de pescado generados durante las operaciones que se producen en los barcos, ya sean de forma continua o periódica.

El Anexo V prohíbe cualquier tipo de vertido plástico al mar y restringe, de forma muy severa, descargas de cualquier otro tipo de basura desde los barcos en las aguas costeras y otras "zonas especiales". Las "zonas especiales" establecidas en el Anexo V son:

- el mar Mediterráneo.
- la zona del Mar Báltico.
- la zona del Mar Negro.
- la zona del Mar Rojo.
- las zona de los Golfos.
- el Mar del Norte.
- la zona Caribe y Antártica.

Estas son las áreas que tienen una problemática particular por el tráfico intenso de barcos, o el poco intercambio de aguas causado por la geografía del terreno. Ni el puerto de Topolobampo ni la Bahía de Ohuira se encuentran en alguna de las zonas especiales.

La implementación y el refuerzo del Anexo V se basó en la nueva Regulación 9, adoptada en 1995, la cual obliga que todos los barcos de 400 toneladas ó mas, y todos los barcos certificados para transportar a 15 personas o más, y cada plataforma marina fija comprometida en labores de exploración o explotación del manto marino, deben tener un Libro de Registro de Basura, para anotar todas las operaciones de incineración y las basuras generadas.

La Regulación también requiere que en barcos de 12 metros o más, deben exhibirse letreros notificando a los pasajeros y tripulación de los requerimientos de la Regulación en referencia al tratamiento de residuos. Los letreros deben estar escritos en la lengua de la bandera del barco, y también en inglés y francés para barcos que viajen a otros países o puertos de embarque.

De acuerdo con el Anexo V se considera como desechos a los residuos domésticos, de comida y de operación (exceptuando el pescado fresco o alguna de sus partes, las aguas sanitarias y el drenaje) generados durante la operación normal y que son propensos a descartarse de manera continua. Por tanto, los desechos incluyen los materiales sólidos frecuentemente identificados como basura.

Por otra parte, este anexo define como facilidades portuarias para recepción cualquier receptáculo, desde embarcaciones a contenedores o barcazas, que se mantienen cerca o en los puertos para recibir la basura generada en los barcos. En particular, las regulaciones contenidas en este anexo son aplicables al puerto de Topolobampo, que está obligado a la prestación de servicios a buques. Por su parte, la empresa será responsable de dar un manejo adecuado a los residuos que genere en la terminal de carga, de acuerdo a sus propios procedimientos de operación y a los establecidos por la API-Topolobampo y PEMEX.

III.4.5. MARPOL - Anexo VI.

El Anexo VI contiene las Reglas para prevenir la contaminación Atmosférica ocasionada por los Buques. Aunque este anexo entró en vigor el 19 de mayo de 2005, aun no ha sido ratificado por México. Su ámbito de aplicación abarcaría sólo a las embarcaciones empleadas para la exportación del amoniaco producido en la planta pero no a la terminal de carga como tal. El cumplimiento de las disposiciones de este anexo sería en todo caso responsabilidad de las empresas navieras y de las propias embarcaciones.

III.4.6. Convenio de Róterdam.

El Convenio de Róterdam fue aprobado por una conferencia de plenipotenciarios el 11 de septiembre de 1998, fecha en la que México lo suscribió. El Convenio entró en vigor el 24 de febrero de 2004 y tiene como meta establecer un mecanismo de autorización previa a la importación y exportación de sustancias químicas peligrosas y plaguicidas comerciales, denominado Consentimiento Fundamentado Previo (PIC por sus siglas en inglés, siendo este un acrónimo por el cual se reconoce frecuentemente al Convenio).

La finalidad de esta autorización es tener toda la información necesaria para conocer las características y los riesgos que implica el manejo de dichas sustancias, permitiendo que los países importadores decidan que sustancias químicas desean recibir y excluir aquellas que no puedan manejar de manera segura para evitar riesgos a la salud humana y el ambiente. Los objetivos del convenio son:

- Promover la responsabilidad compartida y los esfuerzos colaborativos entre Partes durante el comercio internacional de ciertas sustancias químicas peligrosas, a fin de proteger la salud humana y el medio ambiente de daños potenciales;
- Contribuir al uso ambientalmente correcto de los químicos peligrosos, mediante el facilitado del intercambio de información acerca de sus características, generando un procedimiento nacional para toma de decisiones acerca de la importación y exportación y mediante la difusión de estas decisiones entre las Partes.

El Convenio crea obligaciones legales vinculantes para la implementación del procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo (PIC). Esta elabora el procedimiento de Consentimiento Fundamentado Previo Voluntario, iniciado por la UNEP la FAO en 1989 y terminado el 24 de febrero de 2006.

El Convenio no abarca al amoniaco, que es la sustancia a producir, sino a pesticidas y sustancias químicas industriales que han sido prohibidas o estrictamente restringidas por alguna de las Partes por motivos de salud o medioambientales, las cuales han sido notificadas para su inclusión en los procedimientos de PIC. Ninguna nación incluye al amoniaco en esta categoría. La inclusión de un químico en el Anexo III del Convenio es impulsada por una notificación de cada una de dos regiones especificadas. Las formulaciones de pesticidas extremadamente peligrosas que representen un riesgo en las condiciones de uso en países en vías de desarrollo o en países en transición pueden también ser propuestas para su inclusión en el Anexo III. El proyecto no incluye el manejo de tales sustancias en ninguna de sus etapas.

III.4.8. Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas (Código IMDG).

El Código Marítimo Internacional de Mercancías Peligrosas es reconocido internacionalmente como una referencia para el embarque o el transporte seguro de bienes o materiales peligrosos por vía marítima. Este código busca proteger la vida de las tripulaciones y al mismo tiempo prevenir la contaminación marina al hacer un transporte seguro. Las medidas que se desprenden de este código son aplicables a los barcos que transporten el amoniaco pero también, hasta cierto punto, a las terminales donde cargan y descargan.

Con el fin de realizar un transporte seguro y de eliminar o minimizar los riesgos derivados de estas materias las diversas legislaciones establecen una serie de condiciones mínimas que deben cumplirse en cualquier operación de carga, descarga o transporte.

La aplicación del código es obligatoria en paralelo con el Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974 (SOLAS/1974) que en el caso de México fue publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) del 9 de mayo de 1977 y del

Convenio Internacional para Prevenir la Contaminación por Buques, 1973 y su Protocolo de 1978 (MARPOL). Su aplicación no esta restringida a la navegación sino que también abarca a todos aquellos involucrados en industrias y servicios relacionados con la navegación. El código contiene recomendaciones respecto a la terminología, el empaquetado, etiquetado, forro, marcaje, almacenamiento, segregación, manejo y respuestas a emergencia. En este contexto las mercancías peligrosas se clasifican de la siguiente forma:

- Clase 1: Materias y objetos explosivos.
- Clase 2: Gases.
 - 2.1 Gases inflamables
 - 2.2 Gases no inflamables no tóxicos
 - 2.3 Gases tóxicos
- Clase 3: Líquidos inflamables.
- Clase 4: Sólidos inflamables o reactivos.
 - 4.1: Materias sólidas inflamables, materias autorreactivas y materias explosivas desensibilizadas sólidas
 - 4.2: Materias que pueden experimentar inflamación espontánea
 - 4.3: Materias que en contacto con el agua desprenden gases inflamables
- Clase 5: Comburentes.
 - 5.1: Materias comburentes
 - 5.2: Peróxidos orgánicos
- Clase 6: Materias tóxicas o infecciosas.
 - Clase 6.1: Materias tóxicas
 - Clase 6.2: Materias infecciosas
- Clase 7: Materias radioactivas.
- Clase 8: Materias corrosivas.
- Clase 9: Materias y objetos que presentan peligros diversos.

El amoniaco está clasificado como una sustancia de Clase 2.3 (gases tóxicos). Es importante que en la terminal, en coordinación con PEMEX, se cuente con medios para darle el manejo adecuado al amoniaco producido en la planta y para apoyar al control de emergencias que puedan ocurrir en los barcos que se utilicen para transportarlo.

Para transporte marítimo el nombre correcto es Amoniaco Anhidro, con el número UN 1005 y que pertenece al grupo de empaque IMO P200. Para esta sustancia aplican la ficha de emergencia para incendios F-C (FICHA DE EMERGENCIA PARA INCENDIO Charlie) y la ficha de emergencias para derrames S-U (FICHA DE EMERGENCIA PARA DERRAMES Uniform).

Tabla III.4.1. Características de empaque del Código IMDG para el amoniaco.

UN No.	Nombre	Clase o División	Riesgo Subdiario	LC ₅₀ ml/m ³	Cilindros	Tubos	Tibores a presión	Atado de cilindros	CGEM (MEGCs)	Tiempo de prueba, años	Presión de prueba, bar	Razón de llenado	Medidas especiales de empaque
1005	Amoniaco Anhidro	2.3	8	4000	X	X	X	X	X	5	29	0.54	b

CGEM = contenedores de gas de elementos múltiples.

FICHA DE EMERGENCIA Charlie

F - C GASES NO FLAMABLES

Comentarios Generales		Los gases en tanques cerrados expuestos al fuego pueden explotar repentinamente durante o después de un incendio por una Expansión Explosiva del Vapor de un Líquido en Ebullición (BLEVE). Los cilindros calientes o con rupturas pueden salir proyectados. Los gases enlistados en esta ficha no son inflamables. Sin embargo, algunos gases pueden apoyar la combustión aunque por si mismos no sean inflamables. El fuego puede producir fugas. La mayoría de los gases incluidos en esta ficha son peligrosos para la salud. Algunos son corrosivos. Genere un rocío de agua. Identifique el origen del fuego y siga las acciones apropiadas.
Fuego en carga sobre cubierta	Bultos	Use agua en abundancia desde tantas mangueras como sea posible.
	Unidades para transporte de carga	
Fuego en carga bajo cubierta		Utilizar el sistema fijo para extinción de incendios
Carga expuesta al fuego		Si es posible, remueva o arroje fuera de la embarcación los bultos que puedan verse involucrados en el incendio. En otro caso, use agua para enfriarlos por varias horas. Los cilindros calientes o con rupturas pueden salir proyectados.
UN 1003 , UN 1014 , UN 1070 , UN 1072 , UN 1073 , UN 2201 , UN 3156 , UN 3157 (NO INCLUYEN AL AMONIACO)		Casos Especiales: Aunque estas cargas no son inflamables, pueden intensificar el fuego.

FICHA DE EMERGENCIA Uniform		
S - U GASES (FLAMABLE, TÓXICO O CORROSIVO)		
Comentarios Generales		Los recintos y las áreas a sotavento de donde hayan ocurrido fugas o derrames deben evacuarse inmediatamente. Tome precauciones: las llamas pueden ser invisibles. El gas en la fuga puede ser extremadamente frío. Se deben aplicar medidas para prevenir que los gases liberados lleguen a otras partes del barco. Se debe tomar en cuenta que algunos gases son más pesados que el aire y pueden acumularse en zonas bajas y no ventiladas del barco. Asegúrese que no se fume y que no haya otras flamas a bordo a menos que la fuga se haya cerrado y que todos los espacios hayan sido ventilados. Se debe prestar especial atención a la prevenir que los gases se desplacen a áreas del barco ocupadas, p.ej. alojamiento de la tripulación, cuarto de maquinas, áreas de labores. Utilice ropa de protección apropiada para proteger contra gases y un sistema de respiración autónomo. Evite cualquier fuente de ignición (por ejemplo: luces descubiertas, focos sin protección, herramientas eléctricas, fricción). Utilice calzado que no genere chispas. Aun una pequeña inhalación de gas puede provocar dificultad para respirar. Aléjese de las fumarolas de gas. Evite todo contacto con la piel. Deje que los gases licuados derramados se evaporen: al entrar en contacto con gases licuados fríos la mayoría de los materiales se vuelven quebradizos y pueden romperse sin advertencia. Evite todo contacto, aun si utiliza ropa protectora. Si es factible, proteja la superestructura del barco con cantidades abundantes de agua. No dirija el chorro de agua directamente al derrame.
Derrames sobre cubierta	Bultos (derrames pequeños)	Deje que el gas se disipe. Manténgase alejado.
	Unidades para transporte de carga (derrames mayores)	Permita que el gas se disipe. Mantenga el puente y alojamientos de la tripulación en dirección contraria al viento. De otra forma, proteja a la tripulación y áreas de habitación de los gases inflamables y tóxico usando rocío de agua para alejar los gases (cortina de agua). Gases licuados derramados: Use chorros de agua desde tan lejos como sea posible para acelerar la evaporación, sin dirigirlos directamente al derrame.
Derrames bajo cubierta	Bultos (derrames pequeños)	No entre al área cerrada. Provea ventilación adecuada. Cuando se utilice un sistema de ventilación, se tener cuidado especial para evitar que el gas penetre en otras áreas del barco. Deje que el gas se evapore. Manténgase alejado. Utilice la radio para obtener CONSEJO de expertos. Verifique la atmósfera antes de entrar (toxicidad y riesgo de explosión). No vaya bajo cubierta sin un aparato de respiración autónomo.
	Unidades para transporte de carga (derrames mayores)	No entre al área cerrada. Provea ventilación adecuada. Cuando se utilice un sistema de ventilación, se tener cuidado especial para evitar que el gas penetre en otras áreas del barco. Mantenga el puente y alojamientos de la tripulación en dirección contraria al viento. De otra forma, proteja a la tripulación y áreas de habitación de los gases inflamables y tóxico usando rocío de agua para alejar

FICHA DE EMERGENCIA Uniform		
S - U GASES (FLAMABLE, TÓXICO O CORROSIVO)		
		los gases (cortina de agua). Si es posible, utilice rocío de agua para evitar la ignición de gases inflamables en el espacio cerrado. Utilice la radio para obtener CONSEJO de expertos. Verifique la atmósfera antes de entrar (toxicidad y riesgo de explosión). No vaya bajo cubierta sin un aparato de respiración autónomo.
Casos Especiales: UN 1001, UN 3374 UN 1614 (NO INCLUYEN AL AMONIACO)		Los recipientes calientes o manejados de forma brusca pueden explotar aun después de varias horas de haberse alejado de fuentes externas de calor. Enfríelos por varias horas usando agua. El gas se absorbe en materiales porosos, pero se evapora si el recipiente esta dañado.

Aunque aplicable a los barcos, en la terminal en Topolobampo se contará con los medios para apoyar la atención de emergencias en las embarcaciones que utilicen las instalaciones, lo cual se hará en coordinación con PEMEX y respetando los protocolos ya establecidos.

III.4.7. Convenio de Basilea.

El Convenio de Basilea trata sobre el control de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos y su eliminación. La terminal asociada al proyecto estará destinada a la carga de amoniaco en barcos, sin que se contemple realizar la carga o descarga de residuos. El objetivo de este convenio es el proteger la salud humana y el ambiente de los efectos nocivos de los residuos peligrosos. Su campo de aplicación incluye un amplio rango de residuos definidos como peligrosos con base en su origen y/o su composición y sus características, llegando hasta a abarcar también dos tipos más de desechos definidos de forma genérica como “otros residuos”: desechos domésticos y cenizas de incineradores. Este convenio fue ratificado por México 22 de febrero de 1991, siendo publicado en el Diario Oficial el 9 de agosto del mismo año. Las disposiciones generales fueron adoptadas el 5 de mayo de 1992, fecha de la entrada en vigor de este instrumento.

En el caso de la terminal de embarque de amoniaco en el puerto de Topolobampo, esta en ningún momento será utilizada por la empresa para realizar la recepción o el embarque de residuos peligrosos para su exportación o importación, o para movimientos dentro de las fronteras nacionales. De esta forma, las actividades de la empresa en la terminal de

PEMEX no tendrán conflicto con ninguna de las previsiones del convenio, que se centran alrededor de los siguientes objetivos principales:

- La reducción de la cantidad de residuos peligrosos generados y la promoción de un manejo ambientalmente correcto de estos residual, en cualquiera que sea el sitio de disposición;
- La restricción de movimientos transfronterizos de residuos peligrosos, exceptuando los casos en que se perciba que estos están acordes con los principios de un manejo ambiental correcto; y
- Un sistema regulatorio aplicable a los casos en que los movimientos transfronterizos sean permitidos.
- Las obligaciones generales que impone este Convenio a sus miembros son:
- La prohibición de exportar o importar residuos peligrosos y otros residuos con destino a o procedentes un Estado que no sea parte del Convenio;
- Evitar la exportación de residuos si el Estado de importación no ha dado por escrito su aprobación específica para la importación de estos residuos;
- Comunicar a los Estados afectados la información sobre los movimientos transfronterizos propuestos por medio de un formulario de notificación a fin de que puedan evaluar las consecuencias de los movimientos de que se trata para la salud humana y el medio ambiente;
- Que únicamente se autoricen los movimientos transfronterizos de residuos cuando su transporte y eliminación estén exentos de peligro;
- Que los residuos que deban ser objeto de un movimiento transfronterizo deben embalsarse, etiquetarse y transportarse con arreglo a las normas internacionales e ir acompañados de un documento de movimiento desde el lugar de origen del movimiento hasta el lugar de eliminación;

El Convenio establece procedimientos, no aplicables a las actividades de la empresa en la terminal de Topolobampo relacionados con la notificación de:

- Los movimientos transfronterizos entre partes del Convenio.
- Los movimientos transfronterizos procedentes de una parte del Convenio a través del territorio de Estados que no sean partes del mismo.

III.4.9. Convenio sobre Diversidad Biológica.

El Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB) tiene como objetivos *"la conservación de la biodiversidad, el uso sostenible de sus componentes y la participación justa y equitativa de los beneficios resultantes de la utilización de los recursos genéticos"*. En el caso de la planta de amoniaco no está involucrada ninguna de las actividades reguladas por esta convención, ya que no se hará uso de ninguna especie de flora o fauna, ni de su material genético.

México ratificó este convenio en el año de 1993. El convenio incluye tres protocolos, incluyendo el Protocolo de Cartagena (sobre seguridad de la biotecnología), ratificado en el año 2003, así como los protocolos de Nagoya (sobre acceso a los recursos genéticos y participación justa y equitativa en los beneficios) y el Protocolo Nagoya – Kuala Lumpur, de los cuales México no es signatario.

El Convenio es el primer acuerdo global para abordar todos los aspectos de la diversidad biológica: recursos genéticos, especies y ecosistemas, y el primero en reconocer que la conservación de la diversidad biológica es "una preocupación común de la humanidad", y una parte integral del proceso de desarrollo. Para alcanzar sus objetivos, el Convenio — de conformidad con el espíritu de la Declaración de Río sobre Medio Ambiente y Desarrollo— promueve constantemente la asociación entre países. Sus disposiciones sobre la cooperación científica y tecnológica, acceso a los recursos genéticos y la transferencia de tecnologías ambientalmente sanas, son la base de esta asociación pero no son aplicables a las actividades a realizar en la planta de amoniaco de Topolobampo.

III.4.10. Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES).

La CITES somete el comercio internacional de especímenes de determinadas especies a ciertos controles. Toda importación, exportación, reexportación o introducción procedente del mar de especies amparadas por la Convención debe autorizarse mediante un sistema de concesión de licencias. Ninguna actividad del proyecto incluye la comercialización de especies amenazadas de fauna y flora silvestres incluidas en la convención.

De acuerdo al convenio, cada Parte en la Convención (incluyendo a México) debe designar una o más Autoridades Administrativas que se encargan de administrar el sistema de concesión de licencias y una o más Autoridades Científicas para prestar asesoramiento acerca de los efectos del comercio sobre la situación de las especies. Las especies amparadas por la CITES están incluidas en tres Apéndices, según el grado de protección que necesiten:

- En el Apéndice I se incluyen todas las especies en peligro de extinción. El comercio en especímenes de esas especies se autoriza solamente bajo circunstancias excepcionales.
- En el Apéndice II se incluyen especies que no se encuentran necesariamente en peligro de extinción, pero cuyo comercio debe controlarse a fin de evitar una utilización incompatible con su supervivencia.
- En el Apéndice III se incluyen especies que están protegidas al menos en un país, el cual ha solicitado la asistencia de otras Partes en la CITES para controlar su comercio.

III.5. Análisis de los Instrumentos Normativos (Reglamentos).

III.5.1. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Impacto Ambiental.

De acuerdo con el Artículo 5 de este reglamento, el proyecto requiere de la MIA por incluir obras consideradas en algunas de las siguientes fracciones:

Tabla III.5.1. Disposiciones del REMIA aplicables por el tipo de proyecto.	
FRACCIÓN	Área de Aplicación
A) HIDRÁULICAS: III. Proyectos de construcción de muelles, canales, escolleras, espigones, bordos, dársenas, represas, rompeolas, malecones, diques, varaderos y muros de contención de aguas nacionales. VI. Plantas para el tratamiento de aguas residuales que descarguen líquidos o lodos en cuerpos receptores que constituyan bienes nacionales; VII. Depósito o relleno con materiales para ganar terreno al mar o a otros cuerpos de aguas nacionales; XII. Plantas desaladoras.	El proyecto incluye una planta de tratamiento de aguas residuales, con un sistema de oxidación completa, la cual descargará el líquido resultante en el canal de la CFE, junto con el agua usada para enfriamiento. Se depositará material de relleno en una superficie de 0.157 ha de la zona intermareal, al lado de la bahía de Ohuira. También se incluye una planta desaladora para obtener el agua potable y de calderas que requiere el proyecto.
C) OLEODUCTOS, GASODUCTOS, CARBODUCTOS Y POLIDUCTOS. Construcción de oleoductos, gasoductos, carboductos o poliductos para la conducción o distribución de hidrocarburos o materiales o sustancias consideradas peligrosas conforme a la regulación correspondiente, excepto los que se realicen en derechos de vía existentes en zonas agrícolas, ganaderas o eriales	El proyecto incluye un gasoducto para proveer a la planta de gas natural como parte de sus insumos. El proyecto también incluye un ducto para transportar el amoniaco desde la planta hasta la terminal de PEMEX, ya en operación, desde donde se embarcará el producto.
E) INDUSTRIA PETROQUÍMICA: Construcción y operación de plantas y complejos de producción petroquímica.	El elemento principal del proyecto es la planta para la producción de amoniaco en una superficie de aproximadamente 27 hectáreas.
R) OBRAS Y ACTIVIDADES EN HUMEDALES, MANGLARES, LAGUNAS, RÍOS, LAGOS Y ESTEROS CONECTADOS CON EL MAR, ASÍ COMO EN SUS LITORALES O ZONAS FEDERALES. I. Cualquier tipo de obra civil, con excepción de la construcción de viviendas unifamiliares para las comunidades asentadas en estos ecosistemas.	El proyecto se realiza en una superficie de alrededor de 27 ha de terrenos ubicados en el litoral de la Bahía de Ohuira que se mantienen secos la mayor parte del año pero se inundan en la época de lluvias.

Por otra parte, el Artículo 11 de este reglamento establece que la MIA para un proyecto como este se presentará en la modalidad regional, de acuerdo con las fracciones:

III. Un conjunto de proyectos de obras y actividades que pretendan realizarse en una región ecológica determinada. Al respecto, además de la planta de amoniaco se incluye en el conjunto de obras y actividades, la carga de amoniaco desde la terminal de PEMEX, el amonioducto y la conexión al gasoducto de la CFE y el corredor de servicios.

IV. Proyectos que pretendan desarrollarse en sitios en los que por su interacción con los diferentes componentes ambientales regionales, se prevean impactos acumulativos, sinérgicos o residuales que pudieran ocasionar la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas. En este caso la distancia al puerto ya en operación y la tendencia de desarrollo en Topolobampo, incluyendo la termoeléctrica de la CFE hace necesario establecer que no se generarán impactos acumulativos o sinérgicos.

III.5.2. Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos.

Los procesos de producción en la planta de amoniaco no generan residuos peligrosos pero el mantenimiento de equipos y de las instalaciones si generan sustancias como catalizadores gastados, solventes, aceites gastados y sus recipientes.

Debe hacerse notar que además del aceite gastado de los equipos de la planta, existen otros residuos peligrosos que se pueden generar, como restos de solventes o estopas y trapos impregnados, aunque todos en volúmenes relativamente pequeños. Los residuos peligrosos se almacenarán de manera temporal, tomando en cuenta que el Artículo 15 del reglamento (además de lo previsto en el reglamento de la Ley General Para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos), establece que las áreas para este fin deberán reunir, como mínimo, las siguientes condiciones:

- Estar separadas de las áreas de producción, servicios, oficinas y de almacenamiento de materias primas o productos terminados;
- Estar ubicadas en zonas donde se reduzcan los riesgos por posibles emisiones, fugas, incendios, explosiones e inundaciones;

- Contar con muros de contención y fosas de retención para la captación de los residuos o de los lixiviados;
- Los pisos deberán contar con trincheras o canaletas que lleven los derrames a las fosas de retención, con capacidad para una quinta parte de lo almacenado;
- Contar con pasillos lo suficientemente amplios, que permitan el tránsito de montacargas mecánicos, electrónicos o manuales, así como el movimiento de los grupos de seguridad y bomberos en casos de emergencia;
- Contar con sistemas de extinción contra incendios. En el caso de los hidrantes, éstos deberán mantener una presión mínima de 6 kg/cm² durante 15 minutos; y
- Contar con señalamientos y letreros alusivos a la peligrosidad de los mismos, en lugares y formas visibles.

Por otra parte, en el Artículo 16 se señala que además de lo dispuesto en el Artículo 15, las áreas de almacenamiento cerradas deberán cumplir con las siguientes condiciones:

- No deben existir conexiones con drenajes en el piso, válvulas de drenaje, juntas de expansión, albañales o cualquier otro tipo de apertura que pudieran permitir que los líquidos fluyan fuera del área protegida;
- Las paredes deben estar construidas con materiales no inflamables;
- Contar con ventilación natural o forzada. En los casos de ventilación forzada debe tener una capacidad de recepción de por lo menos seis cambios de aire por hora;
- Estar cubiertas y protegidas de la intemperie y, en su caso, contar con ventilación suficiente para evitar acumulación de vapores peligrosos y con iluminación a prueba de explosión.

Con relación a los barcos que transportarán el amoniaco, de acuerdo con el Artículo 73 del reglamento de la Ley de Puertos, en el puerto se proporcionarán reparaciones a flote,

las cuales podrían generar algunos residuos peligrosos y, según el Artículo 77, se debe contar con lo necesario para cumplir con las medidas de seguridad aplicables.

Los residuos generados por las embarcaciones sean tóxicos, explosivos, corrosivos o contaminantes, se deben manejar en los términos del reglamento respectivo. Los residuos que se pueden esperar de las reparaciones menores serían pequeñas cantidades de aceites gastados, solventes y recipientes vacíos de pintura.

Sin embargo, los servicios descritos en relación con el manejo de tales residuos peligrosos serán proporcionados por la API de Topolobampo y **en ningún caso la empresa recibirá o manejará estos residuos** en el punto de carga del amoniaco.

III.5.3. Reglamento para el Uso y Aprovechamiento del Mar Territorial, Vías Navegables, Playas, Zona Federal Marítimo Terrestre y Terrenos Ganados al Mar.

Este reglamento, publicado en el Diario Oficial de la Federación del 21 de agosto de 1991 tiene por objeto proveer en la esfera administrativa, al cumplimiento de las Leyes General de Bienes Nacionales (LGBN), de Navegación y Comercio Marítimos y de Vías Generales de Comunicación en lo que se refiere al uso, aprovechamiento, control, administración, inspección y vigilancia de las playas, zona federal marítimo terrestre y terrenos ganados al mar o a cualquier otro depósito que se forme con aguas marítimas y de los bienes que formen parte de los recintos portuarios que estén destinados para instalaciones y obras marítimo portuarias.

Su aplicación está a cargo de la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales y en el se establece la forma en que puede ser aprovechada la zona federal marítimo terrestre (ZOFEMAT).

De acuerdo con la Fracción I del Artículo 119 de la LGBN, tanto en el macizo continental como en las islas que integran el territorio nacional, cuando la costa presente playas, la ZOFEMAT estará constituida por la faja de veinte metros de ancho de tierra firme, transitable y contigua a dichas playas o, en su caso, a las riberas de los ríos, desde la desembocadura de éstos en el mar, hasta cien metros río arriba.

El proyecto se encuentra en una zona costera por lo que la empresa solicitará la concesión de la ZOFEMAT correspondiente. En la actualidad en dicha zona existe un área concesionada a favor del propietario actual del terreno, en los términos del expediente 1406/SIN/2008 16.27S.714.1.12-253/2008, para lo cual se analizará la posibilidad de una cesión o reducción de dicha concesión.

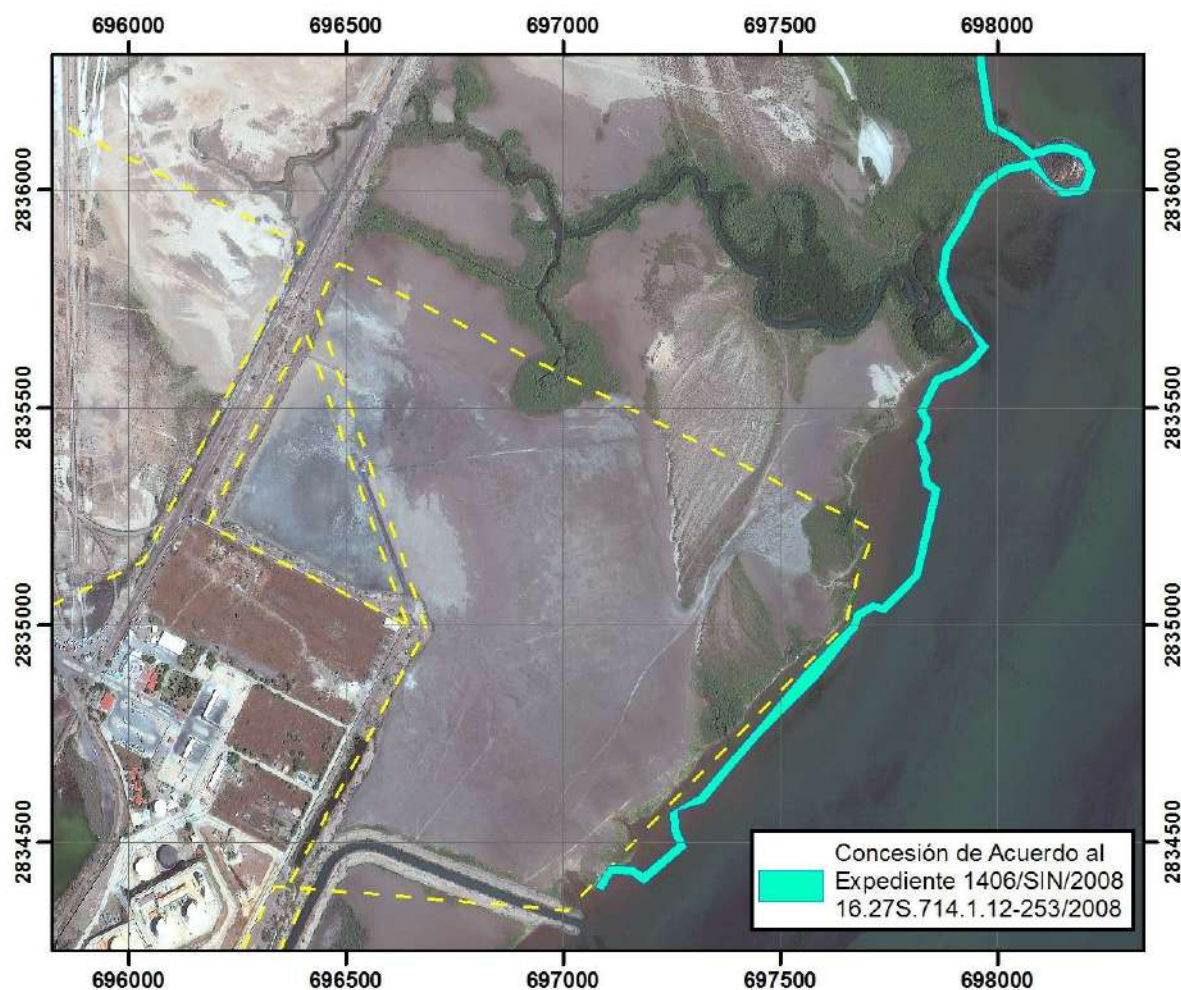


Figura III.5.1. Concesión a favor del propietario actual del terreno.

III.6. Análisis de los Instrumentos Normativos (Normas).

III.6.1. NOM-001-SEMARNAT-1996.

Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, con el objeto de proteger su calidad y posibilitar sus usos. Es de observancia obligatoria para los responsables de las descargas. Es aplicable al proyecto dado que después del proceso, el agua de mar empleada para enfriamiento utilizada se descargará al mar a través del mismo canal que actualmente utiliza la CFE para ese fin. Junto con esta agua se descargará la proveniente de la planta desaladora y la de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Para su aplicación, se consideran aguas residuales aquellas de composición variada, provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, de servicios, agrícolas, pecuarios, domésticos, incluyendo fraccionamientos y en general de cualquier otro uso, así como la mezcla de ellas. Esta Norma Oficial Mexicana no se aplica a las descargas de aguas provenientes de drenajes de aguas pluviales separados.

Tabla III.6.1. Límites máximos permisibles de contaminantes en aguas residuales.						
PARÁMETROS (miligramos por litro, excepto cuando se especifique)	RÍOS		AGUAS COSTERAS			
	Protección de vida acuática (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		ESTUARIOS (B)	
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Temperatura °C (1)	40	40	40	40	40	40
Grasas y Aceites (2)	15	25	15	25	15	25
Materia Flotante (3)	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente	ausente
Sólidos Sedimentables (ml/l)	1	2	1	2	1	2
Sólidos Suspendidos Totales	40	60	150	200	75	125
Demanda Bioquímica de Oxígeno ₅	30	60	150	200	75	150
Nitrógeno Total	15	25	N.A.	N.A.	15	25
Fósforo Total	5	10	N.A.	N.A.	5	10
(1) Instantáneo. (2) Muestra Simple Promedio Ponderado. (3) Ausente según el Método de Prueba definido en la NMX-AA-006. P.D.= Promedio Diario; P.M. = Promedio Mensual; N.A. = No es aplicable. (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.						

Los límites señalados en la tabla serán observados durante la etapa de operación en lo referente a todos los parámetros aplicables. En la descarga, las aguas de enfriamiento se mezclan con las aguas tratadas, pero en ningún momento se mezclan con aguas de origen sanitario crudas.

El límite máximo permisible es el valor o rango asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales. También se observarán los límites que se presentan en la tabla III.2.6.

Tabla III.6.2. Límites máximos permisibles para metales pesados y cianuros en la NOM-001.												
PARÁMETROS (*)	RÍOS						AGUAS COSTERAS					
(miligramos por litro)	Uso en riego agrícola (A)		Uso público urbano (B)		Protección de vida acuática (C)		Explotación pesquera, navegación y otros usos (A)		Recreación (B)		ESTUARIOS (B)	
	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.	P.M.	P.D.
Arsénico	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2
Cadmio	0.2	0.4	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0.4	0.1	0.2
Cianuros	1.0	3.0	1.0	2.0	1.0	2.0	1.0	2.0	2.0	3.0	1.0	2.0
Cobre	4.0	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0	4	6.0	4.0	6.0	4.0	6.0
Cromo	1	1.5	0.5	1.0	0.5	1.0	0.5	1.0	1	1.5	0.5	1.0
Mercurio	0.01	0.02	0.005	0.01	0.005	0.01	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02
Níquel	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4	2	4
Plomo	0.5	1	0.2	0.4	0.2	0.4	0.2	0.4	0.5	1	0.2	0.4
Zinc	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20	10	20
(*) Medidos de manera total. P.D. = Promedio Diario P.M. = Promedio Mensual N.A. = No es aplicable. (A), (B) y (C): Tipo de Cuerpo Receptor según la Ley Federal de Derechos.												

La frecuencia de muestreo debe ser acorde con lo que se presenta en la tabla III.6.3.

Tabla III.6.3. Frecuencia de muestreo según horas de operación.			
HORAS POR DÍA QUE OPERA EL PROCESO GENERADOR DE LA DESCARGA	NÚMERO DE MUESTRAS SIMPLES	INTERVALO ENTRE TOMA DE MUESTRAS SIMPLES (HORAS)	
		MÍNIMO N.E.	MÁXIMO N.E.
Menor que 4	mínimo 2	-	-
De 4 a 8	4	1	2
Mayor que 8 y hasta 12	4	2	3
Mayor que 12 y hasta 18	6	2	3
Mayor que 18 y hasta 24	6	3	4
N.E. = No especificado.			

El método para el tratamiento del agua residual con el cual se evitará que se rebasen los límites establecidos es un proceso biológico completo y consistirá de lo siguiente:

- **Tratamiento biológico anaeróbico en un tanque de tres cámaras.** La conexión de las cámaras y la salida están diseñadas forma no pasen las natas ni los sedimento. Además, comparada con la separación de lodos y natas en un tanque séptico común, las 3 cámaras de este tanque de digestión permiten la digestión anaeróbica parcial de los lodos.
- **Post-tratamiento anaeróbico y aeróbico.** En la siguiente unidad de filtrado el agua residual pretratada se filtra y se trata principalmente de forma aeróbica.
- **Desinfección de efluentes en la unidad filtradora.** Esto se hará con una unidad de cloración de tamaño apropiado.

Por otra parte, para garantizar que la descarga del agua no tendrá efectos negativos en la Bahía de Ohuira, la pluma de dispersión se ha modelado como parte de esta MIA y se presenta como un estudio complementario. Además, considerando que el área máxima de dispersión no debe llegar hasta el punto de toma para no afectar los procesos ésta debe ocurrir dentro de un área menor a la que se señala en la figura III.6.1.

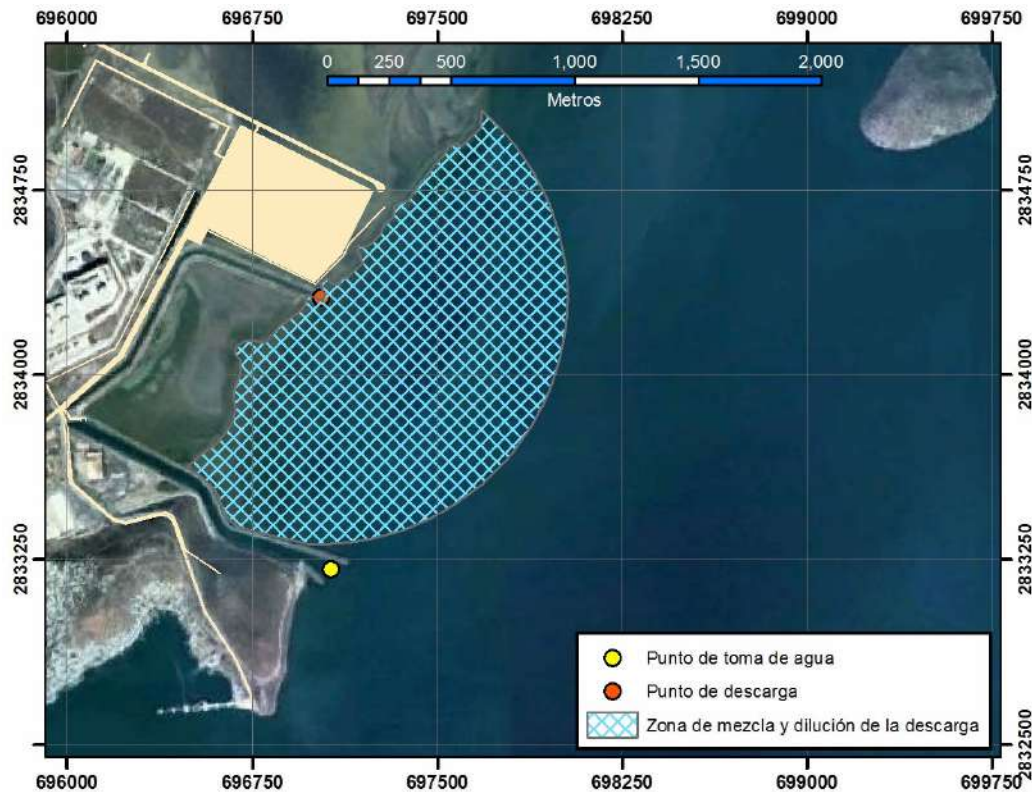


Figura III.6.1. Área máxima de mezcla y dilución de la descarga de agua.

III.6.2. NOM-022-SEMARNAT-2003.

Esta norma establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar. Es observancia general y obligatoria para las personas físicas y morales nacionales y extranjeras que pretendan llevar a cabo cualquier tipo de actividad en los humedales costeros mexicanos. La figura III.6.2 presenta la distribución en el predio de vegetación con mangle o asociada con mangle y la franja de 100 m a su alrededor.



Figura III.6.2. Vegetación con mangle en los predios con relación a la NOM-022.

Estas especificaciones las considera el proyecto debido a que, aunque no afectará las zonas de manglar, se encuentra dentro de la unidad hidrológica que sustenta este tipo de ecosistemas. Además, será necesario ocupar áreas de infraestructura donde ha crecido *Avicennia germinans* y desarrollar obras a menos de 100 m de dicha vegetación.

Como medida de compensación se propone establecer áreas de conservación dentro de los predios del proyecto que incluirán el manglar en el norte del predio y en la esquina noroeste, así como las dunas con mangle. El diseño del proyecto ha incluido el costo de la adquisición de dichos terrenos, garantizando así que será posible llevar a cabo esta medida y sin impactar de manera negativa el desempeño económico del proyecto.

En el predio de la empresa se presentan tres de las cuatro especies de manglar que se encuentran en la Bahía de Ohuira, siendo la más abundante *Avicennia germinans* y en superficies más pequeñas *Rhizophora mangle*. En las áreas perimetrales del predio, junto con la vegetación ruderal se pueden encontrar algunos individuos de mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). En las superficies que serán alteradas por el proyecto (figura III.6.3) sólo se encuentra *Avicennia germinans* creciendo sobre los bordos que delimitan la zona industrial.

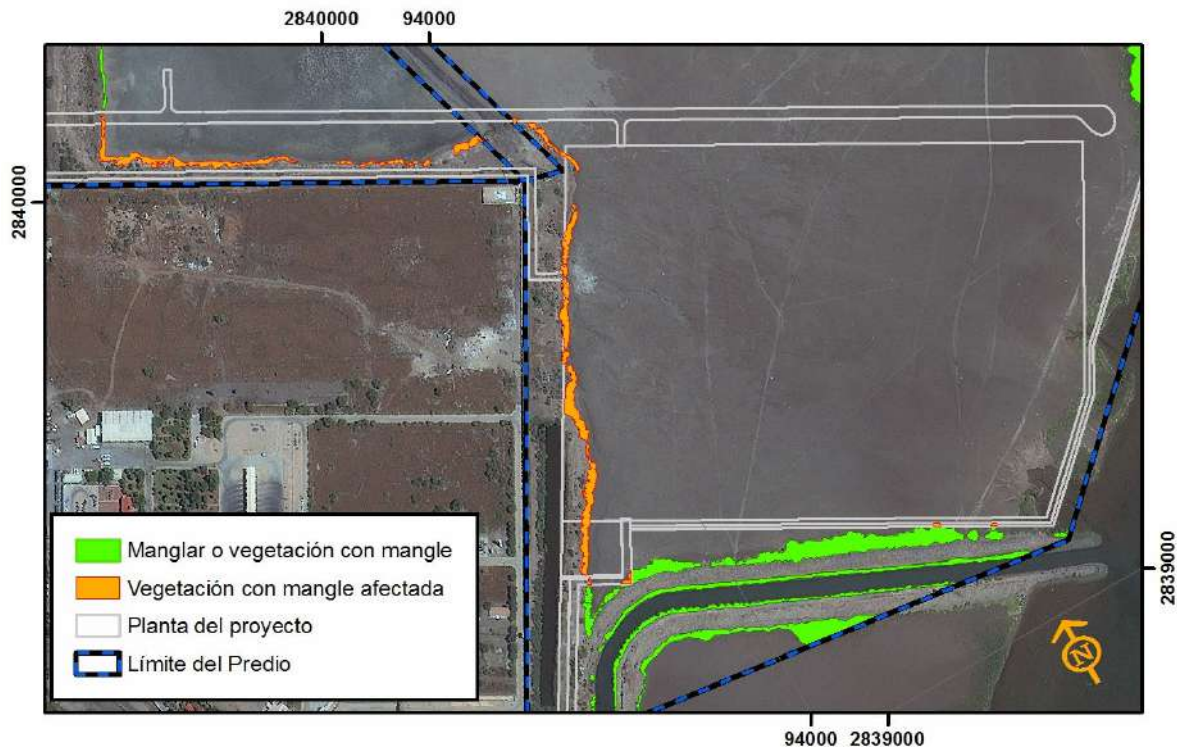


Figura III.6.3. Vegetación con mangle afectada por el proyecto.

En la siguiente tabla se analizan las especificaciones de la norma. La presencia de mangle se da únicamente en los predios más cercanos a la Bahía de Ohuira, mientras que en el predio entre la vía del ferrocarril y la carretera a Los Mochis no existe este tipo de vegetación.

Tabla III.6.4. Especificaciones del la NOM-022-SEMARNAT-2003.		
No.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Implicaciones en el Uso del territorio y/o el diseño de proyecto
4.0	Especificaciones: El manglar deberá preservarse como comunidad vegetal. En la evaluación de las solicitudes en materia de cambio de uso de suelo, autorización de aprovechamiento de la vida silvestre e impacto ambiental se deberá garantizar en todos los casos la integridad del mismo, para ello se contemplarán los siguientes puntos: • La integridad del flujo hidrológico del humedal costero; • La integridad del ecosistema y su zona de influencia en la plataforma continental; • Su productividad natural; • La capacidad de carga natural del ecosistema para turistas; • Integridad de las zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje; • La integridad de las interacciones funcionales entre los humedales costeros, los ríos (de superficie y subterráneos), la duna, la zona marina adyacente y los corales; • Cambio de las características ecológicas; • Servicios ecológicos; ecológicos y ecofisiológicos (estructurales del ecosistema como el agotamiento de los procesos primarios, estrés fisiológico, toxicidad, altos índices de migración y mortalidad, así como la reducción de las poblaciones principalmente de aquellas especies en status, entre otros)."	El proyecto cumple esta especificación dado que no se realizarán obras sobre ningún cuerpo natural de manglar y tampoco afectará los flujos hacia los cuerpos de manglar cercanos, como el que se encuentra en el norte del predio de la empresa. El depósito de material de relleno en los terrenos del proyecto no afectará áreas naturales con mangle. El relleno no modificará los volúmenes de agua que anualmente llegan a este tipo de vegetación, de forma que conservarán su flujo hidrológico. En relación con el estero que conecta a los manglares al norte del predio (pero fuera de este) con la Bahía de Ohuira y que son su principal abastecimiento de agua del manglar en esa zona, el desarrollo no los modifica de ninguna manera. El proyecto no afectará la conexión de ningún manglar con la zona marina ni con su área de influencia en la plataforma continental, tampoco modifica la productividad natural ni realizará actividades turísticas. Dadas las condiciones del predio, sin ninguna vegetación en su mayor parte, no se afecta la integridad de zonas de anidación, reproducción, refugio, ni alevinaje. En el caso de la vegetación sobre los bordos se afectarán las características y servicios ecológicos relacionados con la alimentación de aves que arriban cuando el terreno se inunda en la época de lluvias, pero este es un impacto limitado sobre el sistema regional dado que el alimento en el predio es de fuentes exógenas y el área afectada es muy baja respecto a las zonas inundables del SAR.
4.1	Toda obra de canalización, interrupción de flujo o desvío de agua que ponga en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros, quedará prohibida, excepto en los casos en los que las obras descritas sean diseñadas para restaurar la circulación y así promover la regeneración del humedal costero.	La planta utiliza un canal ya existente para obtener el agua de enfriamiento. El cambio en el drenaje pluvial del terreno no pone en riesgo la dinámica e integridad ecológica de los humedales costeros de la región. Esto se demuestra mediante la modelación hidrológica que forma parte de esta MIA y que incluye las zonas de inundación del sistema costero.

Tabla III.6.4. Especificaciones del la NOM-022-SEMARNAT-2003.		
No.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Implicaciones en el Uso del territorio y/o el diseño de proyecto
4.2	Construcción de canales que, en su caso, deberán asegurar la reposición del mangle afectado y programas de monitoreo para asegurar el éxito de la restauración.	Dado que el proyecto no contempla la construcción de un canal para el agua de enfriamiento, no es aplicable esta especificación.
4.3	Los promoventes de un proyecto que requieran de la existencia de canales, deberán hacer una prospección con la intención de detectar los canales ya existentes que puedan ser aprovechados a fin de evitar la fragmentación del ecosistema, intrusión salina, asolvamiento y modificación del balance hidrológico.	Este criterio no aplica al proyecto debido a que no se requiere de la construcción del canal para agua de enfriamiento adicional al de la CFE, ya existente, y no se realizan obras en zonas de manglar.
4.4	El establecimiento de infraestructura marina fija (diques, rompeolas, muelles, marinas y bordos) o cualquier otra obra que gane terreno a la unidad hidrológica en zonas de manglar queda prohibida excepto cuando tenga por objeto el mantenimiento o restauración de ésta.	La construcción de la planta de amoniaco no afectará vegetación de manglar ni requerirá de rellenos en las áreas que definen la hidrología de los manglares.
4.5	Cualquier bordo colindante con el manglar deberá evitar bloquear el flujo natural del agua hacia el humedal costero.	Las modificaciones en el terreno no estarán colindantes con el manglar y no cortarán los flujos hidráulicos. Además, el proyecto permitirá la circulación del agua entre la zona rellenada y el mangle en el bordo del canal de la CFE.
4.6	Se debe evitar la degradación de los humedales costeros por contaminación y asolvamiento.	El proyecto no descargará contaminantes hacia manglares o esteros ni provocará la degradación de humedales ya que controlará las sustancias contaminantes que genere. Además, se aplicarán medidas para que las aguas pluviales que lleguen a la Bahía de Ohuira a través de los terrenos de la planta estén libres de contaminantes y sedimentos. Las descargas de aguas tratadas y de la desaladora cumplirán con las normas aplicables y, en su caso, con las condiciones especiales de descarga que pudiese establecer la Comisión Nacional del Agua (CNA).
4.7	La persona física o moral que utilice o vierta agua proveniente de la cuenca que alimenta a los humedales costeros, deberá restituirla al cuerpo de agua y asegurarse de que el volumen, pH, salinidad, oxígeno disuelto, temperatura y la calidad del agua que llega al humedal costero garanticen la viabilidad del mismo.	No aplicaría al presente proyecto ya que no se utiliza agua de las cuencas que alimentan a los humedales de Topolobampo y Ohuira. El agua para el enfriamiento proviene del cuerpo lagunar en un punto lejano a los manglares de la zona y no de fuentes continentales.
4.8	Se deberá prevenir que el vertimiento de agua que contenga contaminantes orgánicos y químicos, sedimentos, carbón metales pesados, solventes, grasas, aceites combustibles o modifiquen la temperatura del cuerpo de agua; alteren el equilibrio ecológico, dañen el ecosistema o a sus componentes vivos. Las descargas provenientes de granjas acuícolas, centros pecuarios, industrias, centros urbanos, desarrollos turísticos y otras actividades productivas que se vierten a los humedales costeros deberán ser tratadas y cumplir cabalmente con las normas establecidas según el caso.	El proyecto no hará ningún tipo de vertimiento a través de cuerpos de manglar ni directamente sobre estos. Las descargas de agua se harán en el canal de la CFE, lejos de los manglares. Durante la construcción, se instalarán letrinas portátiles y se contratará una empresa autorizada para que proporcione el servicio de retiro de las aguas residuales. Se buscará una empresa que garantice que el manejo que se de a dichas aguas residuales cumpla con la normatividad ambiental vigente. Ninguna de estas aguas residuales será vertida a los humedales.

Tabla III.6.4. Especificaciones del la NOM-022-SEMARNAT-2003.

No.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Implicaciones en el Uso del territorio y/o el diseño de proyecto
4.9	El permiso de vertimiento de aguas residuales a la unidad hidrológica debe ser solicitado directamente a la autoridad competente, quien le fijará las condiciones de calidad de la descarga y el monitoreo que deberá realizar.	En ninguna de las diferentes etapas de desarrollo del proyecto se verterán aguas residuales a la unidad hidrológica sin la autorización correspondiente.
4.10	La extracción de agua subterránea por bombeo en áreas colindantes a un manglar debe de garantizar el balance hidrológico en el cuerpo de agua y la vegetación, evitando la intrusión de la cuña salina en el acuífero.	No aplica al presente proyecto, ya que no se contempla la extracción de agua subterránea.
4.11	Se debe evitar la introducción de ejemplares o poblaciones que se puedan tomar perjudiciales, en aquellos casos en donde existan evidencias de que algunas especies estén provocando un daño inminente a los humedales costeros en zona de manglar, la Secretaría evaluará el daño ambiental y dictará las medidas de control correspondientes.	El proyecto no contempla la introducción de ninguna especie animal o vegetal.
4.12	Se deberá considerar en los estudios de impacto ambiental, así como en los ordenamientos ecológicos el balance entre el aporte hídrico proveniente de la cuenca continental y el de las mareas, mismas que determinan la mezcla de aguas dulce y salada recreando las condiciones estuarinas, determinantes en los humedales costeros y las comunidades vegetales que soportan.	Para la MIA, el estudio hidrológico de la Bahía de Ohuira ha considerado esta especificación y los resultados se incluyen en el documento anexo correspondiente.
4.13	En caso de que sea necesario trazar una vía de comunicación en tramos cortos de un humedal o sobre un humedal, se deberá garantizar que la vía de comunicación es trazada sobre pilotes que permitirán el libre flujo hidráulico dentro del ecosistema, así como garantizar el libre paso de la fauna silvestre. Durante el proceso constructivo se utilizarán métodos de construcción en fase (por sobreposición continua de la obra) que no dañen el suelo del humedal, no generen depósito de material de construcción ni genere residuos sólidos en el área.	El proyecto no contempla construir vías de comunicación que afecten el flujo hidráulico de humedales. Durante la construcción se tendrá cuidado que no se dañe el suelo del humedal y que se generen depósitos de material fuera del área que ocuparán las obras.
4.14	La construcción de vías de comunicación aledañas, colindantes o paralelas al flujo del humedal costero, deberá incluir drenes y alcantarillas que permitan el libre flujo del agua y de luz. Se deberá dejar una franja de protección de 100 m (cien metros) como mínimo la cual se medirá a partir del límite del derecho de vía al límite de la comunidad vegetal y los taludes recubiertos con vegetación nativa que garanticen su estabilidad.	Para el camino de acceso que se requiere se acondicionarán inicialmente se usarán las vialidades ya existentes. La nueva vialidad se encuentra a más de 100 m de la áreas naturales de manglar, paralela a los flujos que escurren a la laguna e incluirá alcantarillas según sea necesario.
4.15	Cualquier servicio que utilice postes, ductos, torres y líneas, deberá ser dispuesto sobre el derecho de vía. En caso de no existir alguna vía de comunicación se deberá buscar en lo posible bordear la comunidad de manglar, o en el caso de cruzar el manglar procurar el menor impacto posible.	El proyecto no desarrollará este tipo de infraestructura a través o alrededor de áreas de manglar.
4.16	Las actividades productivas como la agropecuaria, acuícola intensiva o semi-intensiva, infraestructura urbana, o alguna otra que sea aledaña o colindante con la vegetación de un humedal costero, deberán dejar una distancia mínima de 100 m respecto al límite de la vegetación, en la cual no se permitirá actividades productivas o de apoyo.	En el caso del proyecto no será posible mantener esta distancia en relación con el manglar que crece en el bordo del canal de la CFE y la orilla de la Bahía de Ohuira. Por tal motivo se tomará en cuenta lo dispuesto en la especificación 4.43, incluyendo como medida de compensación la adquisición de terrenos con vegetación de mangle para establecer una zona de protección ambiental
4.17	La obtención del material para construcción, se deberá realizar de los bancos de préstamo señalados por la autoridad competente, los cuales estarán ubicados fuera del área que ocupan los manglares y en sitios que no tengan influencia sobre la dinámica ecológica de los ecosistemas que los contienen.	Los sitios donde se comprarán los materiales de construcción para el proyecto se encuentran cerca, pero tierra adentro y no tienen influencia sobre la dinámica ecológica de los manglares. No existirá conflicto con esta especificación.

Tabla III.6.4. Especificaciones del la NOM-022-SEMARNAT-2003.

No.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Implicaciones en el Uso del territorio y/o el diseño de proyecto
4.18	Queda prohibido el relleno, desmonte, quema y desecación de vegetación de humedal costero, para ser transformado en potreros, rellenos sanitarios, asentamientos humanos, bordos, o cualquier otra obra que implique pérdida de vegetación, que no haya sido autorizada por medio de un cambio de utilización de terrenos forestales y especificada en el informe preventivo o, en su caso, el estudio de impacto ambiental.	El proyecto no se realizará en terrenos forestales o preferentemente forestales. El mangle que crece sobre los bordos alrededor de las instalaciones de PEMEX se ubica en zonas de infraestructura de uso industrial, donde antes de su construcción no crecía este o ningún otro tipo de vegetación.
4.19	Queda prohibida la ubicación de zonas de tiro o disposición del material de dragado dentro del manglar y en sitios en la unidad hidrológica donde haya el riesgo de obstrucción de los flujos hidrológicos de escurrimiento y mareas.	Para la construcción de la planta de amoniaco no se requiere de dragados ni de la creación de zonas de tiro, por lo que esta especificación no aplica.
4.20	Queda prohibida la disposición de residuos sólidos en humedales costeros.	En la planta se dará un manejo correcto a los residuos sólidos, sin que en ningún momento se disponga de ellos de manera tal que se afecte algún humedal. Los residuos que se generen se manejarán conforme lo establecido en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y las normas aplicables.
4.21	Queda prohibida la instalación de granjas camaronícolas industriales intensivas o semintensivas en zonas de manglar y lagunas costeras y queda limitado a zonas de marismas y a terrenos más elevados sin vegetación primaria en los que la superficie del proyecto no exceda el equivalente de 10% de la superficie de la laguna costera receptora de sus efluentes en lo que se determina la capacidad de carga de la unidad hidrológica. Esta medida responde a la afectación que tienen las aguas residuales de las granjas camaronícolas en la calidad del agua, así como su tiempo de residencia en el humedal costero y el ecosistema.	Este criterio es aplicable a proyectos acuícolas. No aplica a proyectos como el de la planta de amoniaco.
4.22	No se permite la construcción de infraestructura acuícola en áreas cubiertas de vegetación de manglar, a excepción de canales de toma y descarga, los cuales deberán contar previamente con autorización en materia de impacto ambiental y de cambio de utilización de terrenos forestales.	Este criterio sólo es aplicable a proyectos acuícolas. No aplica a proyectos como el de la planta de amoniaco.
4.23	En los casos de autorización de canalización, el área de manglar a deforestar deberá ser exclusivamente la aprobada tanto en la resolución de impacto ambiental y la autorización de cambio de utilización de terrenos forestales. No se permite la desviación o rectificación de canales naturales o de cualquier porción de una unidad hidrológica que contenga o no vegetación de manglar.	Para el proyecto no se requiere actividades de rectificación o desviación de canales naturales.
4.24	Se favorecerán los proyectos de unidades de producción acuícola que utilicen tecnología de toma descarga de agua, diferente a la canalización.	No aplica a actividades no relacionadas a la acuicultura.
4.25	La actividad acuícola deberá contemplar preferentemente post-larvas de especies nativas producidas en laboratorio.	No aplica a actividades no relacionadas a la acuicultura.
4.26	Los canales de llamada que extraigan agua de la unidad hidrológica donde se ubique la zona de manglares deberá evitar, la remoción de larvas y juveniles de peces y moluscos.	El canal de la CFE, donde se tomará el agua para el proyecto se encuentra en la Bahía de Ohuira, pero fuera de las zonas de manglar que proporcionan refugio a estadios tempranos de distintas especies.
4.27	Las obras o actividades extractivas relacionadas con la producción de sal, sólo podrán ubicarse en salitrales naturales; los bordos no deberán exceder el límite natural del salitral, ni obstruir el flujo natural de agua en el ecosistema.	No aplica a actividades no relacionadas a la producción de sal.

Tabla III.6.4. Especificaciones de la NOM-022-SEMARNAT-2003.		
No.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Implicaciones en el Uso del territorio y/o el diseño de proyecto
4.28	La infraestructura turística ubicada dentro de un humedal costero debe ser de bajo impacto, con materiales locales, de preferencia en palafitos que no alteren el flujo superficial del agua, cuya conexión sea a través de veredas flotantes, en áreas lejanas de sitios de anidación y percha de aves acuáticas y requiere de zonificación, monitoreo y el informe preventivo.	No aplica a actividades no relacionadas a la construcción de infraestructura turística.
4.29	Las actividades de turismo náutico en los humedales costeros en zonas de manglar deben llevarse a cabo de tal forma que se evite cualquier daño al entorno ecológico, así como a las especies de fauna silvestre que en ellos se encuentran. Para ello, se establecerán zonas de embarque y desembarque, áreas específicas de restricción y áreas donde se reporte la presencia de especies en riesgo.	No aplica a actividades no relacionadas al turismo náutico.
4.30	En áreas restringidas los motores fuera de borda deberán ser operados con precaución, navegando a velocidades bajas (no mayor de 8 nudos) y evitando zonas donde haya especies en riesgo como el manatí.	No aplica a actividades del proyecto ya que no se contempla la navegación en áreas restringidas de la Bahía de Ohuira.
4.31	El turismo educativo, ecoturismo y observación de aves en el humedal costero deberán llevarse a cabo a través de veredas flotantes, evitando la compactación del sustrato y el potencial de riesgo de disturbio a zonas de anidación de aves, tortugas y otras especies.	El proyecto no incluye las actividades a las que se refiere esta especificación.
4.32	Deberá de evitarse la fragmentación del humedal costero mediante la reducción del número de caminos de acceso a la playa en centros turísticos y otros. Un humedal costero menor a 5 km de longitud del eje mayor, deberá tener un solo acceso a la playa y éste deberá ser ubicado en su periferia. Los accesos que crucen humedales costeros mayores a 5 km de longitud con respecto al eje mayor, deben estar ubicados como mínimo a una distancia de 30 km uno de otro.	No aplica al proyecto debido a que no se construyen caminos de acceso a través del humedal costero o que fragmente manglares.
4.33	La construcción de canales deberá garantizar que no se fragmentará el ecosistema y que los canales permitirán su continuidad, se dará preferencia a las obras o el desarrollo de infraestructura que tienda a reducir el número de canales en los manglares.	No aplicará al proyecto ya que no se construirán canales.
4.34	Se debe evitar la compactación del sedimento en marismas y humedales costeros como resultado del paso de ganado, personas, vehículos y otros factores antropogénicos.	No se tienen actividades que provoquen que los sedimentos de marismas u humedales costeros sean compactados fuera de los límites del proyecto.
4.35	Se dará preferencia a las obras y actividades que tiendan a restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre.	Como una de las medidas propuestas por el proyecto están el conservar y proteger las zonas de manglar existentes en el perímetro del predio del proyecto, para lo cual se adquirirán dichos terrenos.
4.36	Se deberán restaurar, proteger o conservar las áreas de manglar ubicadas en las orillas e interiores de las bahías, estuarios, lagunas costeras y otros cuerpos de agua que sirvan como corredores biológicos y que faciliten el libre tránsito de la fauna silvestre, de acuerdo como se determinen en el Informe Preventivo.	El proyecto para la construcción de la planta de amoniaco no es de restauración de humedales. Además, el proyecto contempla conservar el manglar dentro de los límites del terreno que será adquirido.
4.37	Se deberá favorecer y propiciar la regeneración natural de la unidad hidrológica, comunidad vegetales y animales mediante el restablecimiento de la dinámica hidrológica y flujos hídricos continentales (ríos de superficie y subterráneos, arroyos permanentes y temporales, escurrimientos terrestres laminares, aportes del manto freático), la eliminación de vertimientos de aguas residuales y sin tratamiento protegiendo las áreas que presenten potencial para ello.	En el caso de la planta, la construcción de la misma no alterará la unidad hidrológica aunque si ocupará una zona, en su mayor parte desprovista de vegetación, junto a la Bahía de Ohuira.

Tabla III.6.4. Especificaciones del la NOM-022-SEMARNAT-2003.		
No.	Especificación de la NOM-022-SEMARNAT-2003	Implicaciones en el Uso del territorio y/o el diseño de proyecto
4.38	Los programas proyectos de restauración de manglares deberán estar fundamentados científica y técnicamente y aprobados en la resolución de impacto ambiental, previa consulta a un grupo colegiado. Dicho proyecto deberá contar con un protocolo que sirva de línea de base para determinar las acciones a realizar.	No se contemplan proyectos de restauración de manglares. Sin embargo, en caso de que eventualmente se proponga el realizar restauración de manglar se tomará en cuenta esta especificación.
4.39	La restauración de humedales costeros con zonas de manglar deberá utilizar el mayor número de especies nativas dominantes en el área a ser restaurada, tomando en cuenta la estructura y composición de la comunidad vegetal local, los suelos, hidrología y las condiciones del ecosistema donde se encuentre.	El proyecto no contempla la realización de obras de restauración de manglares. Si se realizarán este tipo de acciones como una contribución al mejoramiento ambiental de la zona, se consideraría el emplear <i>Avicennia germinans</i> y <i>Rhizophora mangle</i> .
4.40	Queda estrictamente prohibido introducir especies exóticas para las actividades de restauración de los humedales costeros.	No se realizarán actividades de restauración ni la introducción de ninguna especie exótica hacia el humedal costero o sus colindancias, ni de flora ni de fauna silvestre.
4.41	La mayoría de los humedales costeros restaurados y creados requerirán de por lo menos de tres a cinco años de monitoreo, con la finalidad de asegurar que el humedal costero alcance la madurez y el desempeño óptimo.	El proyecto no incluye la creación o restauración de un humedal costero.
4.42	Los estudios de impacto ambiental y ordenamiento deberán considerar un estudio integral de la unidad hidrológica donde se ubican los humedales costeros.	Para cumplir esto se ha realizado un estudio hidrológico y una modelación del sistema. Los resultados de dichos estudios se han considerado para el proyecto y se anexan a esta MIA-R.
4.43	La prohibición de obras y actividades estipuladas en los numerales 4.4 y 4.22 y los límites establecidos en los numerales 4.14 y 4.16 podrán exceptuarse siempre que el informe preventivo o en la manifestación de impacto ambiental, según sea el caso, se establezcan medidas de compensación en beneficio de los humedales y se obtenga la autorización de cambio de uso de suelo correspondiente.	El proyecto no realiza las actividades señaladas en el criterio 4.22 pero si en el criterio 4.4. Se proponen medidas de compensación dado que no es posible mantener la franja de 100 m entre la infraestructura y el mangle que crece en la base del bordo del canal de la CFE.

III.6.3. NOM-059-SEMARNAT-2010.

Esta norma se refiere a la protección ambiental - especies nativas de México de flora y fauna silvestres - categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - lista de especies en riesgo.

En el sistema Santa María-Topolobampo-Ohuira se han reportado especies sujetas a protección especial, tales como la gaviota ploma (*Larus heermanni*), la garceta rojiza (*Egretta rufescens*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*), la gaviota pata amarilla (*Larus livens*), el charrán mínimo (*Sternula antillarum*) y el charrán elegante (*Thalasseus elegans*). Ninguna de estas especies tiene zonas de anidación en el predio ni el sitio del proyecto.

Las lagunas y el área marina adyacente son importantes para la alimentación y desarrollo de cuatro especies de tortuga marina: la tortuga golfina (*Lepidochelys olivacea*), la tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*), la tortuga negra o prieta (*Chelonia agassizii* o *Chelonia mydas agassizii*) y la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*). Actualmente estas cuatro especies se encuentran en categoría de especies en peligro. Cabe destacar que en el frente de laguna del sitio del proyecto no hay playas adecuadas ni accesibles para la anidación de tortugas.

Entre las rocas del bordo en los límites del terreno habita la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). Esta especie se encuentra en la categoría de especies en riesgo de la NOM-059- SEMARNAT -2010) y está prohibida su captura y comercialización. Este reptil se distribuye en la costa del Pacífico desde Sinaloa hasta el Istmo de Tehuantepec. La disminución de las poblaciones se debe a la destrucción y fragmentación del hábitat y a la caza excesiva por poblaciones rurales. La iguana negra es una de las 20 especies de iguanas registradas en México, forman parte de la familia Iguanidae. Son organismos omnívoros y su dieta incluye vegetales, insectos y crustáceos. Al alimentarse de diversas fuentes, su papel en su hábitat es de controlador de plagas y dispersores de semillas.

En la zona de los manglares alrededor de la Bahía de Ohuira se presentan las cuatro especies en la categoría de Amenazadas: Mangle rojo (*Rhizophora mangle*), mangle negro (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*). Este último también se encuentra en las comunidades terrestres, como un elemento más de la vegetación secundaria. En el sitio del proyecto sólo se encuentran *Rhizophora mangle* y *Avicennia germinans*, las cuales crecen sobre en la base de los bordos construidos como parte de la infraestructura PEMEX y CFE, en áreas donde originalmente no existía este tipo de vegetación.

III.6.4. NOM-085-ECOL-2011.

Esta norma se refiere a contaminación atmosférica proveniente de fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos o gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, que establece los niveles máximos permisibles de emisión a la atmósfera de humos, partículas suspendidas totales, bióxido de azufre y óxidos de nitrógeno y los

requisitos y condiciones para la operación de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como los niveles máximos permisibles de emisión de bióxido de azufre en los equipos de calentamiento directo por combustión. En la planta habrá equipos de calentamiento para la inicialización del proceso, por lo que las emisiones a la atmósfera serán monitoreadas para verificar que se cumpla con los niveles permitidos.

El campo de aplicación abarca las fuentes fijas que utilizan combustibles fósiles sólidos, líquidos y gaseosos o cualquiera de sus combinaciones, será de observancia obligatoria para el uso de los equipos de calentamiento indirecto por combustión, así como para los equipos de generación eléctrica que utilizan la tecnología de ciclo combinado. Será obligatoria igualmente sólo en emisiones de bióxido de azufre, para el uso de los equipos de calentamiento directo por combustión.

La norma no aplica a equipos con capacidad térmica nominal menor a 530 megajoules por hora (15 CC), equipos domésticos de calefacción y calentamiento de agua, turbinas de gas, equipos auxiliares y equipos de relevo. Tampoco aplica para el caso en que se utilicen bioenergéticos.

III.6.5. Norma Oficial Mexicana NOM-117-SEMARNAT-2006.

Esta norma establece las especificaciones de protección ambiental durante la instalación, mantenimiento mayor y abandono, de sistemas de conducción de hidrocarburos y petroquímicos en estado líquido y gaseoso por ducto, que se realicen en derechos de vía existentes, ubicados en zonas agrícolas, ganaderas y eriales.

Esta norma es aplicable al amonioducto que conducirá el producto de la planta a la terminal de PEMEX para embarcar el amoniaco. Esta instalación corre siguiendo la ruta de los ductos de PEMEX ya existentes.

También será aplicable al tramo de ducto para llevar el gas natural desde el punto de conexión con el ducto de la CFE hasta las instalaciones de la planta. Las especificaciones de la norma, que se presentan en la tabla III.6.4, se observarán durante todo el desarrollo del proyecto.

Tabla III.6.5. Especificaciones del la NOM-117-SEMARNAT-2006.		
Actividad	No.	Especificación
5.1 Instalación	5.1.1.	Las actividades de despalme y deshierbe quedan restringidas a la zona que ocupe la amplitud del derecho de vía y, en caso necesario, del camino de acceso. En estas actividades no se podrán utilizar agroquímicos y/o fuego.
	5.1.2	Deberán utilizarse los caminos de acceso ya existentes. En el caso excepcional de que sea imprescindible la apertura de nuevos caminos de acceso para llegar a las instalaciones, se debe cumplir con lo establecido en la legislación local aplicable.
	5.1.3	Los residuos vegetales generados durante el despalme y deshierbe se deben triturar y dispersar dentro del derecho de vía, para facilitar su integración al suelo.
	5.1.4	Quienes, durante la realización de los trabajos de mantenimiento mayor e instalación de tuberías de conducción de hidrocarburos y petroquímicos, realicen actividades de captura, persecución, cacería, colecta y tráfico de la fauna existente en la zona, serán sancionados conforme a lo dispuesto en la Ley General de Vida Silvestre y demás disposiciones jurídicas aplicables.
	5.1.5	Se deben tomar las medidas necesarias para evitar la dispersión de polvos provenientes de la construcción, cuando los trabajos se realicen a menos de un kilómetro de los centros de población.
	5.1.6	Se deben instalar en las etapas de preparación y construcción del proyecto, sanitarios portátiles en cantidad suficiente para todo el personal, además de contratar servicios especializados de mantenimiento.
	5.1.7	En caso de que se requiera instalar campamentos, almacenes, oficinas y patios de maniobra, éstos deben ser temporales y ubicarse en zonas ya perturbadas.
	5.1.8	En ningún caso se deberán realizar trabajos de mantenimiento preventivo de los vehículos utilizados, en las mismas áreas en donde se lleven a cabo obras de instalación o mantenimiento mayor de ductos.
	5.1.9	En los casos en que la tubería cruce abrevaderos, jagüeyes, canales de riego o corrientes de agua, se deben emplear técnicas y/o procedimientos constructivos que eviten la afectación de su funcionalidad y en el caso de corrientes de agua, el cambio de la dinámica hidrológica natural.
	5.1.10	En caso de que durante las diferentes etapas de la instalación y mantenimiento de la red de ductos para la conducción de hidrocarburos, se generen: a) Residuos que por sus características se consideren como peligrosos, éstos deben manejarse y disponerse conforme a lo establecido en la LGEEPA, la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos y demás ordenamientos aplicables. b) Residuos sólidos urbanos y de manejo especial, éstos se deben depositar en contenedores con tapa, colocados en sitios estratégicos al alcance de los trabajadores y trasladarse al sitio que indique la autoridad local competente para su disposición, con la periodicidad necesaria para evitar su acumulación, generación de lixiviados y la atracción y desarrollo de fauna nociva, conforme a la normatividad vigente. c) Aguas residuales, se debe cumplir con la normatividad ambiental aplicable al caso.
5.2 Mantenimiento Mayor	5.2.1	Las descargas de aguas residuales, generadas en cualquier parte del sistema de conducción, deben cumplir con la normatividad ambiental aplicable al caso
	5.2.2	Queda prohibido el uso de agua potable para la realización de las obras o actividades en cualquiera de las etapas del proyecto.
5.3 Conclusión de las actividades de instalación y mantenimiento	5.3.1	Al terminar la obra y antes de iniciar la operación o al terminar cualquier trabajo de mantenimiento, el derecho de vía debe quedar libre de residuos sólidos urbanos y de manejo especial.
	5.3.2	En el caso del material excedente producto de la excavación de las zanjas que no sea utilizado para el relleno de las mismas, éste debe ser manejado y dispuesto en los sitios que indique la autoridad local competente.
5.4 Abandono del sitio al término de la vida útil del proyecto	5.4.1	Al término de la vida útil del sistema de conducción o parte de éste, el área afectada deberá ser restaurada a las condiciones similares a las existentes en las áreas adyacentes.
	5.4.2	Al término de la vida útil del sistema de conducción o de parte de éste, los ductos podrán dejarse en el sitio, para lo que se deberá desalojar el producto que contenga el ducto, aislarse de cualquier servicio o suministro, limpiarse, taponarse en sus extremos haciendo un sello efectivo e inertizarse.
	5.4.3	En el caso de que se retiren los ductos, se deberá cumplir con la legislación ambiental vigente para su manejo.

III.6.6. Norma Oficial Mexicana NOM-137-SEMARNAT-2003.

La norma referente a *Contaminación atmosférica.- Plantas desulfuradoras de gas y condensados amargos.- Control de emisiones de compuestos de azufre* es de observancia obligatoria para todos los responsables de plantas desulfuradoras de gas amargo y condensados amargos en todo el territorio nacional, con excepción de aquellas cuya capacidad nominal sea menor a 2 toneladas al día, de las ubicadas en plataformas marítimas, así como de las plantas utilizadas en las refinerías de petróleo. Se recomienda revisar el texto completo de la norma para determinar los límites en que aplica al proyecto.

En el caso de la planta de amoniaco, el gas natural utilizado como insumo primario se debe purificar de acuerdo con los requerimientos de la unidad reformadora por vapor. El sulfuro de hidrogeno y los compuesto de azufre orgánicos son venenos poderosos para los catalizadores, por lo que deben ser eliminados antes de que el gas se introduzca a la sección reformadora. Dado que se trata de una planta nueva, se deben controlar sus emisiones de compuestos de azufre a la atmósfera y medirlas en forma continua.

La norma establece la eficiencia mínima de control de emisiones a la atmósfera de compuestos de azufre de las plantas desulfuradoras de gas y condensados amargos en condiciones normales de operación. Dicha eficiencia se expresa en por ciento de recuperación de azufre y es función de la capacidad nominal del sistema de control de emisiones (X) y de la concentración promedio de H₂S en el gas ácido de entrada al sistema o a las plantas recuperadoras (Y).

Entre otros requisitos, la norma establece que el diseño de los sistemas de control de emisiones de las plantas desulfuradoras de gas ácido y condensados amargos deberá ser tal, que la concentración de ácido sulfhídrico en los gases de salida de la chimenea sea menor o igual a 10 ppm, en volumen.

Se instalarán y mantendrán en buenas condiciones las plataformas y puertos de muestreo en las chimeneas de los oxidadores térmicos para la colocación permanente del Sistema de Monitoreo Continuo de Emisiones de SO₂.

III.6.7. Normas en Materia de Residuos Peligrosos y de Manejo Especial.

Existen otras normas en materia de residuos peligrosos aplicables a etapas del proyecto o a actividades temporales. Se recomienda revisar el texto completo de las normas para determinar los alcances en relación con el proyecto definitivo.

Tabla III.6.6. Normas aplicables en materia de residuos peligrosos.	
NORMA	PROYECTO
NORMA Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, Que establece los criterios para clasificar a los Residuos de Manejo Especial y determinar cuáles están sujetos a Plan de Manejo; el listado de los mismos, el procedimiento para la inclusión o exclusión a dicho listado; así como los elementos y procedimientos para la formulación de los planes de manejo.	La norma busca que en la última etapa del manejo de residuos, se evite que la recepción en los sitios de disposición final de una gran cantidad de Residuos de Manejo Especial, provoque que éstos se acumulen rápidamente junto con los Sólidos Urbanos y la vida útil de dichos sitios de disposición, terminen en un tiempo menor al proyectado. De acuerdo con el Listado de los Residuos de Manejo Especial sujetos a Plan de Manejo para la planta de amoniaco se tiene lo siguiente: VII. Residuos de la construcción, mantenimiento y demolición en general, que se generen en una obra en una cantidad mayor a 80 m³.
Norma Oficial Mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005, Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos.	El proyecto mantendrá actualizada la relación de todos los residuos del proyecto y verificando su situación en la norma ya que un residuo es considerado peligroso si se encuentra en alguno de los siguientes listados: - Listado 1: Clasificación de residuos peligrosos por fuente específica. - Listado 2: Clasificación de residuos peligrosos por fuente no específica. - Listado 3: Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxicos Agudos). - Listado 4: Clasificación de residuos peligrosos resultado del desecho de productos químicos fuera de especificaciones o caducos (Tóxicos Crónicos). - Listado 5: Clasificación por tipo de residuos, sujetos a Condiciones Particulares de Manejo. En caso de que algún residuo que se genere en la planta una vez que se este en la etapa de operación sea clasificado como peligrosos se le manejará como tal.
Norma Oficial Mexicana NOM-054-SEMARNAT-1993, que establece el procedimiento para determinar la incompatibilidad entre dos o más residuos considerados como peligrosos por la norma oficial mexicana NOM-052-SEMARNAT-2005.	De manera preliminar no se tienen identificados incompatibilidades entres residuos. A lo largo de la operación se tendrá en cuenta el listado de esta norma y se aplicará la metodología que describe para establecer si existe incompatibilidad entre dos o más de los residuos considerados como peligrosos que pudiesen generarse en la planta de amoniaco. Si existiesen dichas incompatibilidades el manejo de los residuos se hará tomando las precauciones adecuadas en el área de almacenamiento temporal y durante el envío para la disposición final.

III.6.8. Otras Normas Aplicables.

Existen otras normas aplicables a etapas del proyecto o a actividades temporales. En algunos casos la aplicación de estas normas estará a cargo de terceros, como sería el caso de las empresas constructoras que participen en el proyecto, por lo que el cumplimiento de las mismas se establecerá en los contratos respectivos.

Tabla III.6.7. Normas de posible aplicación a actividades del proyecto.	
NORMA	ESPECIFICACIONES
Norma Oficial Mexicana NOM-002-SEMARNAT-1996 , que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal.	Esta norma no será aplicable al proyecto dado que no habrá descargas al sistema de alcantarillado municipal.
NOM-041-SEMARNAT-2006 , Que establece los límites máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.	Esta (NOM) es de observancia obligatoria para el propietario o legal poseedor, de los vehículos automotores que circulan en el país, que usan gasolina como combustible, a excepción de vehículos con peso bruto vehicular menor de 400 kilogramos, motocicletas, tractores agrícolas, maquinaria dedicada a las industrias de la construcción y minera. En el caso de la planta de amoniaco, se aplicará un programa de verificación y mantenimiento para los vehículos de la empresa.
NOM-045-SEMARNAT-1996 . Que establece los niveles máximos permisibles de opacidad de humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible, Modificada de acuerdo al DIARIO OFICIAL de la Federación del día Jueves 13 de septiembre de 2007, como: NOM-045-SEMARNAT-2006 , Protección ambiental.- Vehículos en circulación que usan diesel como combustible.- Límites máximos permisibles de opacidad, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición.	Esta Norma Oficial Mexicana establece los límites máximos permisibles de coeficiente de absorción de luz y el porcentaje de opacidad, provenientes del escape de los vehículos automotores en circulación que usan diesel como combustible, procedimiento de prueba y características técnicas del equipo de medición. Su cumplimiento es obligatorio para los propietarios o legales poseedores de los citados vehículos, unidades de verificación y autoridades competentes. Se excluyen de la aplicación de la Norma, la maquinaria equipada con motores a diesel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería. En el caso de la planta de amoniaco, se aplicará un programa de verificación y mantenimiento para los vehículos de la empresa.
NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-081-SEMARNAT-1994 , que establece los límites máximos permisibles de emisión de ruido de las fuentes fijas y su método de medición.	Esta norma aplica en la pequeña, mediana y gran industria, comercios establecidos, servicios públicos o privados y actividades en la vía pública. La fuente fija se considera como un elemento o un conjunto de elementos capaces de producir ruido que es emitido hacia el exterior al través de las colindancias del predio por el aire y por el suelo. Los límites máximos permisibles que establece esta norma son de 68 dB(A) en un horario de 6:00 a 22:00 horas y de 65 dB(A) en el horario de las 22:00 a las 6:00 horas, los cuales serán observados en la planta.

III.6.9. Estándar de la OSHA para el Manejo del Amoniac.

Los estándares de la Administración para la Seguridad e Higiene Laboral no son directamente aplicables en el territorio mexicano, pero son una referencia importante para alcanzar el objetivo de crear condiciones adecuadas para los trabajadores. En particular, este estándar es para aplicarlo al diseño, construcción, ubicación, instalación y operación de sistemas de amoniac anhidro incluyendo sistemas de almacenamiento de amoniac refrigerado.

Este estándar no es aplicable a la planta de manufactura del amoniac pero será aplicable a la terminal de carga de amoniac en barcos y, en la segunda etapa, en las llenaderas de camiones.

Las medidas de seguridad y características de equipos empleados estarán más relacionadas con aspectos laborales y de riesgo que con los impactos ambientales. Los requisitos se deberán cumplir en los manuales de seguridad de la terminal y de las llenaderas de autotanques.

III.7. Sistema de Áreas Naturales Protegidas.

III.7.1. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Federal.

El sitio para el proyecto de construcción de la planta de amoniaco no forma parte de ninguna de las 12 áreas naturales protegidas (ANP) de competencia federal (tabla III.7.1) decretadas en la región Noroeste y Alto Golfo de California del sistema de CONANP (figura III.7.1). Tampoco se encuentra en colindancia inmediata con ninguna área natural protegida mediante decreto federal, estatal o municipal.

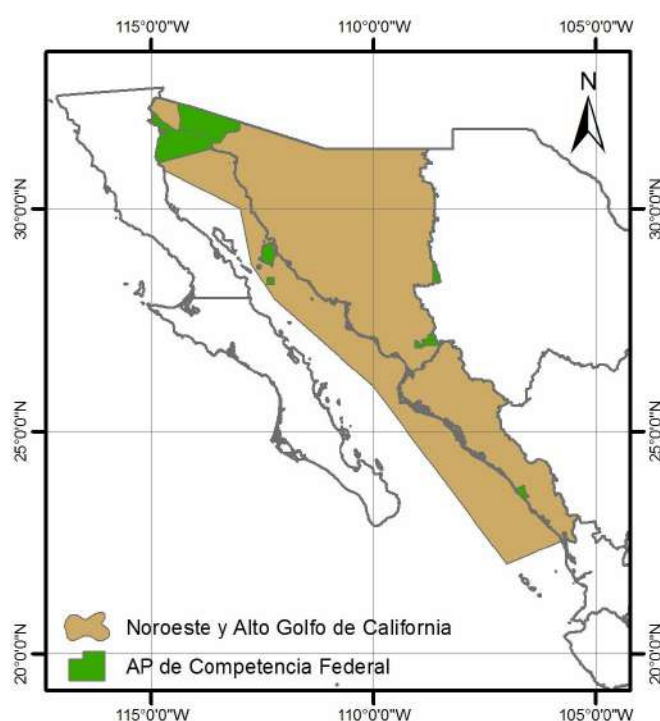


Figura III.7.1. Ubicación del sitio en la región Noroeste y Alto Golfo de California de CONANP.

Tabla III.7.1. Áreas Protegidas, por categoría, en el Noroeste y Alto Golfo de California.		
Categoría	Número de AP	Superficie (hectáreas)
Reserva de la Biosfera	5	1,512,350
Área de Protección de Flora y Fauna	1	50,318
Área de Protección de Flora y Fauna Silvestres y Acuáticas	1	91,637
Reserva Forestal Nacional y Zona de Refugio de la Fauna Silvestre	2	61,094
Santuario	2	137
Zona de Reserva y Refugio de Aves Migratorias y de la Fauna Silvestre	1	182,869
Totales	12	1,898,405

Dentro de las lagunas Bahía de Topolobampo y Bahía de Ohuira se encuentran una serie de islas que forman parte del Área de Protección de Flora y Fauna “Islas del Golfo de California” (zona sur) con decreto del 7 de junio de 2000. El proyecto no incluye actividades u obras que puedan afectar las islas, por lo que no hay conflicto con esta ANP.

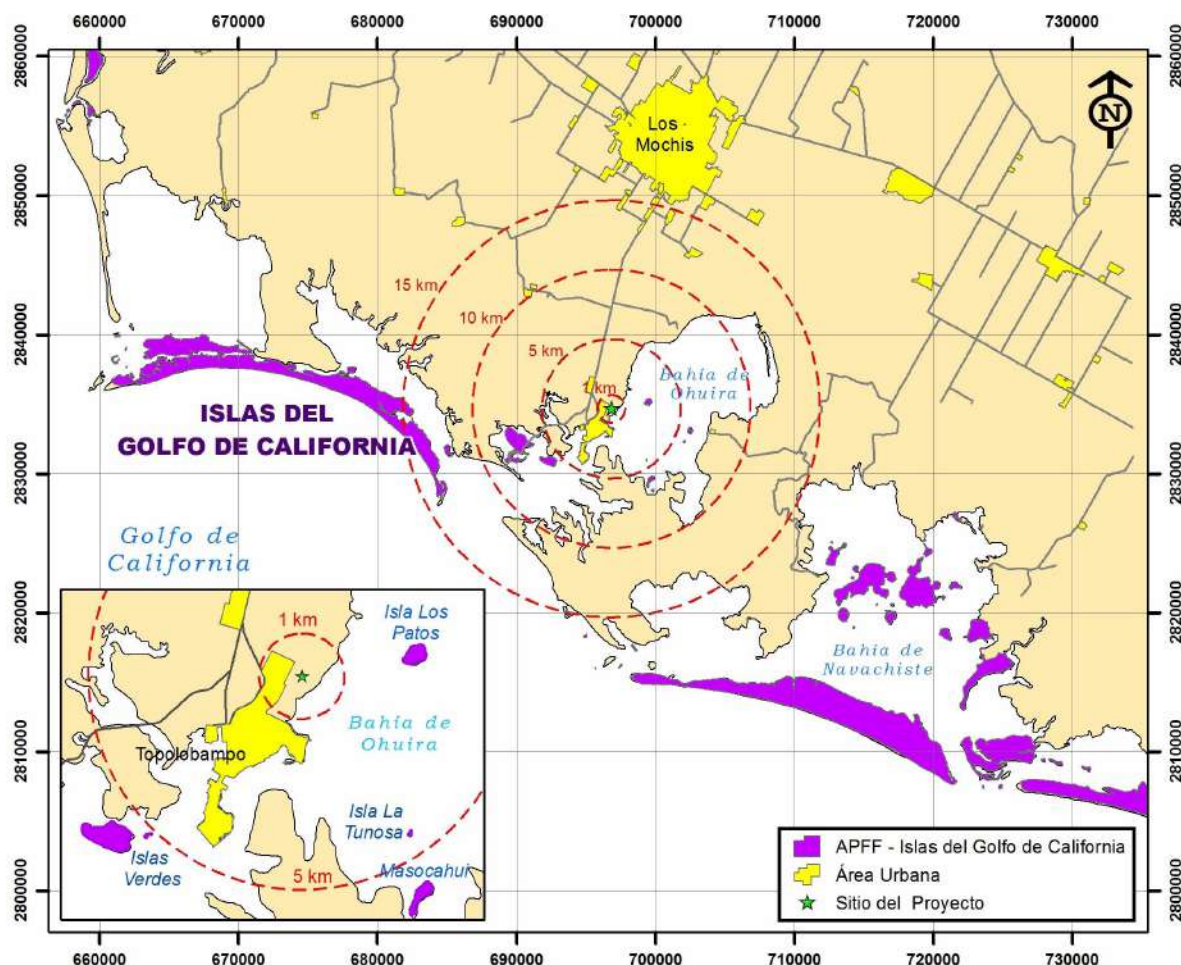


Figura III.7.2. Ubicación del sitio respecto al área natural protegida más cercana.

III.7.2. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Estatal.

La zona natural con decreto de protección estatal más cercana al sitio del proyecto es la *Zona Sujeta a Conservación - Navachiste*, que abarca una superficie de 17,055 ha y se localiza entre los municipios de Ahome y Guasave (figura III.7.3). Esta zona se encuentra en la orilla contraria de la laguna y no tendrá ningún conflicto de uso de suelo con el proyecto de construcción de la planta de amoniaco.

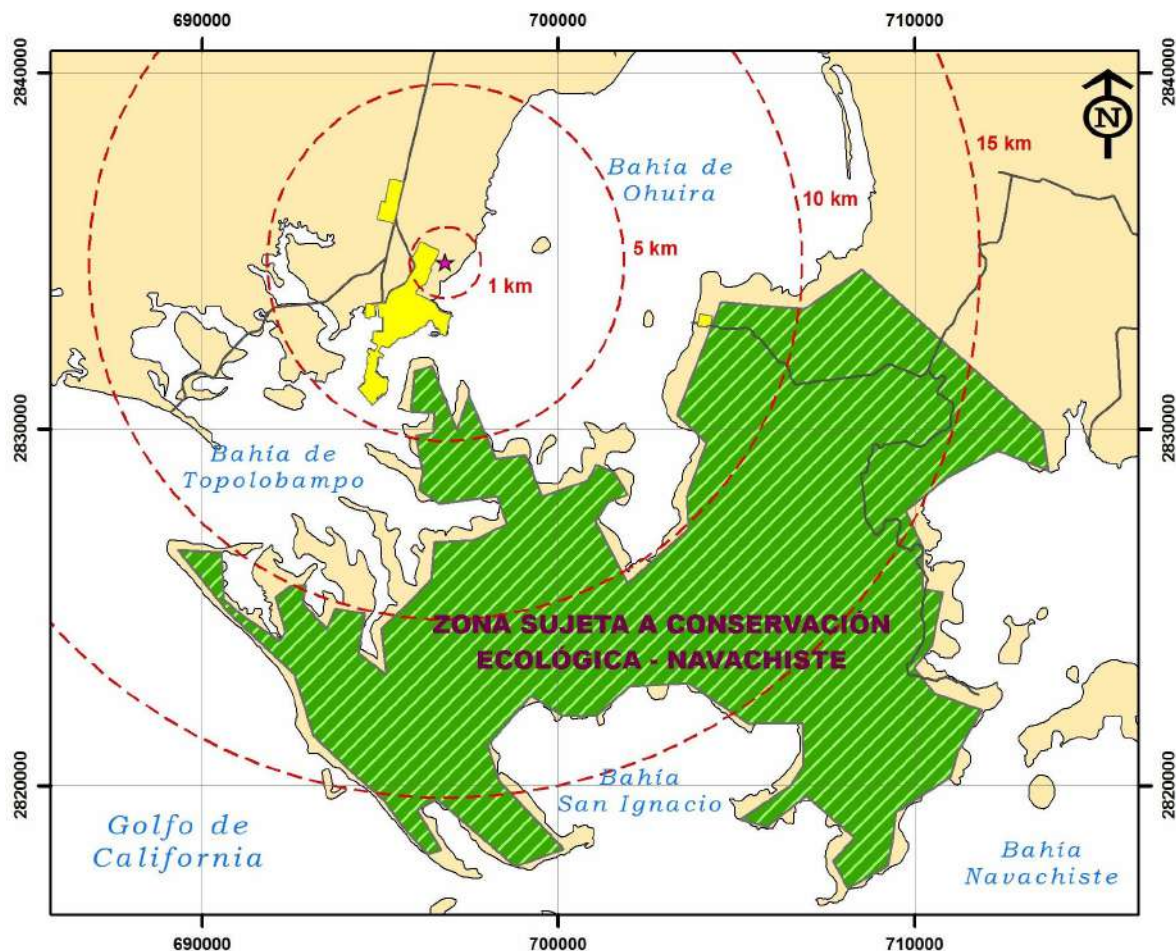


Figura III.7.3. Ubicación del proyecto respecto a la ZSCE Navachiste.

III.7.3. Áreas Naturales Protegidas con Decreto Municipal.

El sitio del proyecto no se encuentra dentro o en colindancia inmediata con ninguna zona protegida con decreto municipal. La más cercana al proyecto es la denominada como La Cueva del Murciélago del Ejido Topo Viejo, con carácter de zona de preservación ecológica de los centros de población, con una superficie de 6,020 m².

Esta ANP está localizada cerca del sistema lagunar Topolobampo, a un lado de la carretera al Maviri, y es un ecosistema que concentra una gran población de estos animales, los cuales son considerados importantes para el control de plagas en la agricultura y su contribución en la polinización en el Valle del Fuerte. El número de organismos en estas cuevas es de cientos de miles y el predio estaría dentro del rango de actividades de los murciélagos. Sin embargo, el proyecto no interfiere con las cavernas.

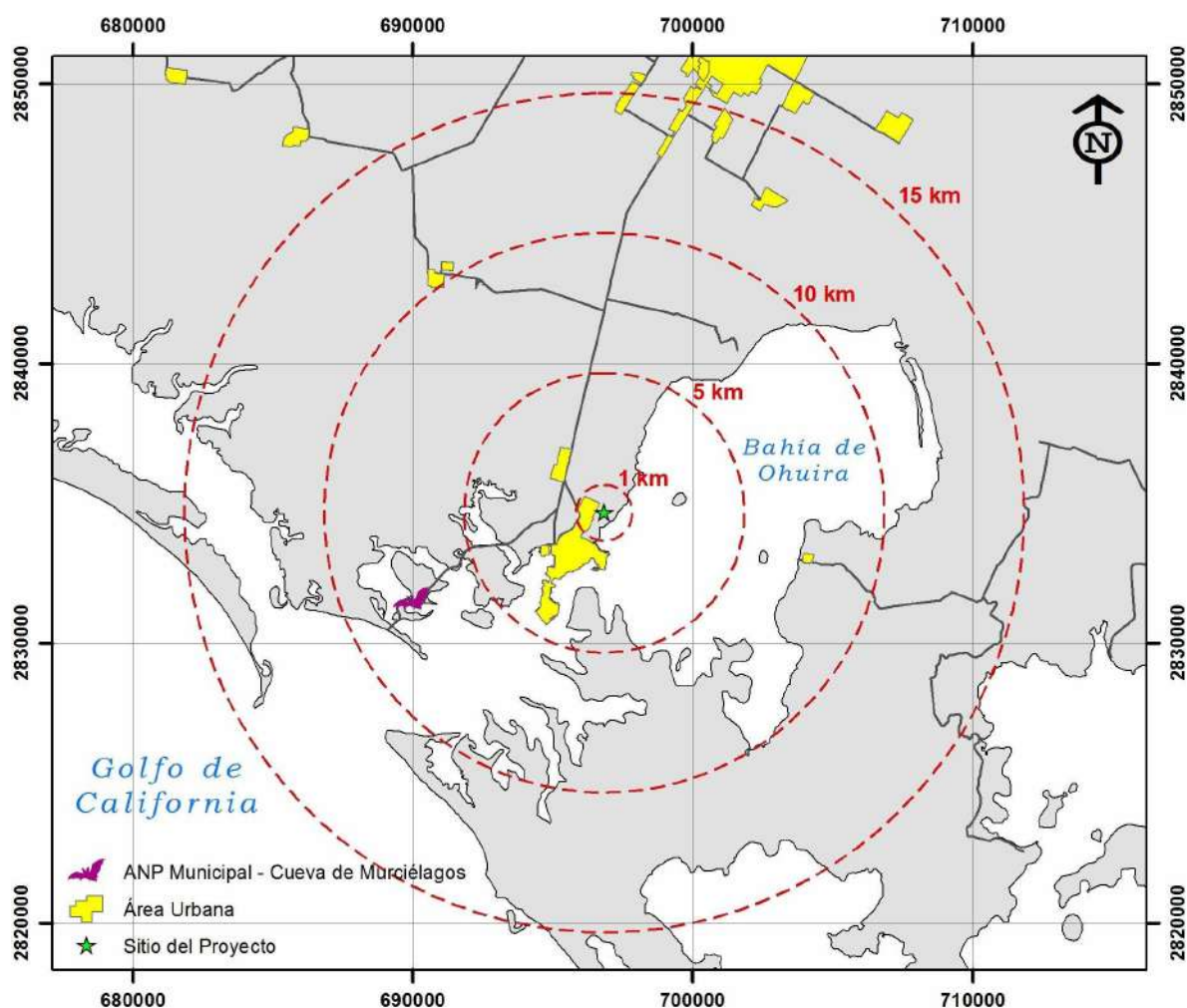


Figura III.7.4. Ubicación del proyecto respecto a la ANP municipal Cueva de Murciélagos.

III.7.4. Sitios Ramsar.

Los terrenos propuestos para el proyecto están ubicados dentro de los límites del sitio Ramsar Lagunas de Santa María-Topolobampo-Ohuira, el cual se localiza en su totalidad en el municipio de Ahome, Sinaloa. Este sitio Ramsar abarca tres lagunas costeras entre los 25° 25' y 25° 50' de latitud norte y los 108° 50' y 109° 31' de longitud oeste. Su área total es de 22,500 ha, de las cuales 4,000 corresponden a la Laguna Santa María, 6,000 a la Bahía de Topolobampo y 12,500 a la Bahía de Ohuira. Los límites del sitio Ramsar incluyen los frentes de playa y la vegetación de manglar del sistema lagunar.

La Convención sobre los Humedales (realizada en 1971 en Ramsar, Irán,) es un tratado intergubernamental cuya misión es “la conservación y el uso racional de los humedales

mediante acciones locales, regionales y nacionales y gracias a la cooperación internacional, como contribución al logro de un desarrollo sostenible en todo el mundo”.

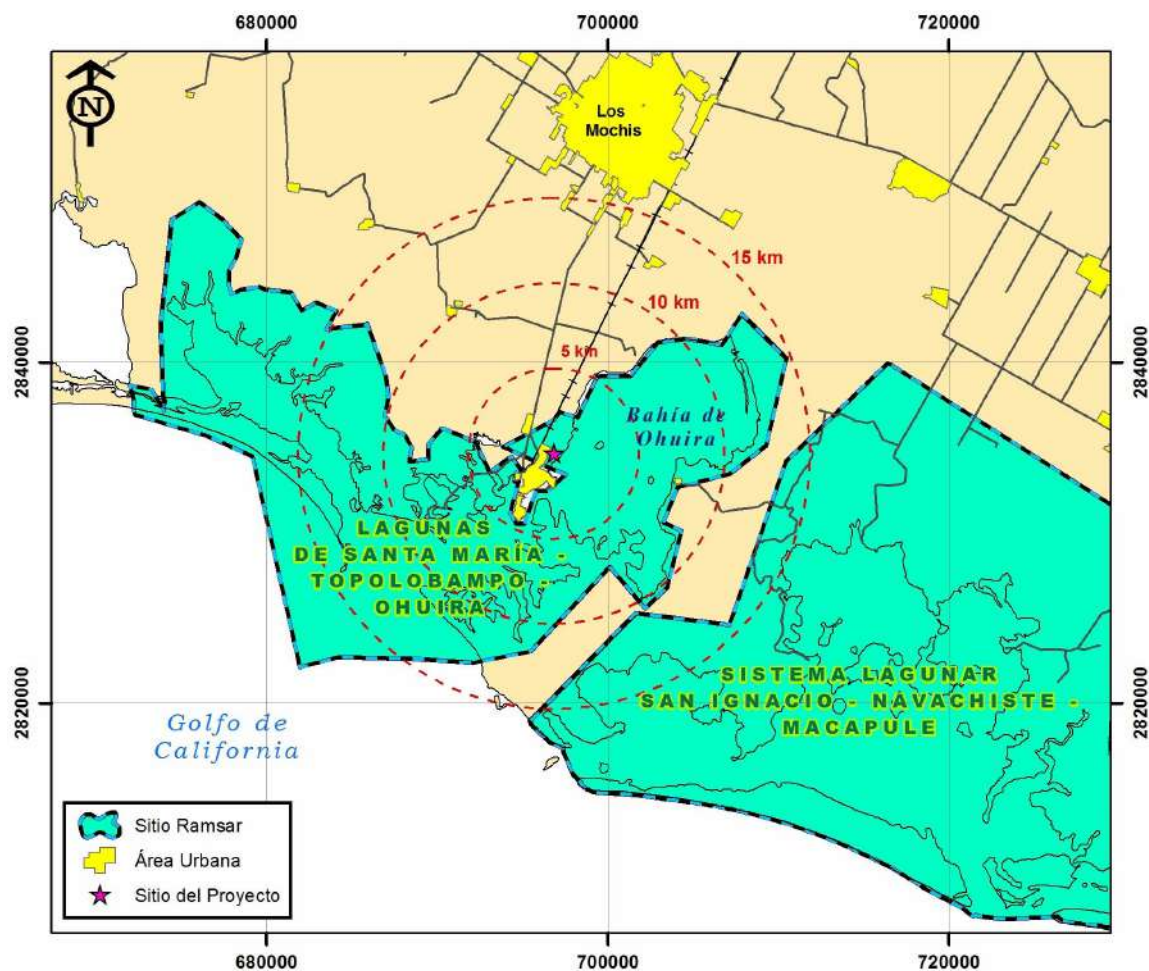


Figura III.7.5. Ubicación del proyecto en el sitio Ramsar que abarca a la Bahía de Ohuira.

En junio de 2007 el total de naciones adheridas a la Convención como Partes Contratantes era de 155 y había más de 1,700 humedales de todo el mundo, con una superficie mayor de 151 millones de hectáreas, designados para su inclusión en la Lista de Humedales de Importancia Internacional de Ramsar.

Tal como define la Convención, en los humedales se incluye una amplia variedad de hábitat tales como pantanos, turberas, llanuras de inundación, ríos y lagos y áreas costeras tales como marismas, manglares y praderas de pastos marinos, pero también arrecifes de coral y otras áreas marinas cuya profundidad en marea baja no exceda de

seis metros, así como humedales artificiales tales como estanques de tratamiento de aguas residuales y embalses.

La designación de sitios Ramsar se hace con base en nueve criterios divididos en dos grupos. El Grupo A incluye a los sitios que comprenden tipos de humedales representativos, raros o únicos. El Grupo B incluye a los sitios de importancia internacional para conservar la diversidad biológica. Los criterios Ramsar de inscripción de la zona de estudio incluyen el 2, 3, 4, 5, 6 y 8 (Tabla III.7.2):

Tabla III.7.2. Criterios Ramsar.		
No.	Criterios de Ramsar	Implicaciones al proyecto
2	En el complejo insular en estudio anida <i>Egretta rufescens</i> , la cual es un ave sujeta a protección especial por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001). Aunque son pocos los estudios, dentro del sistema lagunar y en el mar adyacente se ha confirmado el uso como zona de alimentación y crianza para tortugas marinas en estadios de vida que van desde juveniles, inmaduros o subadultos y adultos de tortuga Golfina (<i>Lepidochelys olivacea</i>), de igual manera se confirmó la presencia de tortuga prieta (<i>Chelonia mydas agassizi</i>), tortuga laúd (<i>Dermochelys coriacea</i>) y Carey (<i>Eretmochelys imbricata</i>) todas sujetas a protección especial por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001) y presentes en la lista roja de la UICN como en peligro de extinción y las últimas dos consideradas en peligro crítico.	En el predio no hay anidación de <i>Egretta rufescens</i> . En principio, no habrá obras que puedan afectar el sistema lagunar y en el mar adyacente para su uso como zona de alimentación y crianza para tortugas marinas sujetas a protección especial por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-SEMARNAT-2010*) y presentes en la lista roja de la UICN como en peligro de extinción y las últimas dos consideradas en peligro crítico. El proyecto no tiene conflicto con este criterio del sitio Ramsar.
3	En la flora de las islas se distribuyen varias especies catalogadas en diferentes categorías dentro de diferentes entidades como la NOM-059-ECOL-2001, así como en IUNC Species Survival Commission, y la CITES; destacándose los manglares (<i>Rhizophora mangle</i> , <i>Laguncularia racemosa</i> , <i>Avicennia germinans</i> y <i>Conocarpus erectus</i>) con estatus de protección especial por su función durante la fase reproductiva de numerosas especies de importancia comercial como el camarón, el ostión y diversas especies de peces; así como una serie de cactáceas como el tasajo (<i>Peniocereus marianus</i>) y la viznaguita endémica de la región de Topolobampo (<i>Echinocereus sciurus var floresii</i>), la cual solo es reportada para la isla Mazocahui I. Es además el sitio de distribución más austral de <i>Lophocereus schottii</i> . Otras especies importantes para su conservación que se presentan en las islas son la saya (<i>Amoreuxia palmatifida</i>) y el guayacán (<i>Guaicum coulteri</i>), y otras cactáceas de extraordinaria belleza como lo son: <i>Ferocactus townsendianus</i> var. <i>townsendianus</i> ; <i>Mammillaria dioica</i> , <i>Mammillaria mazatlanensis</i> ; <i>Opuntia burragiana</i> , <i>Opuntia fulgida</i> , <i>Opuntia puberula</i> , <i>Opuntia rileyi</i> , <i>Opuntia spraguei</i> , <i>Opuntia wilcoxii</i> ; <i>Pachycereus pectenaborigenum</i> ; <i>Stenocereus alamosensis</i> y <i>Stenocereus thurberi</i> . Adicionalmente, en el sitio se ha ubicado como poseedor de una especie endémica de la viznaguita <i>Echinocereus sciurus var floresii</i> .	El proyecto no afecta de ninguna manera la flora de las islas, que incluyen varias especies catalogadas en diferentes categorías dentro de diferentes entidades como la NOM-059-SEMARNAT-2010*, la IUNC y la CITES. No afectará su función durante la fase reproductiva de numerosas especies de importancia comercial ni de cactáceas. Adicionalmente, en el sitio se ha ubicado como poseedor de una especie endémica de la viznaguita <i>Echinocereus sciurus var floresii</i> . Al no intervenir la vegetación de las islas, no se afecta a ninguna especie endémica. El proyecto no presenta conflictos con este criterio de inscripción del sitio Ramsar.
4	En el complejo insular en estudio las colonias anidantes más abundantes son <i>Pelecanus occidentalis</i> , <i>Phalacrocorax auritus</i> y <i>Fregata magnificens</i> . Sin embargo también anidan <i>Egretta rufescens</i> y <i>Nyctanassa violacea</i> , las cuales son aves sujetas a protección especial por la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001). Es importante recalcar que aparte de ser zonas de anidación también es área de alimentación para algunas especies sujetas a protección especial como lo son: <i>Mycteria americana</i> , <i>Larus hermanni</i> , <i>Larus livens</i> , <i>Sternula schillarii</i> y <i>Thalasseus elegans</i> (Sánchez-Bon 2008)	En el predio no hay colonias anidantes de ninguna especie. Sin embargo si puede ser área de alimentación para algunas especies sujetas a protección especial junto con otras especies. El proyecto no afectará en su totalidad este servicio ambiental del predio.

Tabla III.7.2. Criterios Ramsar.		
No.	Criterios de Ramsar	Implicaciones al proyecto
5	En el sistema lagunar también se cuenta con registros de grandes parvadas de pelecanidos en sitios de descanso, anidación y alimentación, los cuales sobrepasan los 20,000 individuos, particularmente en la Isla Patos, en donde se han contabilizado 20,000 aves del orden de los pelecaniformes correspondientes a las especies de <i>Pelecanus Occidentales</i> y <i>Phalacrocorax auritus</i> . (Sánchez-Bon 2009).	En el predio puede haber pequeñas parvadas de pelecanidos en descanso y alimentación, pero no se compara con el número reportado en la Isla Patos, la cual no será afectada. El proyecto no afectará en su totalidad este servicio ambiental ya que sólo se desarrollarán obras en parte del predio.
6	Es el noveno de los 28 humedales prioritarios, identificados por DUMAC, que albergan al 84% de las aves acuáticas migratorias distribuidas en México durante el periodo invernal. En estos humedales habitan temporalmente el: 65% de las Cercetas de Alas Verdes (<i>Anas crecca</i>); 69% de los Patos golondrinos (<i>Anas acuta</i>); 84% de las Cercetas de Alas Azules (<i>Anas discors</i>); 68% de los Patos Cucharones (<i>Anas clypeata</i>); 76% de los Patos Pintos (<i>Anas strepera</i>); 77% de los Patos Calvos (<i>Anas americana</i>); 92% de los Patos Pijjes de Ala Blanca y Ala Negra (<i>Dendrocygna autumnalis</i> y <i>D. bicolor</i>); 91% de los Patos Cabeza Roja (<i>Aythya americana</i>); y 63% de los Patos Boludos (<i>Aythya affinis</i> ; Dumac; 2007). Ocupa el cuarto lugar en importancia de los seis humedales que albergan más del 40% de las aves acuáticas migratorias invernantes en México, y es un área que tiene mayor importancia o está más ligada al Pato Calvo (<i>Anas americana</i>), la Branta Negra (<i>Branta bernicla</i>), y al pato friso (<i>Anas strepera</i> ; DUMAC, 2007).	El predio no alberga especies acuáticas migratorias aunque en los periodos de inundación que se presentan en la época de lluvias puede servir como área de descanso. Sin embargo, la superficie del predio que será modificada es muy pequeña en relación con el sistema lagunar y la superficie de terrenos inundables del municipio de Ahome por lo que su transformación no se considera significativa.
8	De acuerdo a los estudios realizados en la zona (Balart et al., 1992; Gutiérrez-Barreras, 1999), se pone de manifiesto la importancia de la zona como área de alimentación de estadios tempranos de recursos pesqueros importantes y reclutamiento de numerosas especies de peces, se han identificado un total de 109 especie y 76 géneros que representan a 45 familias. Las familias representadas con el número más grande de especies son: Sciaenidae (10 spp.), Haemulidae (10 spp.), Carangidae (9 spp.), Gerreidae (8 spp.), Paralichthyidae (7 spp.), Lutjanidae (6 spp.), y Engraulidae (5 spp.). Se sabe previamente de un rango geográfico que se extiende para <i>Ariopsis guatemalensis</i> , <i>Centropomus armatus</i> , <i>Trachinotus kennedy</i> y <i>Ophioscion scierus</i> (Balart, et al., 1992) y entre ella algunas especies de alto valor económico como <i>Anchoa spp</i> , <i>Paralabrax nebulifer</i> y <i>Paralabrax maculatofasciatus</i> (De Silva et al, 2005). El área funciona como zona de crianza de y alimentación de postlarvas de camarones donde las especies más abundantes son <i>Farfantepenaeus californiensis</i> (74%), seguidas de las postlarvas del camarón azul <i>Litopenaeus stylirostris</i> (15%), blanco <i>Litopenaeus vannamei</i> (10%) y rojo <i>Farfantepenaeus brevisrostris</i> (1%), registrándose arribadas de postlarvas en verano de hasta 46 PL/100 m ³ .	El proyecto no afecta áreas que se puedan considerar como área de alimentación de estadios tempranos de recursos pesqueros importantes y reclutamiento de numerosas especies de peces. El mangle en los bordos alrededor del predio se encuentra por encima de los niveles de inundación y no sustenta especies marinas en su sistema radicular. Se considera que el proyecto no tiene conflicto con este criterio de inscripción del sitio Ramsar.
* Nomenclatura actual de la NOM-059-ECOL-2001		

De acuerdo con la ficha de inscripción, el sistema lagunar Topolobampo-Ohuira-Santa María está compuesto por tres cuerpos costeros localizados en el noroeste del estado de Sinaloa. La Bahía de Santa María, conocida también como Bahía Lechuguilla ó Estero San Esteban (Gilmartin y Revelante, 1978), es una laguna costera típica que se extiende en forma paralela a la costa en dirección noroeste, y se encuentra separada de la Bahía de Topolobampo por un canal de 800 metros de ancho. Este sistema tiene 15 kilómetros de largo y 2 a 3 kilómetros de ancho y cuenta con un área de aproximadamente 40 km²

(Escobedo-Urías, 1997). La Bahía de Topolobampo es uno de los puertos naturales más importantes del Pacífico mexicano y posee un área de aproximadamente 60 km². Se encuentra separada del Golfo de California por las barras de arena de la Isla Santa María en el noroeste y Punta Copas en el Sureste. Estas tienen un promedio de 2 kilómetros de ancho y están en partes cubiertas por dunas de arena.

El sitio se consideró con importancia internacional por tener, además de valores ecológicos relevantes, ejemplos de valores culturales significativos.

- **Sitios que ofrecen un modelo de uso racional de humedales, que demuestren la aplicación de conocimiento tradicional y métodos de manejo y uso que mantengan las características ecológicas de los humedales:** El principal uso de los recursos naturales en el sitio es la pesca, misma que se ha evolucionado a lo largo de los años, de prácticas destructivas a un uso cada vez más sustentable por parte de los pescadores organizados, ya que por acuerdo en la zona solo se utilizan las artes de pesca que aseguren la captura de las especies de la talla comercial reglamentaria, así como se evite la destrucción del hábitat tanto litoral como bentónico.
- **Sitios donde las características ecológicas del humedal dependen de la interacción con las comunidades locales o los pueblos indígenas:** Debido a la creciente degradación ambiental que ha sufrido el sistema lagunar, y con la finalidad de coadyuvar en las tareas de conservación de los recursos naturales de la zona, tanto las 3 federaciones de pescadores como los principales prestadores de servicios turísticos se han integrado al subcomité asesor zona norte de la CONANP para el adecuado manejo del APFF “Islas del Golfo de California”. Esta situación, así como la estrecha colaboración de los pobladores con las instituciones que realizaran permanentemente investigación científica en la región.

El proyecto no interfiere con ninguno de los valores ecológicos importantes señalados.

III.7.5. Regiones Terrestres Prioritarias.

Las 151 Regiones Terrestres Prioritarias (RTP) definidas por Arriaga *et al.* (2000) tienen como objetivo general la determinación de unidades estables desde el punto de vista

ambiental en la parte continental del territorio nacional, que destaquen la presencia de una riqueza ecosistémica y específica comparativamente mayor que en el resto del país, así como una integridad ecológica funcional significativa y donde, además, se tenga una oportunidad real de conservación.

De acuerdo con la delimitación establecida por la CONABIO, el sitio del proyecto se encuentra en la RTP 22 (Marisma Topolobampo-Caimaneros) la cual ocupa parte de los municipios de Ahome, Angostura, Culiacán, Guasave y Mocorito, en el extremo noroeste del estado de Sinaloa. Las localidades de referencia son Los Mochis, Guamúchil, Guasave, y La Reforma. Posee una superficie de 4,203 km², siendo sus coordenadas extremas 24° 23' 24" a 25° 50' 24" de latitud norte y 107° 35' 24" a 109° 26' 24" de longitud oeste (figura III.7.1).

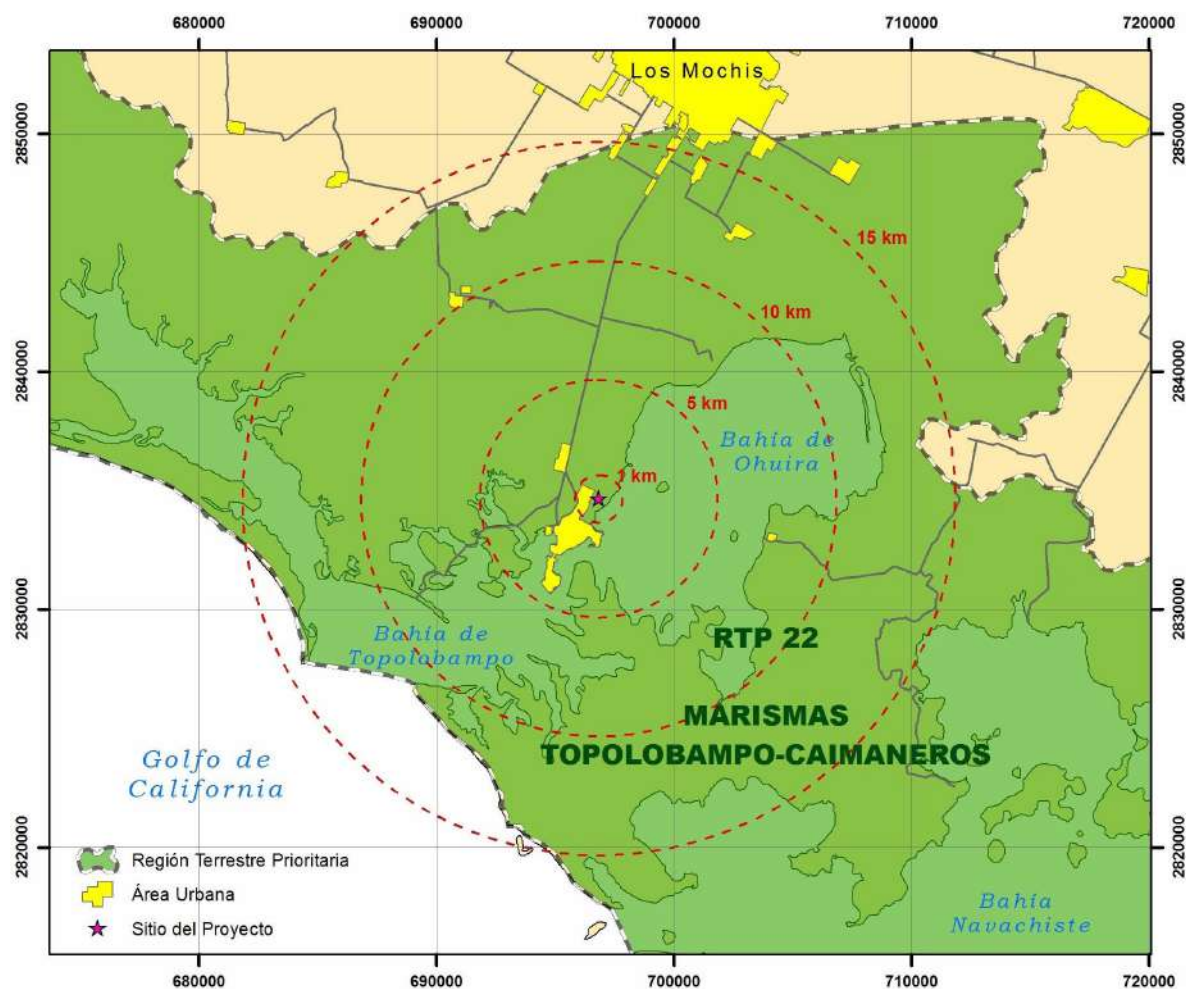


Figura III.7.6. Ubicación del sitio en relación con RTPs, definidas por CONABIO.

Esta región se delimitó con base en los límites de la vegetación, la cual incluyó el tipo manglar y la vegetación halófila cercana a la línea de costa. Los límites extremos del noroeste y suroeste se ampliaron para abarcar la vegetación de manglar presente en la zona de lagunas, quedando incluidos como parte de la región estos cuerpos de agua.

Por su extensión (mayor a 1,000 km²) esta RTP posee un valor para la conservación de 3 y se considera una región prioritaria en función de la presencia de ecosistemas con alta productividad acuática. La fauna asociada a sus manglares es de cocodrilos y aves acuáticas. Presenta vegetación de manglares y vegetación halófila y su problemática ambiental radica en la desecación de pantanos.

Con relación a los aspectos bióticos, su valor para la conservación es 1 (bajo) y se refiere básicamente a los ambientes ligados a marismas o los relacionados con las lagunas costeras. Los principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en esta región, así como su porcentaje de superficie se presentan en la tabla III.7.3:

Tabla III.7.3. Principales tipos de vegetación y uso del suelo representados en la RTP 22.		
Tipo de Vegetación	Características	Porcentaje
Vegetación halófila	Vegetación que se establece en suelos salinos	39%
Manglar	Vegetación halófila densa dominada por mangles en zonas costeras, estuarinas y fangosas, siempre zonas salobres. Pueden alcanzar los 25 m.	22%
Matorral crasicaule	Vegetación dominada por cactáceas de gran tamaño como nopaleras, chollas y sahuaros.	11%
Áreas sin vegetación aparente	Áreas áridas o erosionadas en donde la vegetación no representa más del 3 %, se incluyen eriales, depósitos de litoral, jales, dunas y bancos de ríos.	10%
Agricultura, pecuario y forestal	Actividad que hace uso de los recursos forestales y ganaderos, puede ser permanente o de temporal.	8%
Matorral sarcocaula	Vegetación arbustiva de tallo carnoso y tallos con corteza papirácea. De zonas áridas y semiáridas.	7%
Selva baja espinosa	Comunidad vegetal de 4 a 15 m de altura con dominancia de especies espinosas.	3%

Como ya se ha señalado anteriormente, el proyecto no afectará áreas de manglar natural y se desarrolla en su mayor parte en áreas sin vegetación, por lo que no se considera que reduzca el valor o afecte los objetivos de esta RTP.

III.7.6. Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves (AICAS).

El programa de las AICAS surgió con el propósito de crear una red regional de áreas importantes para la conservación de las aves. Este programa establece 230 AICAS, las cuales quedan clasificadas dentro de alguna de 20 categorías definidas con base en criterios de la importancia de las áreas en la conservación de las aves. Para cada área o AICA fue desarrollada una descripción técnica que incluye su descripción biótica y abiótica, un listado avifaunístico con las especies registradas en la zona, su abundancia (en forma de categorías) y su estacionalidad en el área.

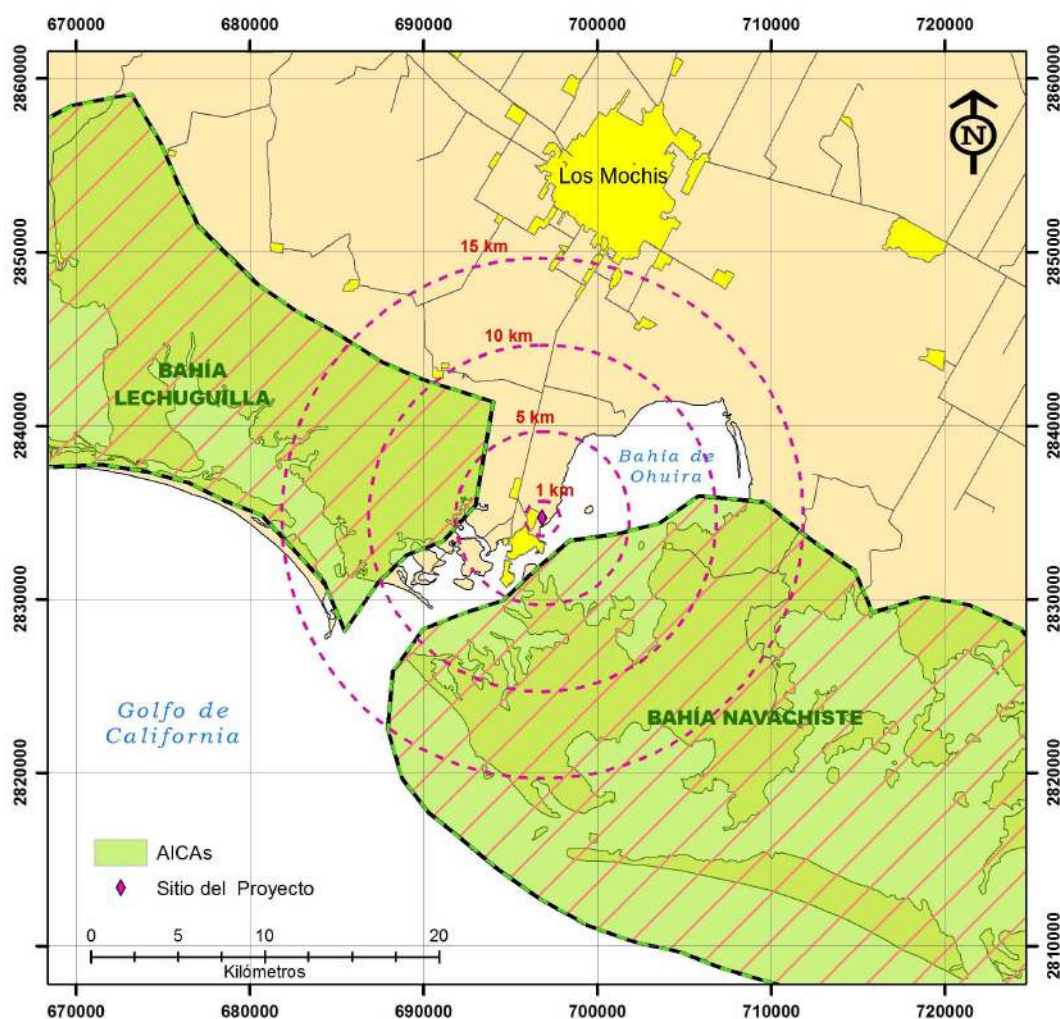


Figura III.7.7. Ubicación del sitio en relación con AICAS, definidas por CONABIO.

El proyecto no se encuentra dentro de ninguna de estas AICAS (figura III.7.7), aunque si existen dos dentro de un radio de 5 km. La distribución de las AICAS puede ser un

indicador del hecho de que, a pesar que en el predio pueden observarse aves durante los periodos de inundación, en el terreno para el proyecto no existen áreas importantes de anidación o reproducción y este ofrece pocos recursos para especies migratorias. Por otra parte, las otras zonas con mayor importancia para las aves son las islas que se encuentran de los cuerpos lagunares, las cuales están incluidas en el decreto que establece el Área de Protección de Flora y Fauna “Islas del Golfo de California”.

III.7.7. Programa de Regiones Prioritarias Marinas de México.

De acuerdo con la delimitación y caracterización hecha por la CONABIO de 70 áreas costeras y oceánicas de México (Arriaga *et al.*, 1998a), las zona costera del SAR no se encuentra en ninguna de las Regiones Prioritarias Marinas (figura III.7.8).

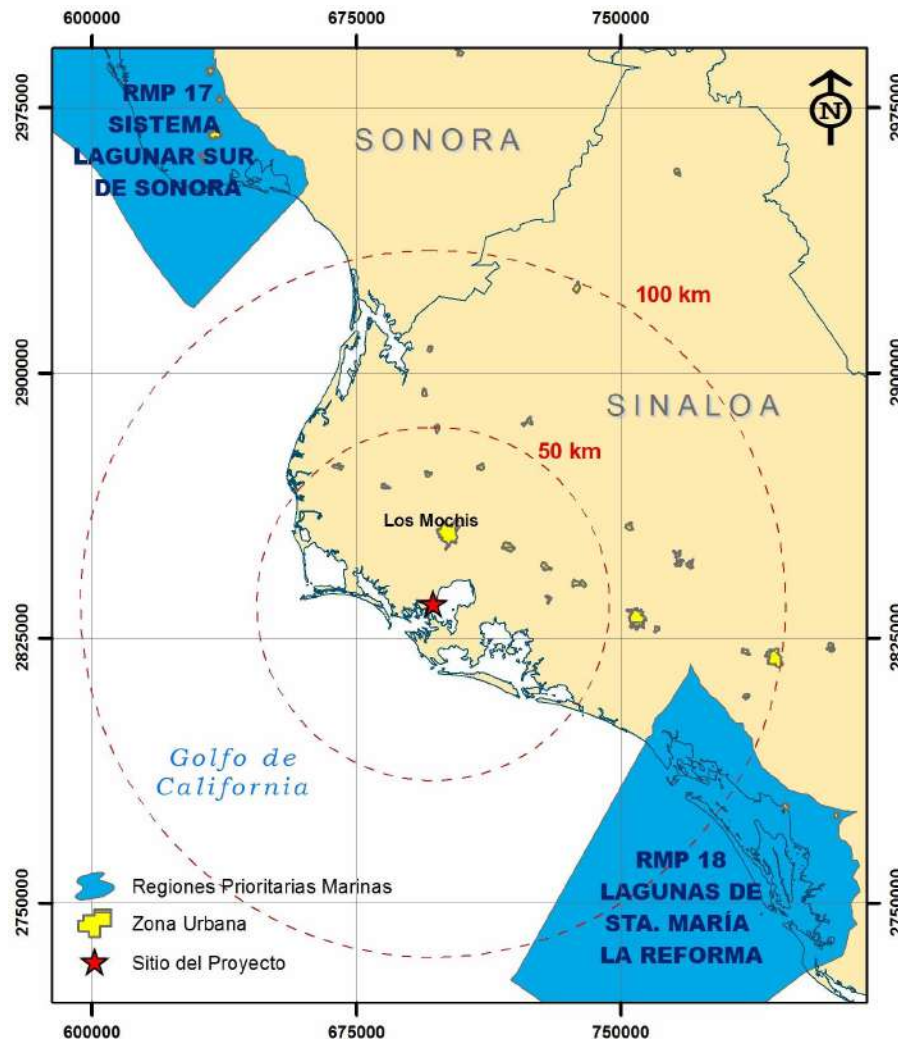


Figura III.7.8. Ubicación del sitio en relación con las RPMs, definidas por CONABIO.

III.7.8. Regiones Hidrológicas Prioritarias (Arriaga et al., 1998).

De acuerdo con la CONABIO, hay identificadas 110 regiones hidrológicas prioritarias por su biodiversidad, de las cuales 82 corresponden a áreas de uso y 75 a áreas de alta riqueza biológica con potencial para su conservación; dentro de estas dos categorías, 75 presentaron algún tipo de amenaza.

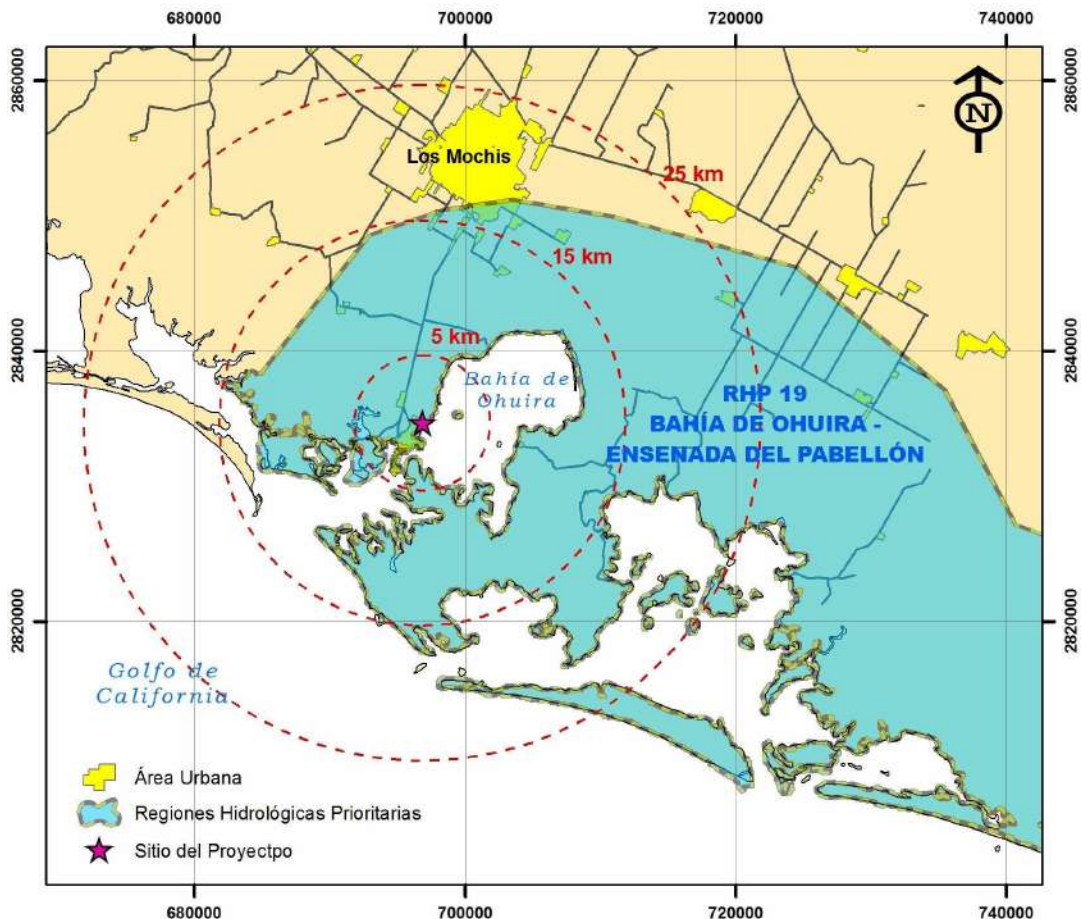


Figura III.7.9. Ubicación del sitio en relación con RHPs, definidas por CONABIO.

Este programa, que está sintetizado en un mapa del territorio nacional (escala 1:1,000,000) y contiene fichas técnicas de cada área, establece las áreas prioritarias concensadas por su biodiversidad, uso de recursos, carencia de información y potencial para la conservación. Para cada área se ha proporcionado información de tipo biológico y físico, problemática y sugerencias identificadas para su estudio, conservación y manejo.

Los terrenos en los que se propone desarrollar el proyecto se encuentran incluidos en la RHP 19, Bahía de Ohuira - Ensenada del Pabellón (figura III.7.9), lo cual refleja como el

desarrollo de diversas actividades humanas no han reducido totalmente el valor de esta zona para la conservación.

La RHP 19 se encuentra en el estado de Sinaloa y abarca una superficie de 4 433.79 km² dentro de un polígono que va de la latitud 25° 45' 36" a la 24° 18' 36" N y de longitud 109° 10' 12" a la 107° 22' 12" W. Sus recursos hídricos principales son cuerpos lénticos en forma de llanuras de inundación, pantanos dulceacuícolas, lagunas, esteros mientras que los lóticos son los ríos Culiacán, Sinaloa y Mocorito (cuencas bajas), ríos temporales, arroyos, drenes agrícolas.

Los principales poblados son Topolobampo (donde se ubicaría el proyecto), Guasave, Los Mochis. La actividad económica principal incluye la agricultura (ingenios azucareros, algodón), pesca (camarón, lisa, cazón, tiburón), salinas, conservación y enlatado de mariscos, empacadora de frutas, legumbres y carne. La tabla III.7.4 presenta la problemática de esta RHP y la forma en que el proyecto interactuará con ella.

Tabla III.7.4. Problemática de la RHP 19 e interacciones con el proyecto.	
Problemática	Efecto del Proyecto
Modificación del entorno por agricultura intensiva, construcción de presas, deforestación, asolvamiento acelerado por las tierras agrícolas, desecación de pantanos y canales para uso agrícola.	El proyecto no incrementa la problemática de la RHP descrita en este punto.
Contaminación: por trampas de agroquímicos y descargas de ingenios, aguas residuales domésticas y metales pesados.	Se controlará la descarga de metales pesados en las descargas de la planta, incluyendo la desalinizadora, para no contribuir a este problema de contaminación.
Uso de recursos: especies de Anátidos y Ardeidos en riesgo. Especies introducidas de lirio acuático <i>Eichhornia crassipes</i> y tilapia azul <i>Oreochromis aureus</i> . Los manglares actúan como filtro de agroquímicos y metales pesados.	El proyecto no hará uso de especies de flora o fauna de la RHP. Tampoco introducirá ninguna especie exótica o hará uso de estas de ninguna manera.

Con respecto a la conservación, preocupa el asolvamiento asociado con la reducción del hábitat, la alteración de la calidad del agua por actividades agropecuarias y domésticas, así como la posibilidad de problemas de ingestión de plomo (municiones). Se necesita un control de azolves, mejorar la calidad del agua y derecho de cuotas de agua, controlar la dinámica de agroquímicos e inventarios de flora y fauna acuáticas.

III.8. Resumen de Programas y Ordenamientos Aplicables.

La tabla III.8.1 presenta las categorías e instrumentos aplicables al área de estudio. En este caso se considera que el proyecto no tiene conflictos con ningún instrumento legal de planeación o protección de áreas naturales. Para el sitio del proyecto no hay un decreto de área natural protegida, de ninguno de los tres niveles de gobierno (municipal, estatal o federal), que pudiese provocar un conflicto con el aprovechamiento de los terrenos para la construcción de la planta de amoniaco.

En la actualidad, ningún instrumento de planeación vigente de carácter municipal o estatal prohíbe o limita el desarrollo del proyecto. El Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Los Mochis-Topolobampo hasta el km 18+600, ubica al predio para la planta en el Área 2, definida en referencia al Plan Sectorial de Zonificación del Puerto de Topolobampo y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Sur del Puerto de Topolobampo. Sin embargo, el Plan Director de Desarrollo Urbano del Puerto de Topolobampo del 20 de mayo de 2009 derogó dichos instrumentos, pero el terreno de la planta queda fuera de los límites de la localidad donde aplica el PDDU. Sin embargo, el PDDU plantea una visión donde la planta se ubicaría en zona de aprovechamiento y la vialidad de acceso en zona de conservación. En ambos casos el requisito para el desarrollo es la presentación de una Manifiestación de Impacto Ambiental.

Tabla III.9.1. Programas y ordenamientos aplicables al área de estudio en evaluación.	
Instrumento	Sitio del Proyecto
Decreto de ANP Municipal	No
Decreto de ANP Estatal	No
Decreto de ANP Federal	No *
AICA (Áreas de Importancia para la Conservación de Aves)	No
Regiones Marinas Prioritarias de México	No
Regiones Terrestres Prioritarias de México	RTP 22 (Marismas Topolobampo-Caimaneros)
Regiones Hidrológicas Prioritarias de México	RHP 19 - Bahía de Ohuira - Ensenada del Pabellón
Sitio Ramsar	Lagunas de Santa María-Topolobampo-Ohuira
Ordenamientos Urbanos	Plan Director del Desarrollo Urbano del Puerto de Topolobampo (en parte)
Ordenamiento Estatal	No
Ordenamiento Regional	(Programa de Ordenamiento Ecológico Marino del Golfo de California)
*Las islas en la Bahía de Ohuira forman parte del APFF Islas del Golfo de California.	

IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL Y SEÑALAMIENTO DE TENDENCIAS DEL DESARROLLO Y DETERIORO DE LA REGIÓN.

IV.1. Descripción del Proceso para la Descripción del Entorno Ambiental.

IV.1.1. Metodología empleada.

De acuerdo con lo que establece el Artículo 13 del reglamento de la LGEEPA en materia de impacto ambiental, en los estudios de impacto ambiental es necesario hacer una descripción del sistema ambiental regional (SAR) en el que se insertará el proyecto. Sin embargo, dado que no existe un criterio unificado de lo que es un sistema ambiental y cuales son sus límites, su delimitación varía en función de los criterios que se apliquen.

En este sentido, el análisis territorial que se realiza aquí busca establecer con claridad cuales son los criterios utilizados para ubicar, dimensionar e interpretar el territorio en donde se insertará el proyecto. La esencia de esta metodología es generar cartografía específica para el sitio propuesto para la planta de amoniaco, con mayor detalle que la disponible en INEGI y en otras fuentes de información oficial. La estrategia utilizada para esta actividad considera los siguientes pasos fundamentales:

- Desarrollo de la cartografía general.
- Identificación de la macroregión del proyecto.
- Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR).
- Delimitación del Área de Estudio.
- Generación de cartografía específica.
- Descripción del Sistema Ambiental Regional y el Área de Estudio.

En este análisis se incluye la identificación y localización de los elementos bióticos y abióticos presentes en el territorio. Metodológicamente los análisis antes referidos se basan en una serie de procesos concatenados para la obtención y evaluación de información a escalas diferentes, para llegar de lo general a lo particular.

IV.2. Desarrollo Metodológico.

IV.2.1. Desarrollo de la Cartografía General.

Para poder analizar los rasgos del territorio, cuantificar sus superficies y determinar la distancia entre los diferentes rasgos geográficos, elementos naturales y de origen humanos se requiere contar con el material cartográfico adecuado. Para esto, el proceso de generación de planos generales del territorio se realizó de la siguiente manera:

- a. **Recopilación de material cartográfico.** Se obtuvo información geográfica digital, con escalas 1:1,000,000 y 1:250,000 de la zona costera del norte de Sinaloa referente a topografía, fisiografía, geología, hidrología, clima, vegetación y uso del suelo. Además, se empleó la información topográfica a escala 1:50,000.
- b. **Delimitación del SAR en la cartografía.** Mediante el análisis de la información de la clasificación general del territorio y la zonificación ambiental se definió la macroregión en la que se encuentra el sitio del proyecto. Con la información de regiones y subcuencas hidrológicas se acotó aun más el área, para finalmente, con los datos de las microcuencas, definir un SAR en una región ambientalmente homogénea.
- c. **Procesamiento de información cartográfica para el SAR.** Con el SAR y el sitio de estudio ya delimitados, se extrajeron los datos geográficos para el área que ocupa y se homogeneizó en los diferentes temas y escalas el sistema de proyección geográfica (se seleccionó UTM, zona 12) y el sistema de referencia horizontal ITRF92.
- d. **Análisis de la información.** Cada conjunto de datos fue preparado de acuerdo a la codificación temática dando una representación adecuada y comprensible analógicamente. Posteriormente se calculó la superficie de las unidades cartográficas en cada uno de los temas y se generaron tablas y gráficos de superficies.
- e. **Representación cartográfica final.** Esta etapa consistió en dar a los datos geográficos digitales una simbología temática, dar formato e incluir el resto de elementos complementarios para darle una representación cartográfica.

IV.2.2. Identificación de la macroregión.

Para iniciar la caracterización general del sitio del proyecto el primer paso será el delimitar la región en la que se llevará a cabo. Para estos se emplearán criterios biológicos, ecológicos e hidrológicos, incluyendo las clasificaciones empleadas por la CONABIO para la regionalización del territorio.

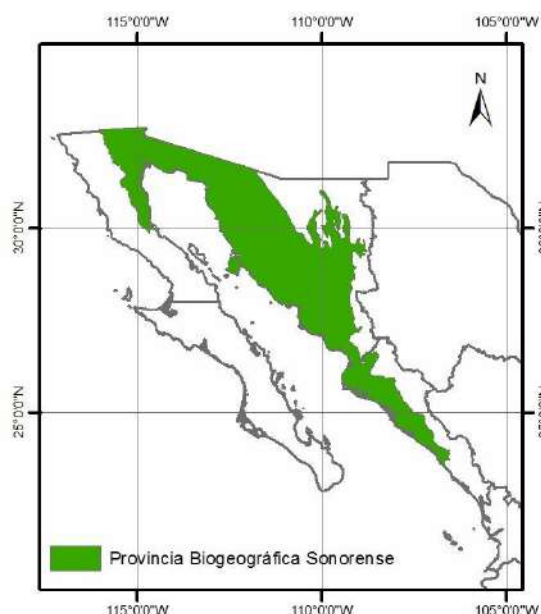


Figura IV.2.1. Regionalización biogeográfica.

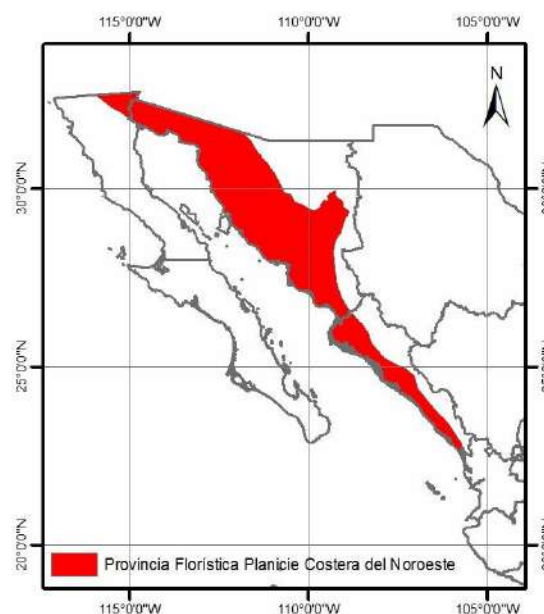


Figura IV.2.2. Provincias florísticas de México.

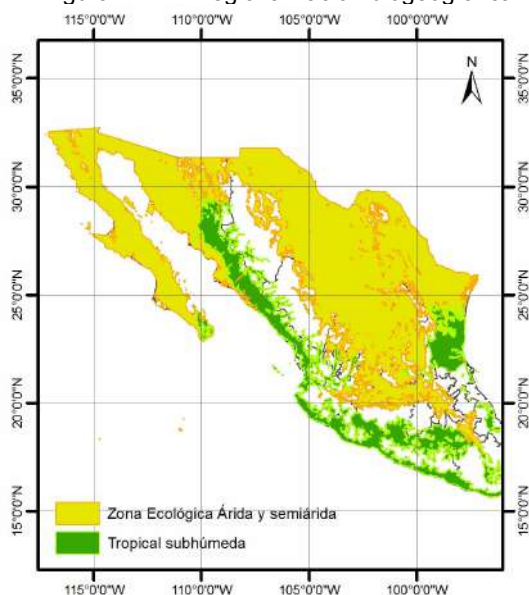


Figura IV.2.3. Regionalización ecológica.

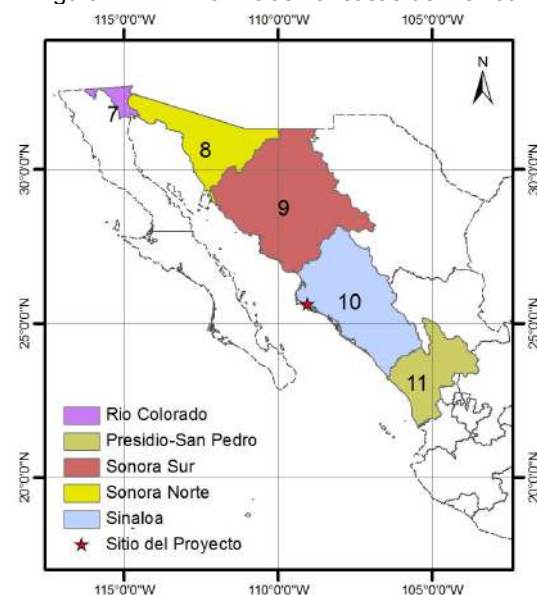


Figura IV.2.4. Regiones Hidrológicas.

Las bahías de Topolobampo y Ohuira se encuentran en el extremo noroeste del estado de Sinaloa, en la Planicie Costera Noroccidental de México. Esta región pertenece a la Provincia Biogeográfica Sonorense (figura IV.2.1), que abarca desde la porción nororiental de la península de Baja California hasta la cuenca del río Piaxtla en el sur, ocupando la mayor parte del estado de Sonora, la franja costera de Sinaloa, y porciones de los estados de Arizona y California, en los Estados Unidos de América.

La provincia es relativamente baja, no excediendo 1000 m de altitud, con llanuras interrumpidas por montañas de altura moderada y dunas. Se caracteriza por taxones de helechos (Pteridaceae: *Argyrochosma jonesii* y *Thelypteris puberula* var. *sonorensis*); angiospermas (Asteraceae: *Agiabampo*; Burseraceae: *Bursera laxiflora*); coleópteros (Carabidae: *Agonum parextimum*; Heteroceridae: *Heterocerus unituberculosus*; Scarabaeidae: *Cotinis producta*); anfibios (Bufonidae: *Bufo alvarius*); serpientes (Viperidae: *Crotalus cerastes*); y aves (Fringillidae: *Aimophila carpalis*; Phasianidae: *Callipepla gambelli*; Sturnidae: *Toxostoma bendirei*). Además, por su ubicación en la costa, en los sistemas lagunares existen especies halófilas cubriendo grandes extensiones.

De acuerdo con el tipo de vegetación, el municipio de Ahome se encuentra en la Provincia Florística Planicie Costera del Noroeste, definida por Rzedowsky, que ocupa la mayor parte del estado de Sonora y se extiende por la costa de Sinaloa en forma de franja angosta (figura IV.2.2). Predominan los matorrales xerófilos de *Larrea divaricata* y *Franseria dumosa*, alternando con bosques de cactus gigantes del género *Cereus*. Entre los géneros de plantas más frecuentes se encuentran *Acacia*, *Agiabampo*, *Canotia*, *Carnegiea*, *Cercidium*, *Forchammeria*, *Idria*, *Ipomoea*, *Lysiloma*, *Olneya*, *Pachycereus*, *Prosopis* y *Yucca*.

Por otra parte, la regionalización ecológica se deriva de una correlación entre la vegetación, descrita anteriormente, con los principales tipos de climas, de forma que para los hábitat terrestres de México se han definido 6 grandes unidades ambientales o zonas ecológicas. De esta forma, el sitio de interés se localiza muy cerca de la transición entre las zonas ecológicas tropical subhúmeda a árida y semiárida (figura IV.2.3).

La zona tropical subhúmeda tiene una distribución amplia que abarca una porción de la planicie costera del Pacífico y otros estados de México. Se caracteriza por tener un clima cálido húmedo con una temporada larga de sequía y con una marcada estacionalidad de la precipitación, y vegetación del bosque tropical caducifolio. Es importante por su abundancia de especies así como porque tiene los índices más elevados de endemismos de flora y herpetofauna. Sin embargo se calcula que más del 55% de la cubierta vegetal de esta zona ha sido eliminada por la extracción forestal y por la agricultura.

En cuanto a las zonas áridas y semiáridas, estas abarcan casi la mitad del territorio mexicano. La zona árida se caracteriza por tener una precipitación anual de menos 400 mm, y una época de secas de 8 a 12 meses, y la semiárida por tener una precipitación anual entre 400 a 700 mm con 6 a 8 meses secos.

La primera aproximación a la delimitación regional se basa en delimitar la zona en que las tres clasificaciones del territorio ya descrita se traslapan. La región resultante reduce los límites en sus extremos norte y sur, al tiempo que limita la regionalización ecológica a una franja costera (figura IV.2.5).

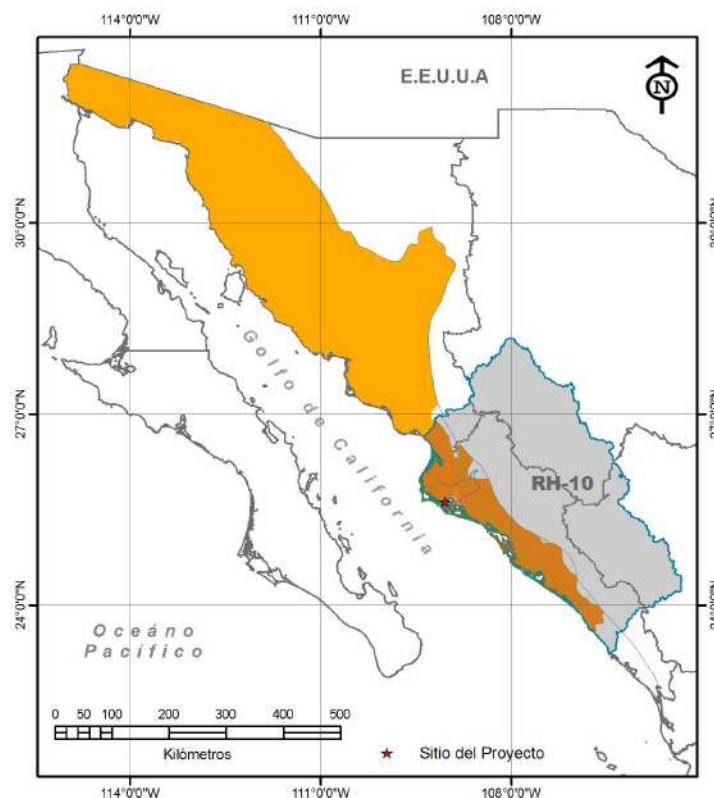


Figura IV.2.5. Macroregión delimitada por criterios ecológicos y biológicos.

A partir de ahí, agregando el criterio hidrológico, se ha considerado para la macroregión del proyecto únicamente aquella que se encuentra dentro de la Región Hidrológica 10 (figura IV.2.5). Dicha región hidrológica, se sitúa al noroeste del país y abarca una superficie de 102,922 km². La hidrografía está caracterizada por corrientes que descienden de los flancos de la Sierra Madre Occidental y desembocan en el Océano Pacífico, siendo las principales el Río Fuerte, Río Elota, Río San Lorenzo, Río Culiacán, entre otros, aunque ninguno descarga al sistema Santa María-Topolobampo-Ohuira.

La macroregión ya delimitada abarca la totalidad de la cuenca F de la región hidrológica 10 y que es donde se localiza el sitio del proyecto. A su vez, esta cuenca se subdivide en tres subcuencas, Bahía Lechuguilla, Bahía Navachiste y Bahía de Ohuira (figura IV.2.6), siendo esta última la que representa la zona de interés para este estudio.

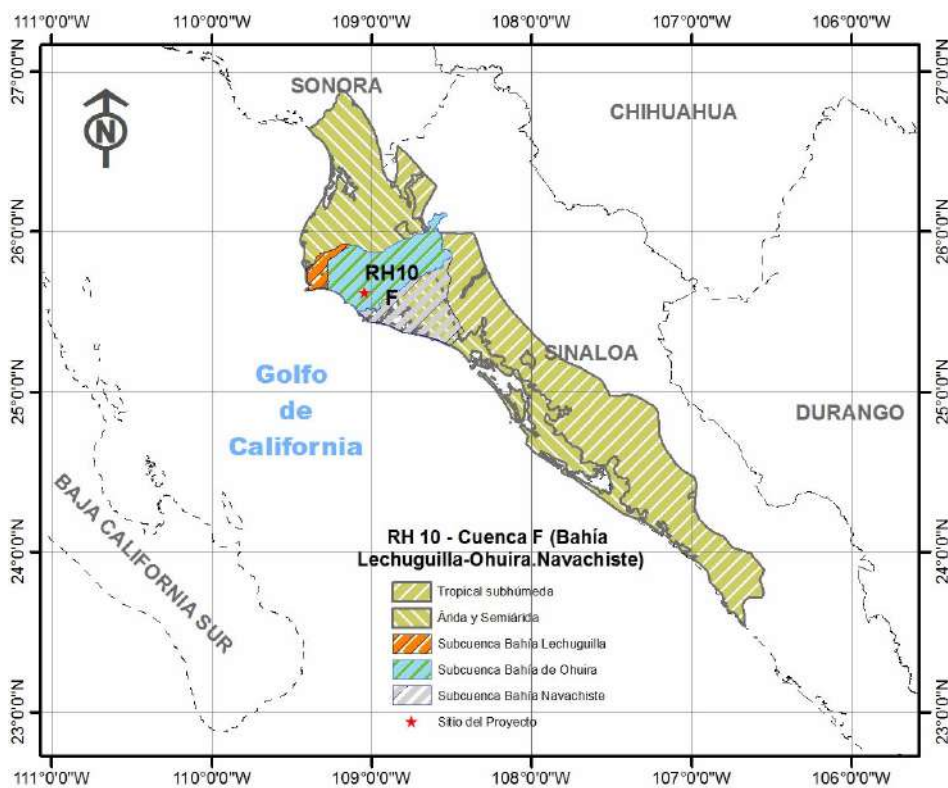


Figura IV.2.6. Límites de la macroregión, integrando criterios hidrológicos.

La parte alta de la subcuenca Ohuira se encuentra en la región árida y semiárida, mientras que en su parte alta se encuentra la zona de transición con la zona tropical subhúmeda.

IV.2.3. Delimitación del Sistema Ambiental Regional (SAR).

Para entender el territorio y la importancia relativa del sitio, es necesario establecer un marco de referencia que denominaremos como Sistema Ambiental Regional (SAR). Esto se debe a que en la actualidad el análisis de proyectos generalmente se realiza con visión regional. Es decir, que se consideran criterios globales que ayuden a interpretar los cambios de los sistemas ambientales en espacio y tiempo.

Al delimitar el SAR en donde se localiza la Bahía de Ohuira y el predio del proyecto también se consideró que aquel se determina a partir de Unidades Ambientales que engloban uno o varios ecosistemas con sus respectivos elementos y procesos ecológicos, los cuales comparten una problemática y destino ambiental. Como ya se ha mencionado antes, para la delimitación del SAR se ha tomado en cuenta el concepto de cuenca descrito en la Ley de Aguas Nacionales en su artículo 3° fracción XVI que a la letra dice:

“XVI. Cuenca Hidrológica: Es la unidad del territorio, diferenciada de otras unidades, normalmente delimitada por un parte aguas o divisoria de las aguas -aquella línea poligonal formada por los puntos de mayor elevación en dicha unidad-, en donde ocurre el agua en distintas formas y ésta se almacena o fluye hasta un punto de salida que puede ser el mar u otro cuerpo receptor interior, a través de una red hidrográfica de cauces que convergen en uno principal, o bien el territorio en donde las aguas forman una unidad autónoma o diferenciada de otras, aun sin que desemboquen en el mar. En dicho espacio delimitado por una diversidad topográfica, coexisten los recursos agua, suelo, flora, fauna, otros recursos naturales relacionados con éstos y el medio ambiente. La cuenca hidrológica conjuntamente con los acuíferos, constituye la unidad de gestión de los recursos hídricos. La cuenca hidrológica está a su vez integrada por subcuencas y estas últimas están integradas por microcuencas.”

Hasta este momento se ha identificado la macroregión del proyecto y, dentro de esta, la subcuenca en la que se encuentra el proyecto. El siguiente paso consiste en establecer los límites del SAR de forma que este sea lo suficientemente extenso para abarcar la zona del proyecto y los elementos naturales y antrópicos con los que puede interactuar, pero lo suficientemente reducido para evitar que su importancia relativa se minimice. Así,

se analizó a detalle el territorio de la subcuenca y se plantearon los siguientes criterios de delimitación:

- **Límites administrativos:** Los límites administrativos, como son los límites municipales (Figura IV.2.7) raramente coinciden con los atributos naturales de una región. En este sentido, para fines de la delimitación del SAR, estos tienen una utilidad limitada. La subcuenca abarca porciones de los municipios de Ahome, El Fuerte, Guasave y Sinaloa.

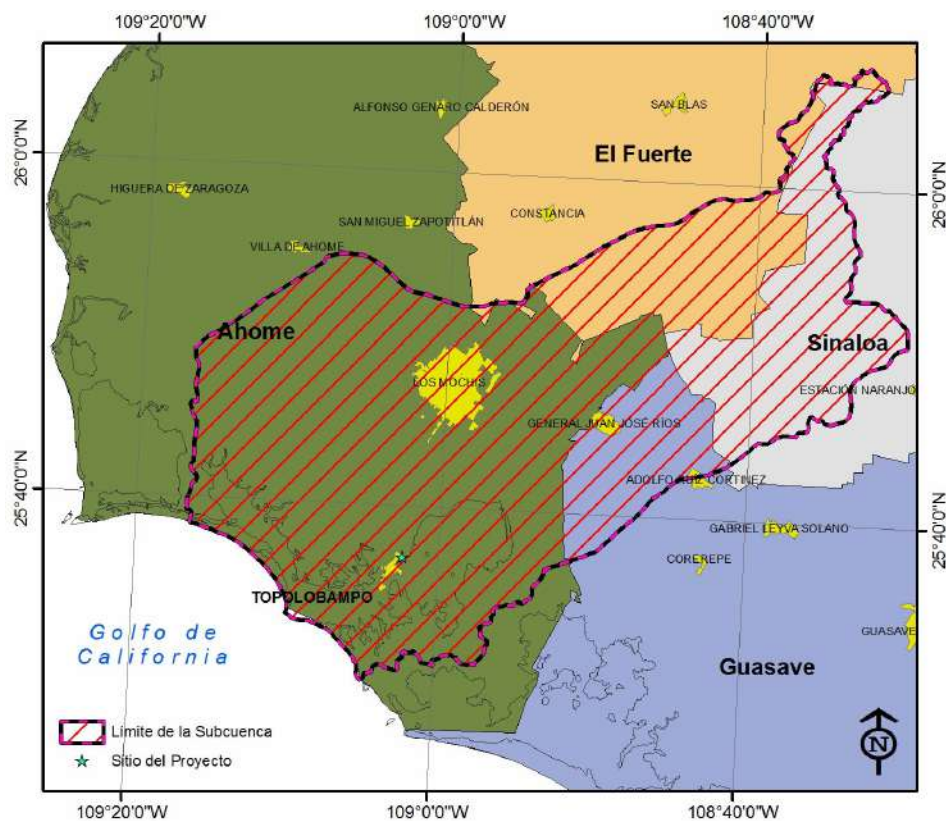


Figura IV.2.7. Límites de la subcuenca y división municipal.

- **Infraestructura y Centros de Población:** La presencia de la zona urbana de Topolobampo y Los Mochis, asentamientos rurales como Rosendo G. Castro, la zona portuaria y la infraestructura carretera se consideran como elementos importantes para el SAR, debido a su potencial relacionarse con el proceso de desarrollo regional en el que se integra el proyecto. Además de ser los asentamientos humanos más importantes de la región, todos estos se ubican en la subcuenca Laguna de Ohuira, por lo que los límites de esta siguen siendo consistentes con el SAR.

- **Vegetación y uso de suelo:** Para tener un marco de referencia de la vegetación actual se tomó en cuenta la delimitación de los tipos de vegetación así como el grado de disturbio de los mismos. La presencia de manglares está limitada a la zona litoral, aunque también hay grandes extensiones de terrenos sin vegetación aparente y áreas sujetas a inundación que son características de la subcuenca. Sin embargo, entre el litoral y la parte alta los terrenos han sido transformados para el uso agrícola prácticamente en su totalidad. Esta alteración representa una interrupción en la transición de la región árida y semiárida a la región tropical subhúmeda. Así, a pesar de sus aportes de agua, la parte alta de la subcuenca no sería representativa del SAR.
- **Áreas naturales en algún régimen de protección:** Las bahías de Topolobampo y Ohuira no se encuentra dentro de los límites de ninguna ANP federal o estatal pero si dentro de los límites de un sitio Ramsar (ver el Capítulo III). Sin embargo, estos dejan fuera rasgos regionales importantes, por lo que no se consideran adecuados para delimitar el SAR.
- **Hidrológicos:** Como ya se señaló, la delimitación del SAR está estrechamente vinculada con la subcuenca Ohuira, pero ahora se consideran también a las 16 microcuencas que la conforman (figura IV.2.8).

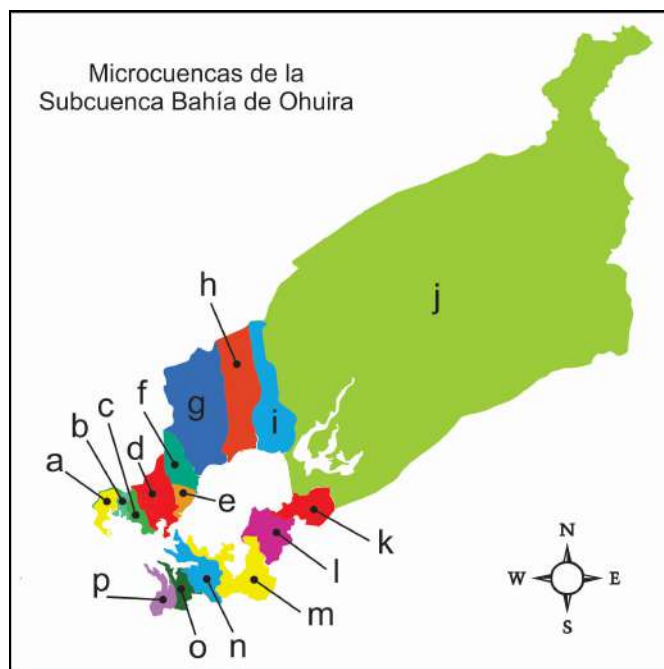


Figura IV.2.8. Microcuencas que influyen en la Bahía Ohuira.

Tomando en cuenta los criterios ya mencionados, la ubicación geográfica del sitio y la información topográfica, hidrológica, geológica y vegetación, se delimitó el SAR considerando que la hidrología (figura IV.2.9) es un factor determinante de las características ecológicas del lugar. Los límites de dicho SAR se presentan en la figura IV.2.10 y son los siguientes:

- Hacia el sureste, el límite del SAR esta formado por el límite de la subcuenca Bahía de Ohuira hasta llegar aproximadamente a la zona de transición con la región Tropical Subhúmeda. Ahí mismo se encuentra el límite con el municipio de Sinaloa, el cual queda excluido del SAR.

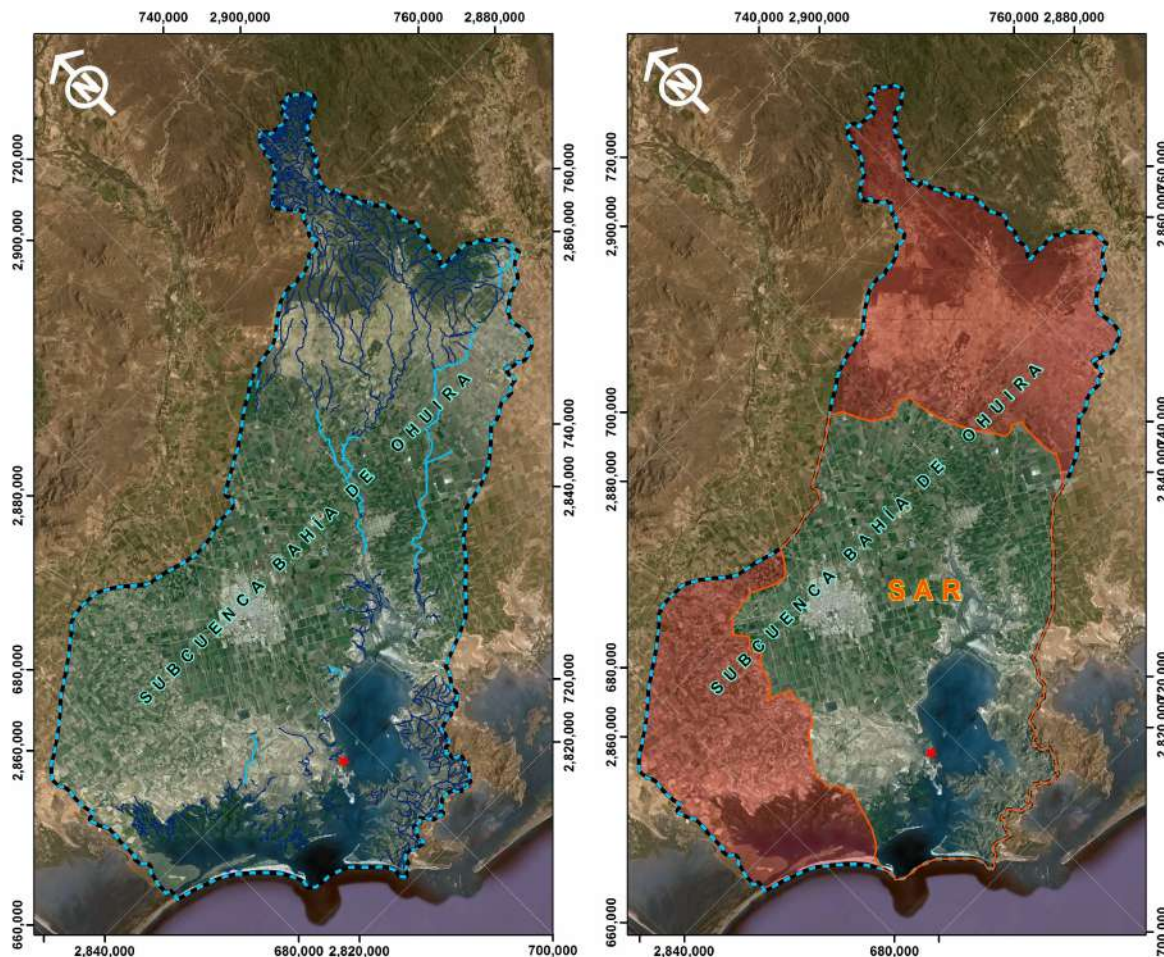


Figura IV.2.9. Delimitación del SAR a partir de la subcuenca Bahía de Ohuira.

Este límite deja fuera del sistema las escorrentías de la parte más alta de la subcuenca pero no sus aportes, ya que abarca la porción inicial de dos canales contruidos para conducirlos a las zonas agrícolas para ser aprovechadas.

- Al noroeste el límite del SAR está constituido en parte por los límites de 9 de las 16 microcuencas en que se subdivide la cuenca. Siete de estas microcuencas descargan sus aguas a la Bahía de Ohuira y dos a la Bahía de Topolobampo. Cabe destacar que el límite de la microcuenca j (figura IV.2.8), es también el límite de la subcuenca. Esta división por microcuencas segrega las aguas de la Bahía Santa María, donde la problemática es diferente a la de las bahías de Topolobampo y Ohuira debido a que aquella recibe las aguas negras de la ciudad de Los Mochis.
- Hacia el suroeste el límite es el litoral, incluyendo la boca que comunica al sistema lagunar con el Golfo de California.

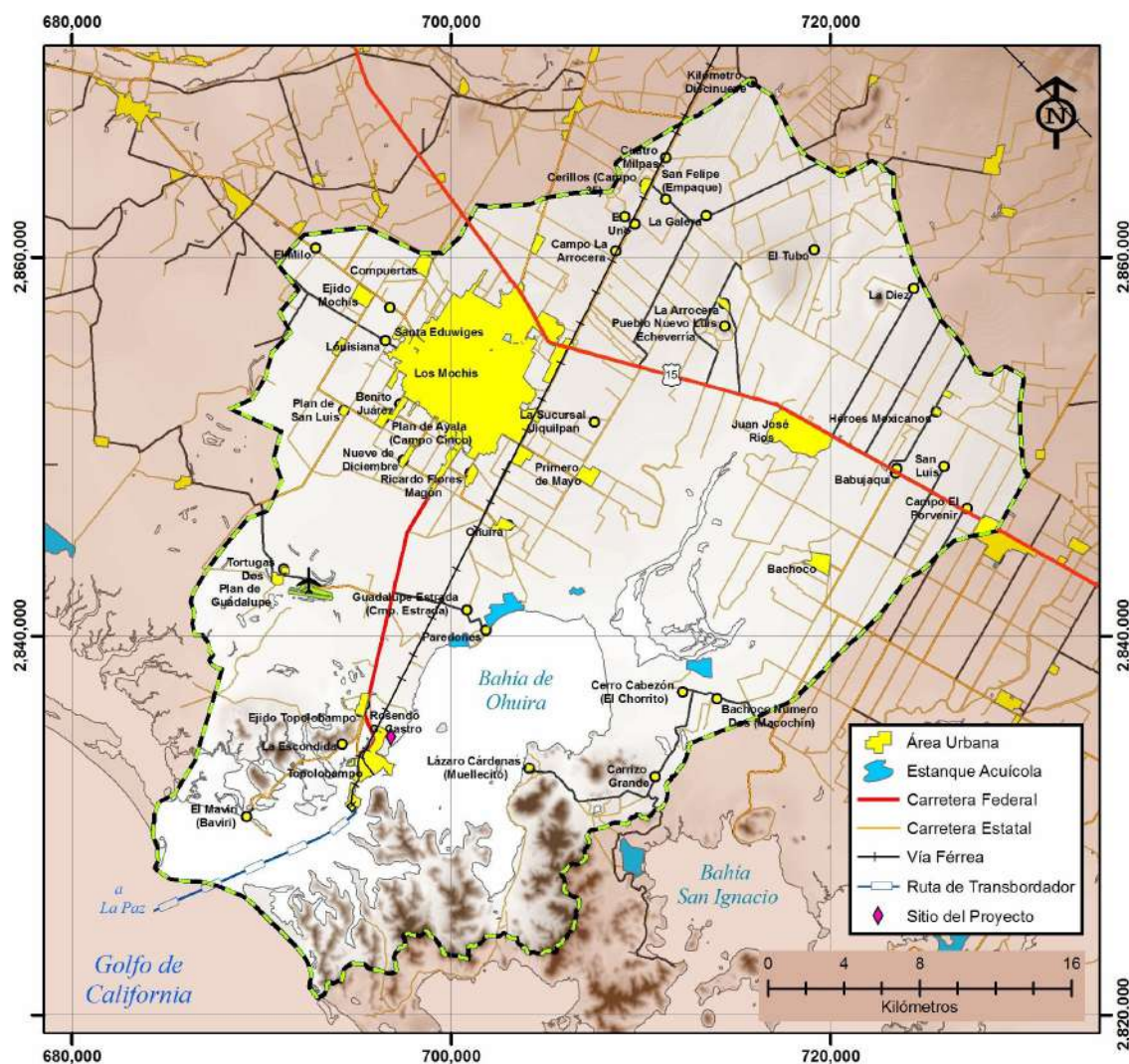


Figura IV.2.10. Límites del Sistema Ambiental Regional (SAR).

IV.2.4. Delimitación del Área de Estudio.

Una vez delimitado el SAR que se utilizará como referencia a nivel regional, se requiere de establecer los límites del área de estudio, que se relaciona tanto con los espacios físicos que ocupará el proyecto, como con las zonas que pueden ser directamente afectadas. Asimismo, la definición del sitio de estudio sirve para hacer una distribución más efectiva de los trabajos de campo.

El predio abarca alrededor de 202.57 hectáreas, se encuentran en una zona previamente alterada y no será ocupado en su totalidad por la planta de amoniaco, por lo que sus límites delinean el área de estudio básica. Los mayores cambios durante la construcción estarán confinados en el predio.

Para la etapa de operación, a estos terrenos se agregan los ocupados por el trazo para conducir el amoniaco a la terminal de PEMEX, desde donde se embarcará el producto, y el área de la Bahía de Ohuira donde se hará la descarga de aguas de enfriamiento y que será incluida en la modelación hidráulica del sistema.

IV.2.5. Elaboración de la Cartografía Específica.

Una vez delimitados el SAR y el sitio de estudio, el trabajo cartográfico y de campo se enfocó a obtener una aproximación general del Sistema Ambiental Regional con una aproximación detallada a los predios de interés y su área de colindancia, buscando en todo momento la coherencia y coincidencia de contexto entre ambos trabajos.

Dado que el objetivo del presente trabajo incluye el establecer una zonificación del sitio de estudio para definir áreas con potencial de aprovechamiento y que este está fuertemente relacionado con la cobertura vegetal, que incluye especies protegidas por la normatividad vigente, se hizo énfasis en el desarrollo de una carta de cobertura vegetal, de la siguiente manera:

- a. **Interpretación.** La interpretación se realizó en imagen satelital a color de gran escala tomada en el año 2013, dicho material está en forma digital en formato *tif*. El análisis

se basó en las características o elementos de fotointerpretación como son: tono o color, textura, forma, sombra, patrones, asociación espacial. Las imágenes fueron impresas sobre papel a escala 1:10,000 y en ellas se delimitaron y clasificaron las unidades según el tipos de cobertura vegetal que se observó en la imagen.

- b. **Verificación de campo.** La siguiente etapa consistió en verificar la delimitación y clasificación de las unidades fotointerpretadas en el terreno, para lo cual se efectuaron recorridos en el terreno aprovechando las carreteras y caminos existentes en la región donde se ubica el sitio bajo estudio. Esta etapa fue realizada por el especialista en fotointerpretación, un especialista en botánica y otras personas que apoyaron la actividad. La visita a campo también tuvo la finalidad de recabar información sobre la estructura de la vegetación y de sus principales componentes florísticos. Se recabó información sobre la cobertura vegetal en 13 unidades de muestreo, cada una con cuatro parcelas de 10 x 10 m (400m²), dando un total de 5,200 m² censados. Además, durante el recorrido se fueron anotando en las fotografía las observaciones sobre los tipos de cobertura vegetal para que ayudaran en la siguiente fase a detallar y corregir la delimitación y clasificación.
- c. **Reinterpretación e identificación de material botánico.** Con las observaciones y la información recabada en campo se detalló y modificó la delimitación y clasificación de la fotointerpretación, esto se realizó sobre acetato sobrepuesto a las fotografías impresas. Por otro lado, el especialista en botánica prepara el material botánico colectado para proceder a realizar la identificación de las especies colectadas. Con ayuda de lupa microscópica y bibliografía sobre la flora de la región identificaron los ejemplares botánicos.
- d. **Digitalización e integración.** Esta fase consiste en digitalizar las líneas que delimitan las unidades espaciales temáticas para incluir la delimitación de todas las unidades del área de trabajo en una sola capa digital y crearle topología de polígonos, darle la proyección cartográfica y referencia horizontal. Por último darle el proceso y análisis para la descripción del sitio de estudio. Por otro lado, se realizó la descripción de las comunidades vegetales mencionando las especies vegetales las integran.

IV.2.6. Descripción de las Características del SAR y el Sitio de Estudio.

Con base en la cartografía generada se hizo una descripción de las características ambientales del SAR y el sitio de estudio. Esto requirió el uso tanto de estudios generales como específicos de la región. En este caso existe información documental que se refiere al contexto regional y hay estudios particulares de la zona que sirvieron como complemento a la descripción que se realizó a partir de los trabajos de campo.

- a. **Recopilación de referencias bibliográficas.** A partir de los datos geográficos del SAR, tablas y gráficos de superficie fue posible conocer cuáles eran las categorías temáticas y los valores de las variables cuantitativas y se procedió a reunir el material bibliográfico relacionado a cada tema.
- b. **Elaboración de la caracterización del SAR.** La descripción de la caracterización se inició con los datos geográficos del SAR, tablas, gráficos de superficie y material bibliográfico. Se elaboró una descripción textual del SAR en los temas siguientes:
 - Clima.
 - Fisiografía.
 - Geología.
 - Suelos.
 - Hidrología Superficial.
 - Hidrología Subterránea.
 - Características Oceanográficas del SAR.
 - Calidad del Agua en la Bahía de Ohuira.
 - Vegetación.
 - Fauna.
- c. **Caracterización del Sitio de Estudio.** La descripción de las características ambientales del sitio de estudio se inició con la determinación y cuantificación de los datos geográficos del SAR representados, generando nuevas tablas y gráficos de superficie. Los elementos de flora y fauna registrados en los trabajos de campo se georeferenciaron, a fin de poder representarlos en una carta temática específica.

IV.3. Clima.

IV.3.1. Tipo de clima.

De acuerdo con la clasificación de Köppen, modificada por E. García, el clima en la porción costera del SAR donde se localiza el proyecto es de tipo BW(h')w, el cual corresponde a un clima muy seco o desértico. Es muy cálido con una temperatura media anual mayor de 22°C y con temperatura del mes más frío mayor de 18°C. Las lluvias de verano son de entre 5 y 10.2 mm (figura IV.3.1).

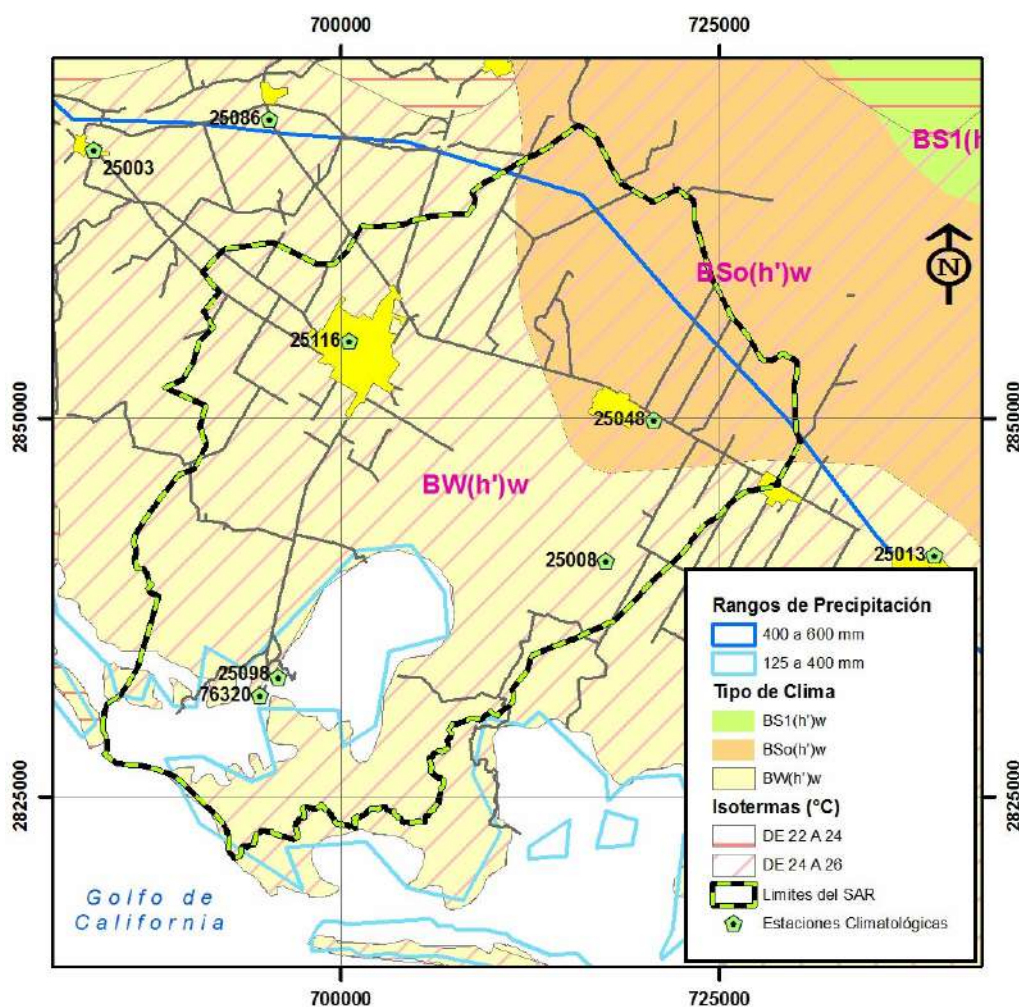


Figura IV.3.1. Distribución de climas en la región y el SAR.

De acuerdo con las Normales Climatológicas de 1971 a 2000 en la estación meteorológica 25098 ubicada en Topolobampo, la temperatura media anual es de 25.4

°C, con una máxima y una mínima anual de 30.4 y 20.5 °C respectivamente. Los meses más calurosos son julio, agosto y septiembre, con una temperatura máxima mensual es de 39.5 °C para el mes de julio. La temperatura extrema mínima mensual es de 11.3 °C en el mes enero, que junto con febrero son los meses más fríos. La precipitación es escasa, con un promedio anual de 330.7 mm, y un patrón de lluvias que abarca parte del verano y principio del otoño.

IV.3.2. Temperaturas promedio mensual, anual y extremas.

De acuerdo con datos de la estación meteorológica Topolobampo 25-098, a una altura de 3 m SNMM, en la zona de Topolobampo la temperatura media anual en el periodo 1971 a 2000 fue de 25.4 °C. En dicha estación, la temperatura media mensual mínima correspondió al mes de enero, siendo de 14.1 °C. La media mensual máxima fue de 35.2 °C y se registró para el mes de julio (tabla IV.3.1 y figura IV.3.2). Los datos de Los Mochis se presentan en la tabla IV.3.2.

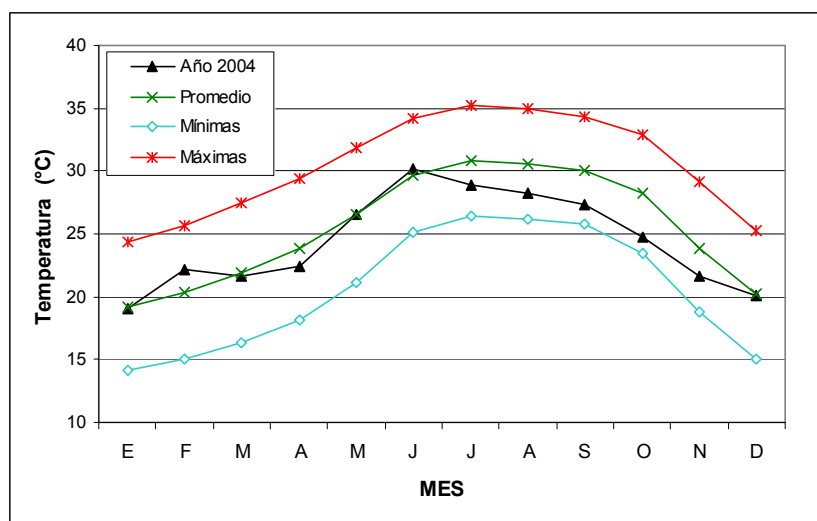


Figura IV.3.2. Temperatura media anual en Topolobampo, en el periodo 1971 a 2000.

Estación	Periodo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Media Mensual	1971 - 2000	19.2	20.3	21.9	23.8	26.5	29.6	30.8	30.6	30.1	28.2	23.9	20.2
Máxima Mensual	1971 - 2000	24.4	25.7	27.4	29.4	31.8	34.2	35.2	34.9	34.3	32.9	29.1	25.2
Mínima Mensual	1971 - 2000	14.1	15.0	16.3	18.2	21.1	25.1	26.4	26.2	25.8	23.4	18.8	15.1
Topolobampo *	2004	19.1	22.2	21.7	22.4	26.5	30.2	28.9	28.2	27.3	24.7	21.7	20.1

Fuente: SMA, 2013.

Tabla IV.3.2. Temperatura media mensual en la estación 25-116 (Los Mochis).

Estación	Periodo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Media Mensual	1971 - 2000	19.9	21.0	22.8	24.1	26.2	28.2	29.9	29.7	29.5	27.7	23.4	20.1
Máxima Mensual	1971 - 2000	27.0	28.4	30.6	32.3	34.1	35.1	36.0	35.7	35.4	34.5	30.3	26.9
Mínima Mensual	1971 - 2000	12.8	13.5	15.1	15.9	18.2	21.3	23.9	23.8	23.6	20.9	16.5	13.4
Los Mochis	2007	17.6	20.4	23.0	24.5	27.5	31.1	32.0	32.1	30.9	29.4	24.6	17.8

Fuente: SMA, 2013

IV.3.3. Precipitación.

La precipitación media anual en la Bahía de Topolobampo, según los registros de la estación 25-098 (Topolobampo), es de 330.7 mm, con la mayor parte de la lluvia durante el verano e inicios de otoño (figura IV.3.3). En esa época frecuentemente se presentan tormentas tropicales o pequeños chubascos provenientes del sur. La precipitación invernal es inferior al 5% del total. La evaporación es de aproximadamente 1,807 mm anuales. De acuerdo con esto, en la región se presenta un déficit hídrico.

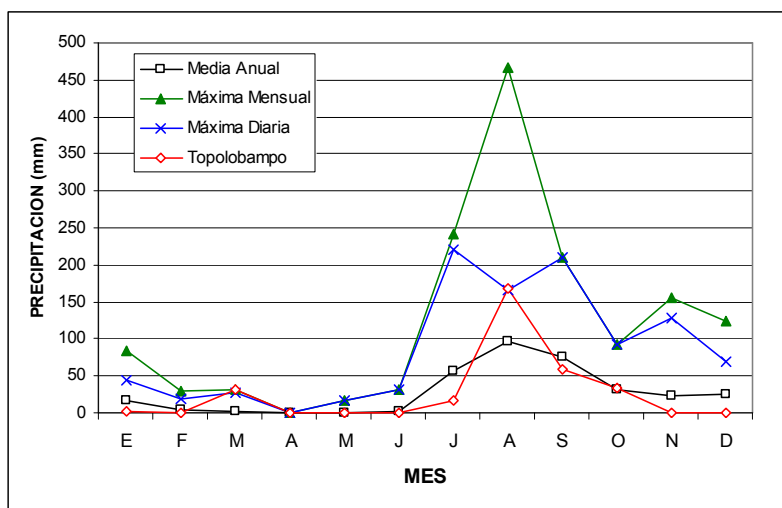


Figura IV.3.3. Precipitación media anual en Topolobampo (periodo de 1971 a 2000).

Tabla IV.3.3. Precipitación media mensual en la estación 25-098 (Topolobampo).

Estación	Periodo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Media Anual	1971 - 2000	16.0	4.0	1.7	0.0	1.0	1.4	55.7	96.8	74.9	31.1	22.9	25.2
Máxima Mensual	1971 - 2000	83.0	29.0	31.0	0.0	16.0	31.0	242.0	466.0	210.0	92.0	156.0	124.0
Máxima Diaria	1971 - 2000	45.0	19.0	28.0	0.0	16.0	31.0	220.0	165.0	210.0	92.0	129.0	70.0
Topolobampo	2004	3.1	0.3	32.0	0.0	0.0	0.0	16.9	169.0	59.1	34.4	0.0	0.0

Fuente: SMA, 2013

Tabla IV.3.4. Precipitación media mensual en la estación 25-116 (Los Mochis).													
Estación	Periodo	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Media Anual	1971 - 2000	13.1	18.6	8.4	1.3	5.9	10.4	43.2	90.0	90.4	33.7	39.3	36.6
Máxima Mensual	1971 - 2000	46.9	190.0	55.0	18.3	100.2	115.6	149.8	346.6	209.4	235.7	152.0	190.0
Máxima Diaria	1971 - 2000	39.0	133.4	43.8	10.3	37.8	61.0	69.0	179.4	160.0	211.0	113.0	133.4
Los Mochis	2007	9.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.4	98.7	183.2	0.0	12.5	39.4
Fuente: SMA, 2013													
* Estación													

IV.3.4. Diagrama Umbrotérmico.

La figura IV.3.4 presenta el diagrama umbrotérmico construido a partir de los datos de las estaciones 25-098 (Topolobampo). Este tipo de diagramas se basa en el método de Bagnouls, de acuerdo con el cual se califica a un mes como húmedo cuando la precipitación recibida, expresada en mm, es superior al doble de la temperatura expresada en grados centígrados.

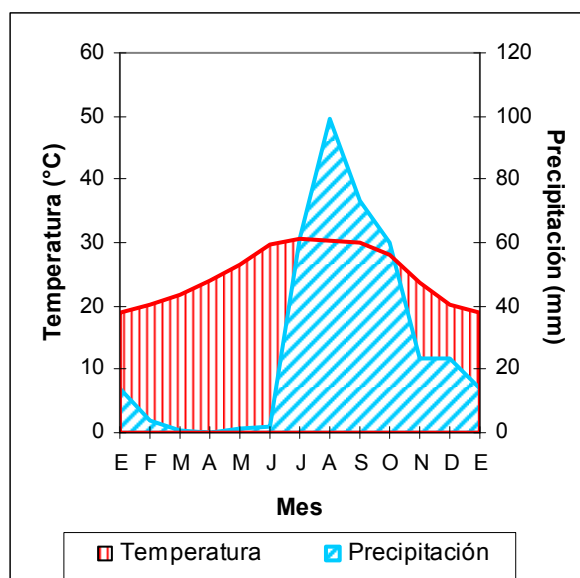


Figura IV.3.4. Diagrama umbrotérmico (1971-2002) para la zona de estudio.

Aun cuando se trata de un método empírico y convencional, su fácil representación gráfica permite apreciaciones comparativas inmediatas. En el diagrama, el área sombreada por encima de la curva de la temperatura promedio mensual representa los meses con un superávit hídrico. Por otra parte, la parte sombreada por abajo de dicha curva representa la situación contraria.

IV.3.5. Régimen de Vientos.

La estación meteorológica en el Aeropuerto de Los Mochis es también la fuente de los datos de velocidad del viento y dirección del viento de noviembre 2009 a Junio del 2013.

- **Velocidad del viento.** El promedio anual de la velocidad del viento es de 4.41 metros por segundo y la velocidad máxima es de 18 metros por segundo.
- **Dirección del viento.** Durante los meses del verano, el viento viene predominantemente de la dirección suroeste con un pico de 7.7% a los 230 grados y con 47.58% desde la dirección suroeste (180 a 250 grados). Las otras direcciones principales son:

- Cuadrante norte (320 a 40 grados) 2.98%
- Cuadrante este (50 a 130 grados) 27.56%
- Cuadrante su (140 a 220 grados) 45.52%
- Cuadrante oeste (230 a 310 grados) 23.94%

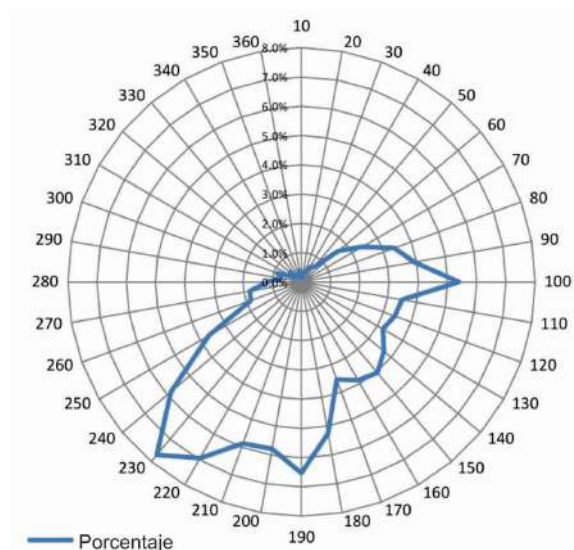


Figura IV.3.5. Porcentaje de dirección del viento (verano).

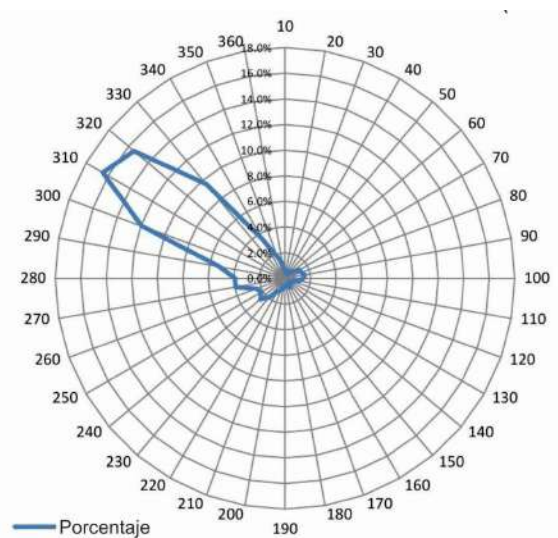


Figura IV.3.6. Porcentaje de dirección del viento (invierno).

Durante los meses de invierno, la dirección principal del viento es 63% desde el cuadrante noroeste (300 a 330 grados). Comparando con la graduación del cuadrante como se hizo con los meses de verano se tiene la siguiente distribución:

- Cuadrante norte 33.55%
- Cuadrante este 9.39%
- Cuadrante sur 6.57%
- Cuadrante oeste 50.49%

Las direcciones del viento para el año completo en el periodo de noviembre del 2009 a Junio del 2013 se presentan en el siguiente diagrama. Con un pico de 9%, el viento proviene de la dirección noroeste (310 grados) y con 39.3% desde el rango del noroeste (280 a 350 grados). La distribución porcentual de los cuadrantes enlistados anteriormente es:

- Cuadrante norte 18.22%
- Cuadrante este 17.75%
- Cuadrante sur 20.83%
- Cuadrante oeste 43.20%

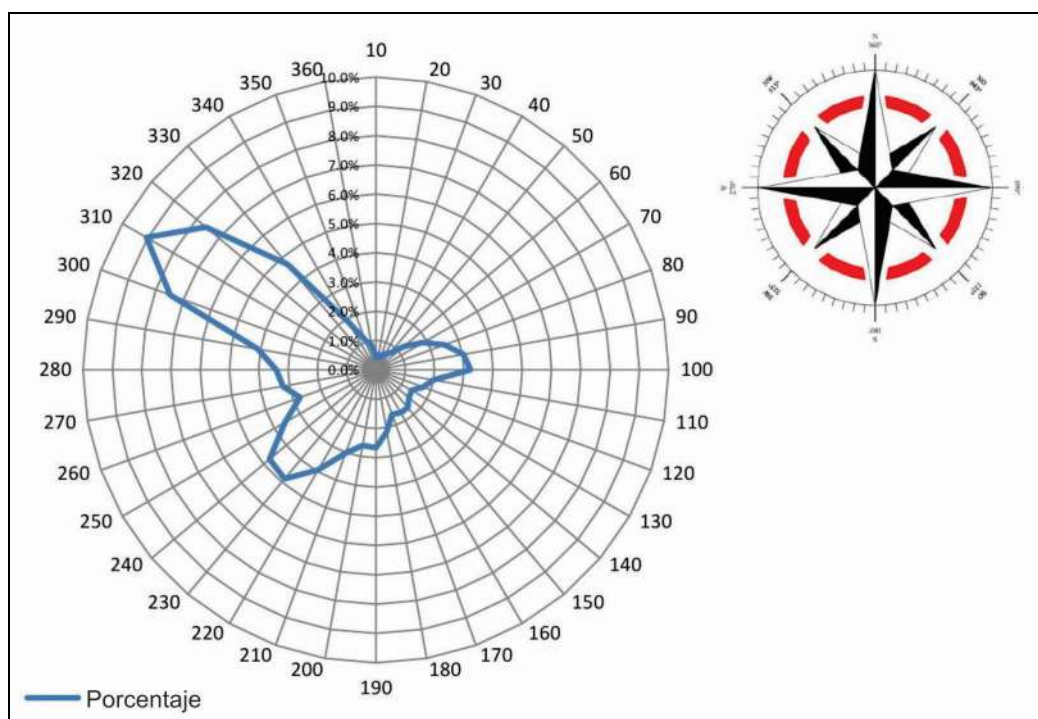


Figura IV.3.7. Porcentaje de dirección del viento en todas las estaciones.

Debido al clima, el fenómeno de brisas es importante, ya que el calentamiento de la capa de aire que está en contacto con la tierra disminuye su densidad y asciende por convección, ocasionando la sustitución de esta capa por aire más fresco y más húmedo proveniente de la capa que se encuentra en contacto con el mar.

IV.3.6. Calidad del Aire.

Ni el municipio de Ahome en general ni Topolobampo en particular están consideradas como Zonas Críticas (ZC) por la calidad del aire.



Figura IV.3.8. Dispersión de contaminantes, junio de 2013.

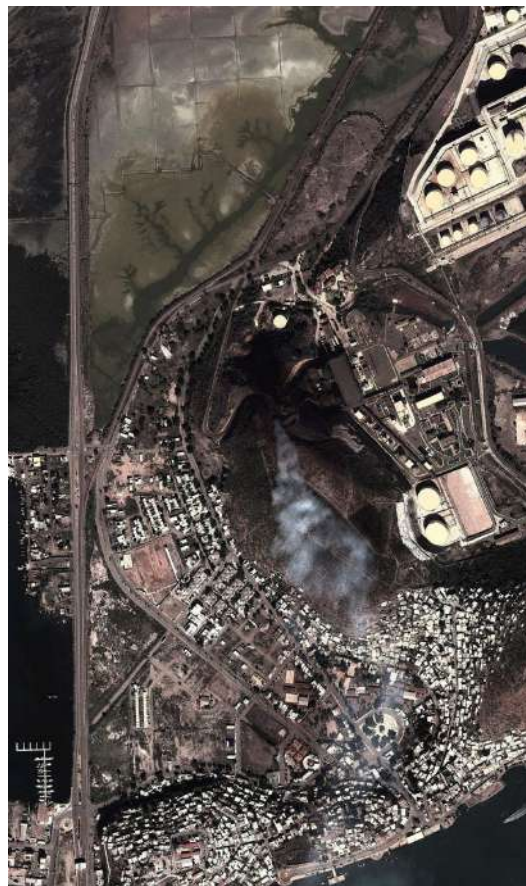


Figura IV.3.9. Dispersión de contaminantes, noviembre 2011.

De acuerdo con las distintas normas oficiales en materia de contaminación a la atmósfera las zonas consideradas como críticas son las zonas metropolitanas de Monterrey y Guadalajara; los centros de población de Coatzacoalcos-Minatitlán (municipios de Coatzacoalcos, Minatitlán, Ixhuatlán del sureste, Cosoleacaque y Nanchital), en el Estado de Veracruz; Irapuato-Celaya-Salamanca (municipios de Celaya, Irapuato, Salamanca y Villagrán), en el Estado de Guanajuato; Tula-Vito-Apasco (municipios de Tula de Allende, Tepeji de Ocampo, Tlahuelilpan, Atitalaquia, Atotonilco de Tula, Tlaxoapan y Apaxco) en los Estados de Hidalgo y de México; corredor industrial de Tampico-Madero-Altamira (municipios de Tampico, Altamira y Cd. Madero), en el Estado de Tamaulipas; el municipio de Tijuana, en el Estado de Baja California y el municipio de Cd. Juárez en el Estado de Chihuahua.

En general, por hallarse en una llanura costera las condiciones en el sitio del proyecto favorecen la rápida dispersión de contaminantes. Sin embargo, en la zona urbana de Topolobampo se pueden presentar problemas relacionados más con la localización de las fuentes de emisión de contaminantes que con el volumen de los mismos. Por ejemplo, en agosto de 2007, mientras se encontraba en el muelle de PEMEX, un desperfecto en una junta de la tapa de registro del tanque de almacenamiento de estribor del buque tanque José Colomo provocó una fuga de gas amoníaco que causó alarma entre la población.

Cuando el personal de PEMEX se percató de la fuga, suspendió la maniobra de descarga e implementó el plan de emergencia. Los integrantes de los cuerpos de protección civil acordonaron el área y evacuaron a los trabajadores que se encontraban laborando en el lugar, con el fin de evitar los riesgos por exposición.

En este caso, al estar el muelle de PEMEX ubicado al sur de Topolobampo, los vientos provenientes del suroeste, probablemente combinados con la humedad del ambiente (agosto es el mes más húmedo en la región), habrían impedido la rápida dispersión del amoníaco permitiendo que una concentración perceptible llegará hasta la zona urbana.

En el caso del sitio propuesto para la planta de amoníaco, su ubicación haría que en las condiciones de viento dominantes en cada periodo del año una fuga sería dirigida al mar o zonas rurales, sin afectar zonas residenciales.

IV.4. Fisiografía.

IV.4.1. Provincia y subprovincias fisiográficas.

La zona de estudio se encuentra en la Provincia Fisiográfica VII, Llanura Costera del Pacífico, en la subprovincia Llanuras Costeras y Deltas de Sonora y Sinaloa. Las topoformas dominantes en el SAR y en los alrededores de la bahía de Ohuira son las Llanuras con Ciénega y las Llanuras Deltaicas.

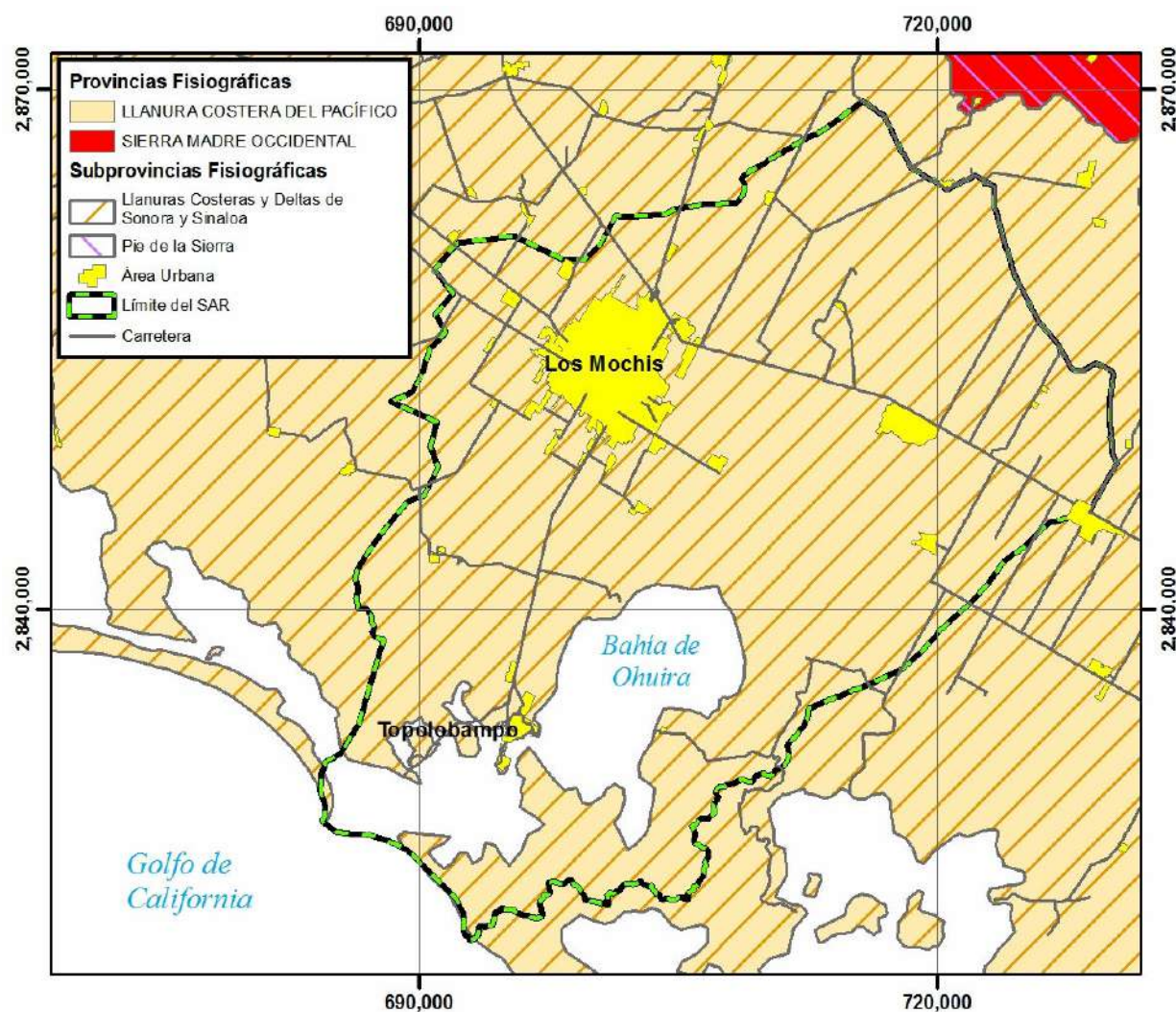


Figura IV.4.1. Provincia y subprovincia fisiográfica donde se localiza el SAR.

La importancia de la información fisiográfica reside en proporcionar un panorama completo de las características paisajísticas de un área, lo cual facilita la comprensión del relieve indicando implícitamente los aspectos climáticos, edafológicos y de la vegetación.

La fisiografía ofrece una visión general del gran mosaico de formas del relieve que caracterizan el terreno, a través de conjuntos paisajísticos relativamente homogéneos, identificados y definidos a partir del análisis integral de información topográfica, geológica, hidrológica y edafológica. La división fisiográfica muestra unidades y subunidades de información que abarcan extensiones considerables de terreno. La clasificación comprende la provincia, que es una gran área con características similares; la subprovincia, primera subdivisión en donde las condiciones paisajísticas son más recurrentes; los sistemas de topoformas que agrupan elementos y las topoformas, que constituyen el producto de la interacción de los agentes formadores del relieve. El territorio mexicano es clasificado en 15 Provincia fisiográficas por el INEGI (1993).

IV.4.2. Características del relieve.

La configuración orográfica influye en forma directa en la determinación del clima, el tipo de suelos, la vegetación, en la distribución de especies zoológicas y en los asentamientos humanos. El Municipio de Ahome se encuentra en la Llanura Costera del Pacífico de la región noroeste del Estado de Sinaloa, por lo que su topografía es eminentemente plana, su configuración corresponde básicamente con los valles agrícolas de El Fuerte y El Carrizo.

La excepción son dos pequeñas serranías secundarias de origen volcánico, al noreste la Sierra San Pablo o Balacachi que no sobrepasa los 300 metros de altura sobre el nivel medio del mar y al sureste la Sierra Navachiste entre las bahías de Ohuira y Navachiste - San Ignacio, aún de menor altura. Esta última sierra se encuentra en el extremo sur del SAR. Además hay cerros como el Cocodrilo, Baturi, Terome, Batequis, Tesagua, Memoria, Barobampo y Oteme que no tienen mayor importancia.

IV.4.3. Sistemas de topoformas.

En el área considerada como el SAR, se encuentra el sistema de topoforma de llanuras, es decir un conjunto de áreas bajas y llanas abarcando un 78.86% del área del SAR (figura IV.4.2). También existe un 7.99% del área de sierras bajas, es salinas, dunas, barras y playas). En particular, el predio se encuentra en una llanura costera con ciénega salina.

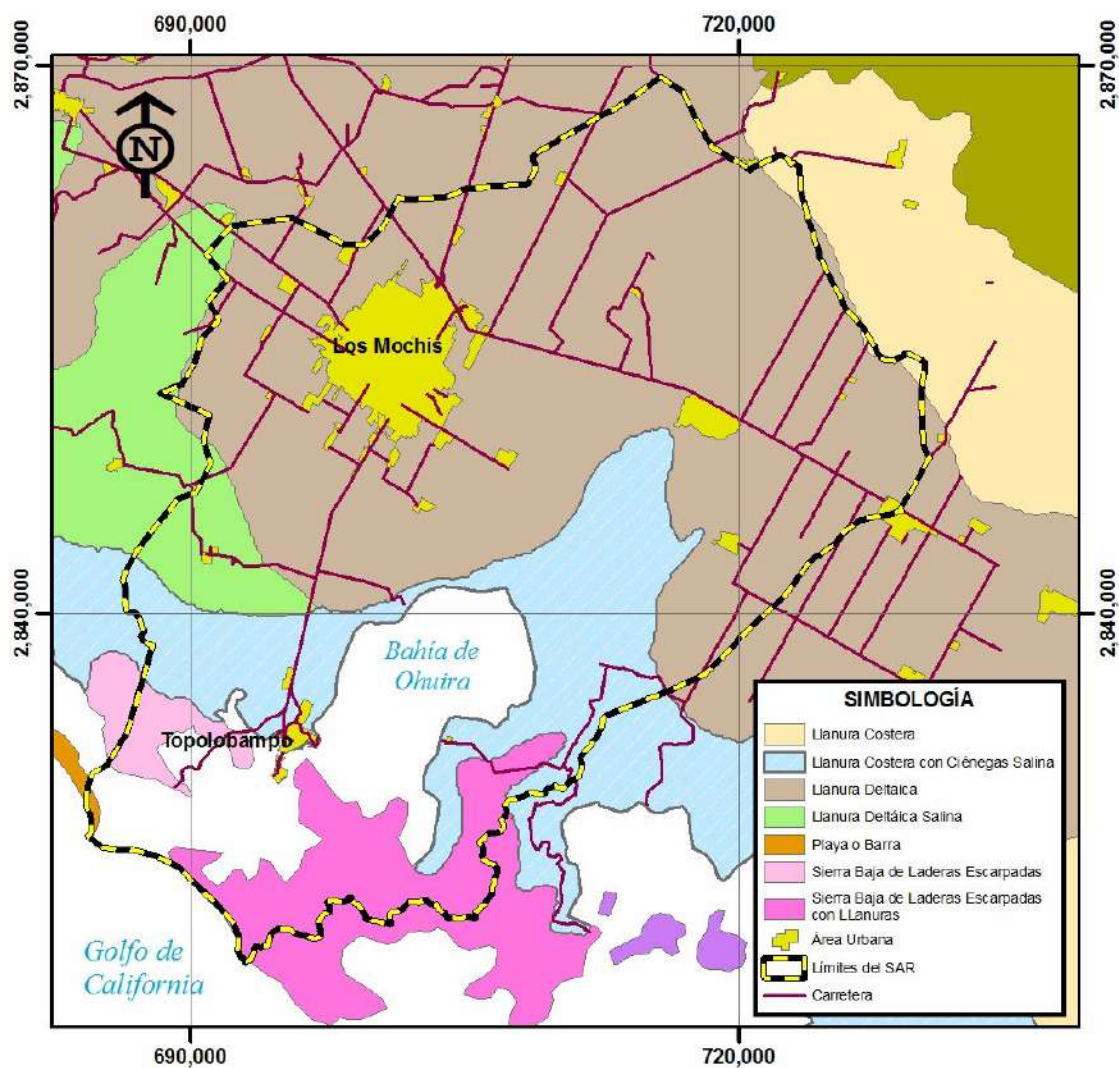


Figura IV.4.2. Sistema de topoformas existentes en el SAR.

Descripción	Área (ha)	Porcentaje
Llanura Deltaica	76323.1	58.93
Llanura Costera con Ciénagas Salina	20776.7	16.05
Sierra Baja de Laderas Escarpadas con Llanuras	8499.2	6.56
Llanura Deltaica Salina	4383.0	3.38
Sierra Baja de Laderas Escarpadas	1850.1	1.42
Llanura Costera	563.3	0.43
Playa O Barra	114.2	0.09
Cuerpos de Agua	16890.5	13.05
Total	129,400	100

IV.5. Geología.

IV.5.1. Características litológicas del SAR.

Geológicamente, el SAR está constituido en una gran proporción por sedimentos y rocas sedimentarias depositados en ambientes aluviales y lacustres.

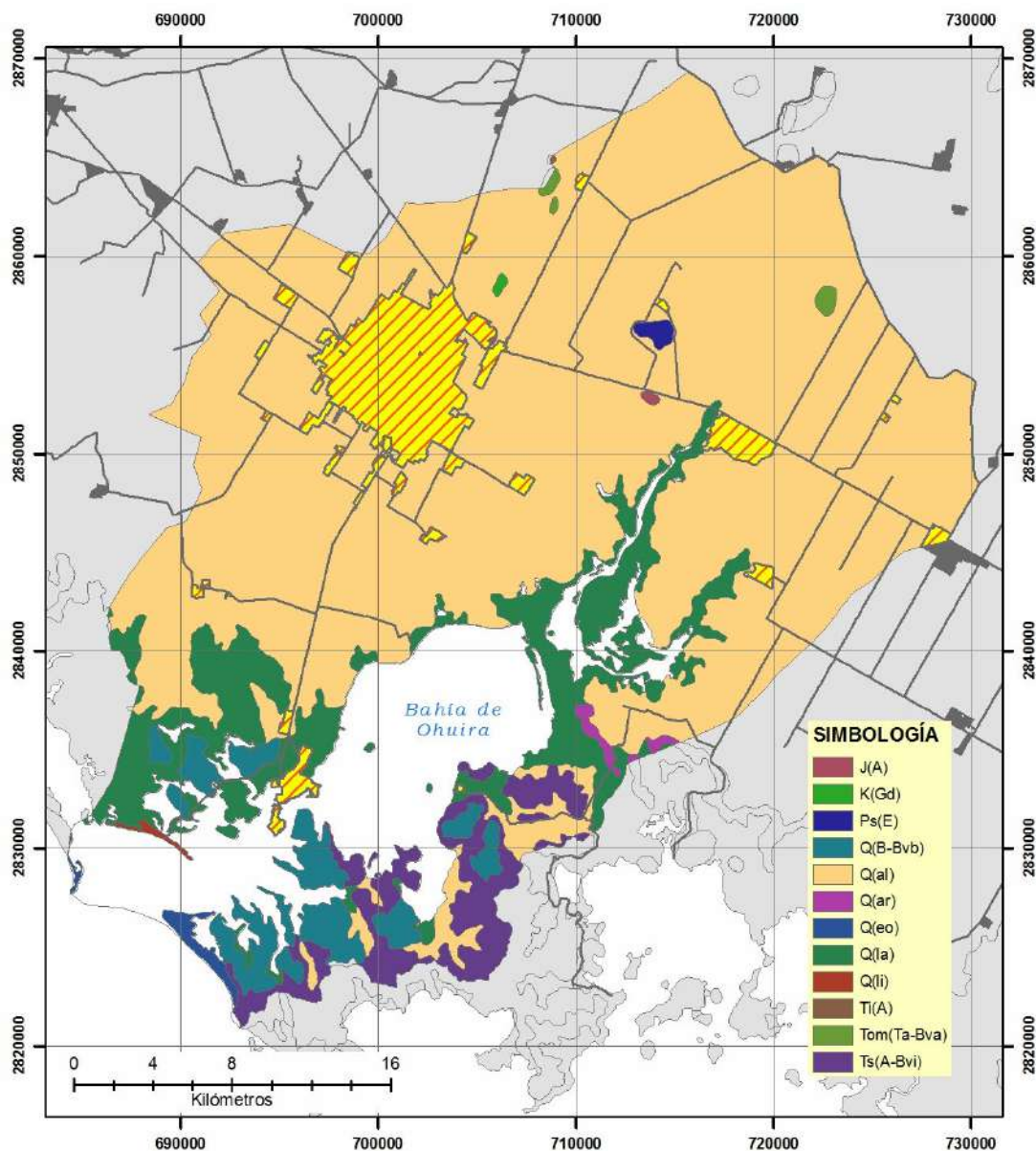


Figura IV.5.1. Geología de la Bahía de Ohuira y sus alrededores.

Las estructuras reconocidas en el área son de varios tipos y magnitudes; deformación y foliación de los sedimentos del Paleozoico Superior; pliegues de arrastre en la secuencia del Jurásico; pliegues tipo chevrón en los alrededores de Sinaloa de Leyva y estructura

dómica formada por diapirismo en el cerro El Oro, en los sedimentos del Cretácico Inferior; deformaciones de las secuencias volcanosedimentarias y volcánicas del Cretácico Superior y Terciario inferior respectivamente; fallas normales y fracturamientos en las rocas del Terciario así como las numerosas intrusiones de diabasa en forma de diques, mantos y lopolitos, que se encuentran en los alrededores del poblado de Sinaloa de Leyva, por último los cuerpos granodiorítico y granítico del Cretácico Superior y Terciario Inferior respectivamente. Los pliegues, fallas, fracturas y foliación, presentan orientación noroeste-sureste.

Tabla IV.5.1. Superficie y porcentaje ocupado por las entidades geológicas del SAR.				
Tipo	Clave	Área (Ha)	Porcentaje	Entidad
Aluvial	Q(al)	88,521.302	68.41	Suelo
Andesita	Ti(A)	8.64	0.01	Unidad Cronoestratigráfica
Andesita	J(A)	263.644	0.20	Unidad Cronoestratigráfica
Andesita-Brecha volcánica intermedia	Ts(A-Bvi)	4,624.187	3.57	Unidad Cronoestratigráfica
Arenisca	Q(ar)	293.786	0.23	Unidad Cronoestratigráfica
Basalto-Brecha volcánica básica	Q(B-Bvb)	4,522.669	3.50	Unidad Cronoestratigráfica
Eólico	Q(eo)	414.342	0.32	Suelo
Esquisto	Ps(E)	230.069	0.18	Unidad Cronoestratigráfica
Granodiorita	K(Gd)	53.393	0.04	Unidad Cronoestratigráfica
Lacustre	Q(la)	11,603.106	8.97	Suelo
Litoral	Q(li)	105.03	0.08	Suelo
Toba ácida-Brecha volcánica ácida	Tom(Ta-Bva)	257.707	0.20	Unidad Cronoestratigráfica
N/A	H2O	18,502.22	14.30	Cuerpo de Agua Perenne
		129400.095	100	

En el área se distinguen tres períodos de deformación tectónica. El primero se relaciona a esfuerzos de compresión que plegaron y deformaron a las rocas del Paleozoico durante la orogenia Permo-Triásica. El segundo, a los esfuerzos de compresión que se originaron por la subducción de la Paleoplaca Farallón bajo la Americana durante la orogenia Laramide. Este evento ocasionó que se fusionara parcialmente la placa creando en el subsuelo un arco magmático activo. Los anteriores acontecimientos se manifiestan en: el plegamiento de la secuencia del Mesozoico, diferentes tipos de metamorfismo, los efectos producidos por las intrusiones de cuerpos plutónicos e hipabisales y los eventos volcánicos que formaron la Sierra Madre Occidental, cuyo máximo crecimiento de material ignimbrítico fue del Oligoceno Superior a los inicios del Mioceno. Por último, el tercero se

inicia a fines del Mioceno, cuando ocurre la subducción y se inicia la apertura del golfo de California, creando la fase distensiva que actúa hasta el Cuaternario y da lugar a los elementos orográficos actuales. Este periodo se caracteriza por la presencia de fallas normales y fracturamientos, por las emisiones y derrames básicos del Terciario Superior y Cuaternario y los sedimentos clásticos continentales que cubren a las rocas mencionadas anteriormente. Las unidades geológicas ubicadas en la zona Bahía de Ohuira son:

- **J (A):** Ha sido formada por metamorfismo regional y afectada posteriormente por fenómenos cataclásticos e hidrotermales. Sus componentes son: cuarzo, plagioclasas, tremolita-actinolita, clorita, biotita, epidota, esfena y óxidos de hierro; pertenece a las facies de esquistos verdes, subfacies de biotitas y clase básica, con textura lepidobástica, tiene foliación de rumbo sur con 40° de inclinación; también existen intercalaciones de toba y brecha andesítica con deformación y metamorfismo incipiente, son cortadas por rocas hipabisales con forma de troco y dique de textura holocristalina porfídica y microcristalina piroclástica respectivamente.
- **K(A-Bvi):** Unidad constituida por derrames andesíticos y brecha volcánica de composición intermedia, de color gris oscuro a verdoso, con deformación epidotización variable de débil a intensa, fracturamiento intenso y numerosos espejos de fallas, contiene intercalaciones esporádicas de arenisca y brecha tobácea en horizontes delgados y medianos, la secuencia se encuentra cortada por vetillas de cuarzo lechoso y diques de composición básica de 15 cm de espesor. La andesita localmente presenta fenocristales de plagioclasas y hornblenda de 2 cm de longitud, así como amígdalas rellenas de calcedonia; generalmente son tenaces. La brecha contiene fragmentos líticos subangulosos de andesita, deformados, epidotizados, comprimidos verticalmente y alargados lateralmente.
- **K (Gd):** Tiene como minerales esenciales cuarzo y plagioclasea sódica, y como accesorio epidota; es de estructura compacta y textura holocristalina porfídica, de grano fino a medio, con alteración hidrotermal y formas redondeadas debido al intemperismo; al microscopio se observan tremolita-actinolita, sericita, epidota, hematita y magnetita; su color gris verdoso en muestra fresca intemperiza a café claro. Se encuentra intensamente fracturada e intrusionada por diques aplíticos. La unidad está rodeada por material aluvial, y por su cercanía a metandesita del Jurásico y

esquistos del Paleozoico Superior, se infiere que las intrusionó y que forma parte de los emplazamientos plutónicos del Cretácico Superior.

- **Ki(cz-lu):** Alternancia de caliza gris oscuro y pardo rojizo, con lutita crema y rosa, en estratos delgados y medianos; están deformadas y presentan planos de foliación ondulada, se encuentra cortada por numerosos diques básicos metamorfizados con foliación concordante, lo que demuestra que el periodo de intrusión fue anterior al emplazamiento del batolito de Sinaloa, al que se le atribuye el metamorfismo, así como la mineralización de sulfuros muy diseminados; localmente se observa silicificación; es moderadamente tenaz y está muy fracturada.
- **Ki(cz-y):** La presencia de evaporitas sugiere que la unidad de depósito en aguas someras de baja energía, circulación restringida y condiciones de aridez en los paleoelementos, la caliza está dispuesta en estratos delgados y medianos, compuesta por espatita, sílice, arcilla y hematita de origen sedimentario; es de color gris claro.
- **Ps(E):** Unidad de textura lepidoblástica, deformada por metamorfismo regional y constituida por cuarzo, clorita, sericita y biotita, pertenecen a las facies de esquistos verdes, en la subfacie de biotita, en clase pelítica. Son de color gris y verde, presenta foliación dominante con rumbo oeste-suroeste, con inclinación de 30° en promedio. Aflora en el norte del área, en el fondo de los cañones, y en forma dispersa en pequeñas extensiones, está cubierta discordantemente por rocas metasedimentarias del Jurásico y por derrames volcánicos ignimbríticos del Terciario. Su edad fue considerada como el Paleozoico Superior.
- **Q (B-Bvb):** La integra una alternancia de lavas y material piroclástico de composición básica. El basalto está compuesto por minerales de plagioclasa cálcica, olivino, hematita y magnetita, con matriz vítrea; su estructura es compacta y vesicular y se encuentra intensamente fracturado, de color que varía de negro a rojo, al intemperizarse adquiere coloración café. La brecha contiene fragmentos subangulosos de rocas ígneas extrusivas básicas e intermedias con minerales de plagioclasa sódica, olivino y hematita; es de color rojo y café, de textura merocristalina, estructura piroclástica, en matriz areno tobácea. Sobreyace discordantemente a la secuencia volcánica básica, intermedia y volcanoclástica del Terciario Superior. Su expresión

morfológica es de lomerío y mesetas, éstas en algún flanco presentan pendientes verticales.

- **Q (al):** Está compuesto por grava, arena, limo y arcilla no consolidada, su granulometría varía de material grueso al pie de la sierra a fino en los valles y la costa, su color es café claro. Se originó por los depósitos de material detrítico que generaron los ríos Fuerte y Sinaloa al unir sus deltas en la región de la actual Bahía de Topolobampo, la cual es de origen tectónico. Estos materiales rodearon a prominencias rocosas que formaban antiguas islas. Actualmente las formas delticas son de tipo lobado en su desembocadura y de extensa planicie en la mayor parte del área.
- **Q (ar):** Unidad formada por depósitos marinos del Reciente, cercanos a la costa, su morfología es ondulante y atestigua una regresión marina. Está constituida por arena de grano medio y fino de cuarzo, feldespatos y fragmentos de rocas volcánicas; en algunos lugares se localizan bivalvos, gasterópodos y pelecípodos, enteros y fragmentados. Los granos son redondeados y subredondeados con superficie lisa y brillante, sin compactación ni cementante, su espesor varía entre 3 a 15 m.
- **Q (ar-cg):** Unidad originada por depósitos de talud y abanicos aluviales del Reciente, constituidos por arena, grava y fragmentos hasta de 30 cm de diámetro, angulosos y redondeados; con matriz de arena fina y arcilla, poco consolidados, de color amarillo y café claro. Su litología es muy heterogénea, derivada de rocas metamórficas, ígneas intrusivas y volcánicas interdigitadas con acarreos de material aluvial del Reciente. Por su cercanía a las unidades de granodiorita y del complejo metamórfico se infiere que los cubre discordantemente.
- **Q (cg):** Es de tipo polimíctico depositado en ambiente continental, su color varía de rojo a café oscuro, lo integran clastos de riolita, toba y brecha volcánica ácida y escasos fragmentos de basalto, tiene matriz arenosa de la misma composición y está cementado con arcilla y caliche, los clastos son angulosos y subredondeados, de tamaño que varía de gravas a bloques, sobreyace a rocas volcánicas del Terciario Superior.

- **Q(Ia):** Lo forma arcilla limosa expansiva de poco espesor, sobreyace a arena fina y su color rosa cambia a café rojizo cuando se humedece. Sufre contaminación salina debido a la invasión intermitente del mar sobre el continente. Su morfología es de planicie y se encuentra a lo largo de la línea de costa.
- **Q(II):** Sedimento arenoso de origen marino depositado por movimientos de marea; sus componentes son cuarzo, feldespato, micas, fragmentos de conchas y de rocas ígneas y metamórficas. La arena es de grano fino, redondeado y subredondeado de superficie lisa y brillante. Se localiza formando grupos de alineación paralelas de barras, tómbolos, flechas y playas, que atestiguan indicios de antiguas líneas de costa, así como una actual regresión marina.
- **T(Gr):** Sus minerales esenciales son cuarzo y plagioclasa sódica, y los accesorios muscovita y biotita; es de estructura compacta y textura holocristalina porfídica, muestra epidotización y seritización, intrusiva a la secuencia de caliza-lutita del Cretácico Inferior.
- **TR-J(Mv):** Constituida por toba y brecha volcánica ácida, de color amarillo y gris, con foliación incipiente de rumbo noroeste y 30° e inclinación media, muy fracturada y silicificada, está afectada por diques básicos de hasta 2 m de espesor y cortada por fallas inversas semiparalelas a la foliación. Yace en contacto tectónico sobre calizas y lutitas del Cretácico inferior por medio de una falla inversa cuya traza se encuentra sobre la margen derecha del Río Sinaloa. Su expresión morfológica es de lomas y su edad fue considerada del Mesozoico en virtud de su información y grado de metamorfismo.
- **Tom(Ta-Bva):** Secuencia compuesta por alternancia rítmica de toba, toba brechoide y brecha volcánica con escasos derrames riolíticos intercalados; son de color amarillo claro, blanco, gris, rosado y amarillo, que intemperizan a café rojizo y gris claro; presenta horizontes masivos con espesores variables de 5 a 80 m, algunos forman acúñamientos y yacen horizontalmente, aunque localmente se advierte ligeramente ondulados; en ciertos niveles se encuentran bancos de arenisca cuarzo feldespática de grano fino a medio. La toba varía de riolítica a riodacítica de textura microcristalina piroclástica, tiene esferulitas rellenas de cuarzo y está formada por cuarzo, sanidino,

oligoclasa, andesita, biotita, hematita y magnetita. La toba brechoide es rica en fenocristales de biotita de 5 mm, líticos de andesita aproximadamente del mismo tamaño, prismas de hornblenda de 6 mm de longitud y fragmentos de pómez hasta 12 mm de diámetro, la matriz es criptocristalina a vítrea con grados variables de caolinización. La brecha tiene fragmentos angulosos de riolita, andesita, pómez y material piroclástico que evidencian un vulcanismo de tipo explosivo; la riolita es de color rosa que intemperiza a café, tiene textura porfídica con fenocristales de oligoclasa, cuarzo, andesita y biotita. La secuencia también contiene horizontes de toba bentonítica y toba vítrea; hacia la base de la secuencia generalmente se encuentran vitrófidos que separan esta unidad de las rocas volcánicas intermedias que subyace. La unidad se presenta de moderada a fuertemente fracturada y fallada, forma topografía de mesetas cortadas por profundos cañones.

- **Ts(A-Bvi):** La constituyen derrames y material piroclástico de composición intermedia. La andesita subyace y está intercalada con brecha volcánica intermedia, se halla fracturada intensamente, en algunos lugares tiene alteración hidrotermal, su color gris claro y oscuro al intemperismo se torna café claro, su textura es holocristalina y merocristalina porfídica, contiene minerales de plagioclasa sódica y cálcica, pigeonita, lamprobolita, hiperstena, biotita, circón y hematita. La brecha volcánica contiene fragmentos angulosos de rocas ígneas extrusivas intermedias, texturas merocristalinas y estructura piroclástica compacta. Dentro de esta unidad se observan en forma aislada intercalaciones de material apiclástico y arena tobacea. Se correlaciona con la formación Comondú del Mioceno, que es una secuencia de material volcánico y volcanoclástico.
- **Ts(B-Bvb):** Es una alternancia de derrames y material piroclástico básico. El basalto andesítico, de textura holocristalina porfídica con matriz piroclástica, de color negro que intemperiza a café claro; sus minerales son labradorita, andesina, clinopixoreno, ortopixoreno, pirita magnetita y hematita; presenta estructura compacta y vesicular, fracturamiento intenso que forma bloques. La brecha volcánica está formada por fragmentos subangulosos de rocas ígneas andesítica, basálticas y vítreas, en matriz tobácea intermedia y vidrio ácido, su color es café claro con tonos oscuros y su textura es holocristalina piroclástica.

La segunda entidad geológica presente en el sitio de estudio está representada por por depósitos de suelo de tipo aluvial, eólico y principalmente lacustre, todos ellos del Cuaternario de la era Cenozoica. La característica dominante de los sedimentos lagunares es su naturaleza arenosa, que oscila entre las arenas limosas con grava y los limos arenosos mal y muy mal clasificados, con predominio de partículas de grano fino, mesocúrticos a muy leptocúrticos.

Tabla IV.5.2. Características generales de los distintos tipos de roca del SAR.

ENTIDAD	ERA	SISTEMA	CLASE	TIPO DE ROCA	CLAVE	TOTAL (ha)
Suelo	Cenozoico	Cuaternario	N/A	Aluvial	Q(al)	88,521.30
			N/A	Lacustre	Q(la)	11,603.10
			N/A	Litoral	Q(li)	105.03
			N/A	Eólico	Q(eo)	414.34
Unidad Crono-Estratigráfica	Paleozoico	N/A	Metamórfica	Esquisto	Ps(E)	230.06
	Mesozoico	Jurásico	Ígnea extrusiva	Andesita	J(A)	263.64
		Cretácico	Ígnea extrusiva	Granodiorita	K(Gd)	59.39
	Cenozoico	Paleógeno	Ígnea extrusiva	Andesita	Ti(A)	8.64
		Terciario	Ígnea extrusiva	Toba ácida-Brecha volcánica ácida	Tom(Ta-Bva)	257.70
		Cuaternario	Sedimentaria	Arenisca	Q(ar)	293.78
			Ígnea extrusiva	Basalto-Brecha volcánica básica	Q(B-Bvb)	4,522.66
		Neógeno	Ígnea extrusiva	Andesita-Brecha volcánica intermedia	Ts(A-Bvi)	4,624.18
Cuerpo de Agua Perenne	N/A	N/A	N/A	N/A	H2O	18,502.22
Total						129,406.09

Los materiales propios del fondo de los canales naturales y de las áreas lagunares con influencia marina son arenas de grano fino, que varían de moderadamente clasificadas a mal clasificadas, simétricas o casi simétricas y muy leptocúrticas, mientras que los sedimentos de pantano son lodos formados por mezclas de limo y arcilla, muy mal clasificadas, con predominio de los granos finos, platicúrticas o mesocúrticas. En los cordones litorales recientes, los sedimentos que forman a las antiguas líneas de playa son arenas de grano medio a fino, texturalmente homogéneas, moderadamente clasificadas, asimétricas hacia los fragmentos de grano fino y muy leptocúrticas (Ayala-Castañares, et al., 1994).

IV.6. Suelos.

IV.6.1. Tipos de suelos en el SAR.

De acuerdo con la clasificación de la FAO-UNESCO, las principales unidades de suelos en la franja costera donde se encuentra el SAR son de tipo Vertisol y Solonchack. Los suelos, junto con los litorales, son el principal recurso natural del municipio Ahome por su capacidad agrológica. En general, la composición granulométrica de los depósitos de la planicie costera consiste en partículas finas y medias con cantidades variables de gravas.

Los suelos dependen de varios factores y sintetizan su efecto en las propiedades físicas y químicas, la topografía y los elementos climáticos son importantes en la formación del suelo de este tipo de zonas geográficas. La descripción en este documentos y en el mapa de suelos está basada en la Base Referencial Mundial para Recursos de Suelos (**World Reference Base for Soil Resources, WRB**), que es el estándar internacional taxonómico de sistema de Clasificación de suelos. La clasificación se basa primariamente en la morfología de suelo como una expresión de la pedogénesis.

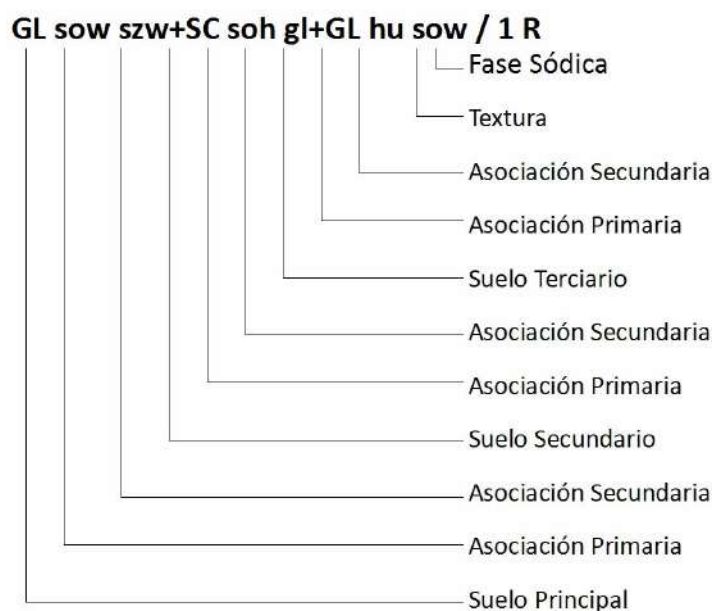


Figura IV.6.1. Guía de interpretación de las claves de suelos.

La distribución de los distintos tipos de suelo en el SAR se presenta en la figura IV.4.2.

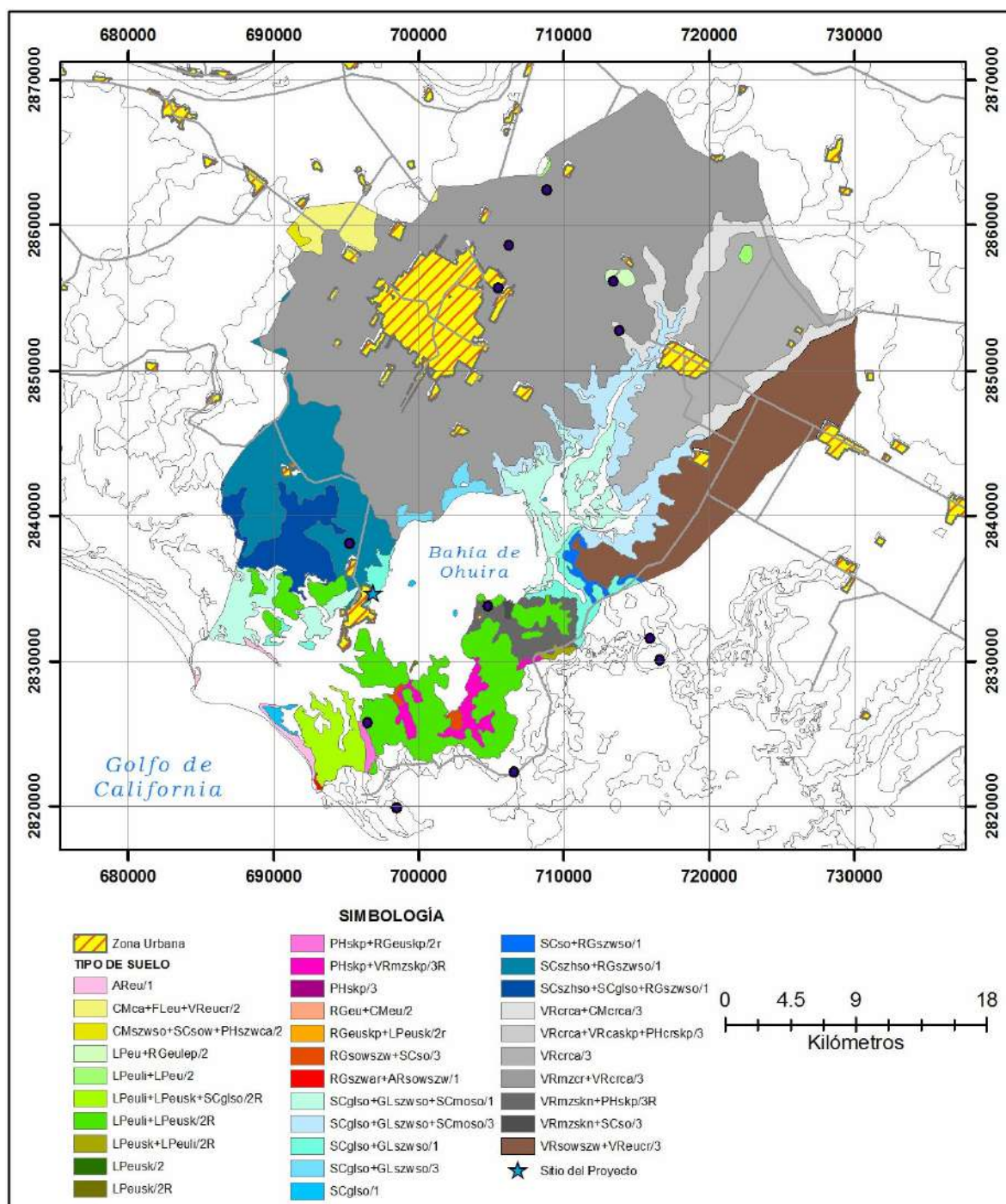


Figura IV.6.2. Distribución de los tipos de suelo en el SAR.

Algunos de los suelos, como los que se encuentran en el predio presentan como unidad secundaria suelos tipo Gleysol. Estos son suelos que se encuentran en zonas donde se acumula y estanca el agua la mayor parte del año dentro de los 50 cm de profundidad.

Son suelos de humedales, que a menos que sean drenados están saturados con agua freática por periodos suficientemente largos para desarrollar un característico patrón de color gléyco, hecho de colores rojizos, parduzcos o amarillentos en la cara de los agregados y/o en la capa o capas superficiales del suelo en combinación con colores grisáceos/azulados en el interior de agregados y/o más profundos en el suelo. Se localizan en áreas deprimidas y posiciones bajas del paisaje con agua freática somera.

Tabla IV.6.1. Superficie de los grupos de suelo dominantes en el SAR.			
Clave	Tipo de Suelo	Total (Ha)	Porcentaje
AR	Arenosoles	345.1	0.27
CM	Cambisoles	1,504.9	1.16
LP	Leptosoles	9,354.7	7.23
PH	Phaeozems	1,336.1	1.03
RG	Regosoles	464.0	0.36
SC	Solonchaks	21,339.1	16.49
VR	Vertisoles	71,793.4	55.48
H ₂ O	Cuerpo de Agua	18,966.7	14.66
Zur	Zona Urbana	4,296.2	3.32
Total		129,400.1	100.0

- **Arenosol (AR):** El nombre de estos suelos viene del latín arena, que significa de igual manera, arena. Los Arenosoles comprenden suelos arenosos, incluyendo tanto suelos desarrollados en arenas residuales después de la meteorización in-situ de sedimentos o rocas ricos en cuarzo, como suelos desarrollados en arenas recién depositadas tales como dunas en desiertos y tierras de playas.

Se desarrolla en ambientes desde árido hasta húmedo y perhúmedo, y desde extremadamente frío hasta extremadamente cálido; las geoformas varían desde dunas recientes, cordones de playa, y planicies a plateaus muy antiguos arenosos; la vegetación varía desde vegetación de desierto hasta dispersa (principalmente herbácea) hasta bosque ligero.

- **Cambisol (CM):** Su nombre proviene del italiano cambiare, que quiere decir cambiar. Los Cambisoles combinan suelos con formación de por lo menos un horizonte

subsuperficial incipiente. La transformación del material parental es evidente por la formación de estructura y decoloración principalmente parduzca, incremento en el porcentaje de arcilla, y/o remoción de carbonatos. Son suelos con por lo menos un principio de diferenciación de horizontes en el subsuelo evidentes por cambios en la estructura, color, contenido de arcilla o contenido de carbonato.

Los Cambisoles provienen de materiales de textura media a fina derivados de un amplio rango de rocas y se caracterizan por meteorización ligera a moderada del material parental y por ausencia de cantidades apreciables de arcilla aluvial, materia orgánica, compuestos de Al y/o Fe. Se presentan en terrenos llanos a montañosos en todos los climas y tienen amplio rango de tipo de vegetación.

- **Leptosol (LP):** Son suelos someros; del griego leptos, fino. Los Leptosoles son suelos muy someros sobre roca continua y suelos extremadamente gravillosos y/o pedregosos. Los Leptosoles son suelos azonales y particularmente comunes en regiones montañosas con ambiente: principalmente tierras en altitud media o alta con topografía fuertemente disectada.

Los Leptosoles se encuentran en todas las zonas climáticas (muchos de ellos en regiones secas cálidas o frías), en particular en áreas fuertemente erosionadas, tienen roca muy cerca de la superficie. Los Leptosoles en material calcáreo meteorizado pueden tener un horizonte mólico.

- **Phaeozem (PH):** Son suelos oscuros ricos en materia orgánica; del griego phaios, oscuro, y ruso zemlja, tierra. Los Phaeozems acomodan suelos de pastizales relativamente húmedos y regiones forestales en clima moderadamente continental.

Los Phaeozems son muy parecidos a Chernozems y Kastanozems pero están más intensamente lixiviados, consecuentemente, tienen horizonte superficial oscuro, rico en humus que, en comparación con Chernozems y Kastanozems, son menos ricos en bases. Los Phaeozems pueden o no tener carbonatos secundarios pero tienen alta saturación con bases en el metro superior del suelo. Proviene de materiales no consolidados, predominantemente básicos, eólicos (loess), till glaciario y otros.

- **Regosol (RG):** En la Llanura Costera del Pacífico los suelos Regosol están constituidos por depósitos litorales, originados en su mayoría por la acción del oleaje, que provoca la formación de largas y angostas barras paralelas; así como que estos suelos sean inestables y profundos. Sin embargo, su textura con elevado contenido de arena, determina que el drenaje interno sea excesivo y su productividad agropecuaria casi nula, excepto algunas áreas que manifiestan estabilidad del suelo, pero aún con limitaciones moderadas por la presencia de salinidad, que expresada en conductividad eléctrica varía de 8 a 12 $\mu\text{mhos/cm}$.

Son suelos débilmente desarrollados en material no consolidado y su denominación proviene; del griego rhegos, que significa manta. Los Regosoles forman un grupo remanente taxonómico que contiene todos los suelos que no pudieron acomodarse en alguno de los otros. En la práctica, los Regosoles son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte mólico o úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles). Los Regosoles están extendidos en tierras erosionadas, particularmente en áreas áridas y semiáridas y en terrenos montañosos.

También se presenta en todas las zonas climáticas y todas las alturas. Los Regosoles son particularmente comunes en áreas áridas (incluyendo el trópico seco) y en regiones montañosas. El desarrollo del perfil es mínimo como consecuencia de edad joven y/o lenta formación del suelo.

- **Solonchak (SC):** Los suelos de tipo Solonchack se localizan de forma dominante en las marismas y esteros de la Llanura Costera del Pacífico. Su propiedad más relevante es el elevado contenido de sales, con una conductividad eléctrica del extracto de saturación mayor de 16 $\mu\text{mhos/cm}$. Tienen un horizonte A ócrico de color pardo oscuro y un horizonte B cámbico de color pardo amarillento oscuro (en húmedo). Debido al medio anaeróbico en que se desarrollan (continuo exceso de agua), presentan hidromorfismo (Solonchak gléyico), manifestado por cierta reducción del hierro y la formación de un patrón de moteaduras o manchas al quedar en contacto con el aire. Además, poseen un porcentaje de saturación de sodio mayor de

15 (fase sódica). Algunos tienen en la superficie una capa arcillosa que sufre rupturas en forma de placas poligonales cuando está seca (Solonchak takyrico); estas características propician que en ellos crezca vegetación de manglar y halófitas, a la vez de inhabilitarlos para el desarrollo de actividades agrícolas. Los Solonchaks al ser suelos salinos, su denominación proviene del ruso sol, sal.

Predominan en regiones áridas y semiáridas, notablemente en áreas donde la napa freática ascendente alcanza el solum o donde hay algo de agua superficial presente, con vegetación de pastos y/o hierbas halófitas, y en áreas de riego con manejo inadecuado. Los Solonchaks en áreas costeras ocurren en todos los climas.

En áreas bajas con capa de agua somera, la acumulación de sales es mayor en la superficie del suelo, por lo que se pueden encontrar Solonchaks externos. Los Solonchaks donde el agua freática ascendente no alcanza el suelo superficial (o aún el solum) tienen la mayor acumulación de sales a cierta profundidad debajo de la superficie del suelo, se encuentran los Solonchaks internos.

Vertisol (VR): Suelos pesados arcillosos, que se mezclan; del latín *vertere*, dar vuelta. Los Vertisoles son suelos muy arcillosos, que se mezclan, con altas proporciones de arcillas expandibles. Estos suelos forman grietas anchas y profundas desde la superficie hacia abajo cuando se secan, lo que ocurre en la mayoría de los años. El nombre Vertisoles (del latín *vertere*, dar vuelta) se refiere al reciclado interno constante del material de suelo.

Proviene de sedimentos que contienen elevada proporción de arcillas expandibles, o arcillas expandibles producidas por neoformación a partir de meteorización de rocas, se presenta en depresiones y áreas llanas a onduladas, principalmente en climas tropicales, subtropicales, semiárido a subhúmedo y húmedo con una alternancia clara de estación seca y húmeda. La vegetación clímax es sabana, pastizal natural y/o bosque.

IV.7. Hidrología Superficial.

IV.7.1. Hidrografía y Cuencas.

El SAR propuesto y el puerto de Topolobampo se ubican dentro de la Cuenca Bahía Lechuguilla-Ohuira-Navachiiste de la Región Hidrológica 10 (Sinaloa). Dicha cuenca está formada por tres subcuencas de diferentes extensiones (B. Santa María con 332 km², B. Topolobampo con 1,817 km² y B. de Ohuira con 2.469 km²) cuyos nombres provienen de los cuerpos de agua principales que conforman el hidrosistema, junto con los grupos de corrientes localizadas en la planicie costera.

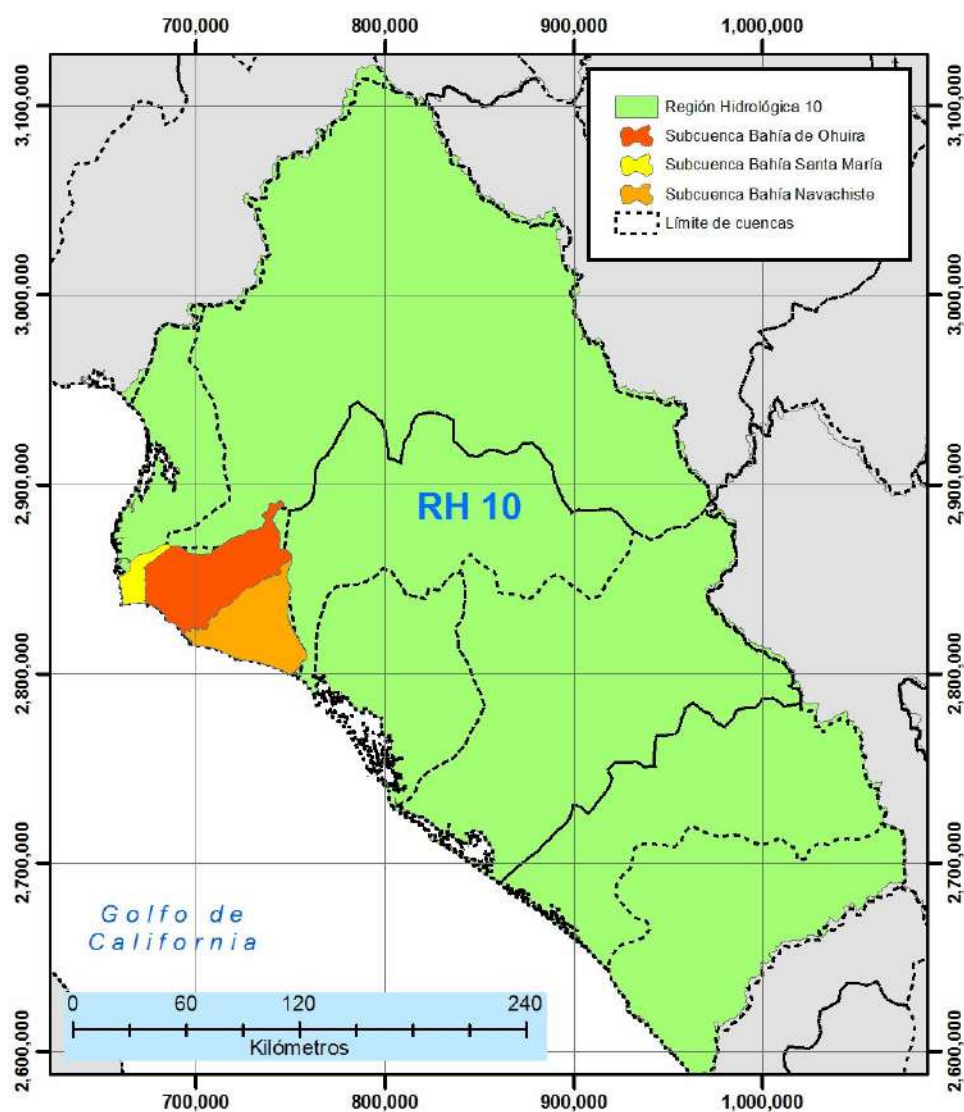


Figura IV.7.1. Ubicación de la cuenca de estudio en la Región Hidrológica 10.

Tabla IV.7.1. Superficie estatal de Sinaloa en la RH10 y cuenca hidrológica.		
Clave	Nombre	% del Estado
A	R. Piaxtla-R. Elota-R. Quelite	13.09
B	R. San Lorenzo	7.24
C	R. Culiacán	15.85
D	R. Mocorito	12.33
E	R. Sinaloa	15.24
F	Bahía de Lechuguilla-Ohuira-Navachiste	7.06
G	R. Fuerte	11.29
H	Estero Bacorehuis	3.39

Tabla IV.7.2. Superficie municipal en la cuenca Bahía Lechuguilla-Ohuira Navachiste.		
Clave	Nombre	% del Municipio
a	B. Navachiste	3.66
b	B. Ohuira	37.42
c	B. Lechuguilla	5.75

IV.7.2. Red Hidrológica del SAR.

La parte baja del SAR corresponde a la Llanura Costera del Pacífico, se caracteriza por la asociación de topoformas de llanuras con ciénegas, zonas salinas, con dunas, playas y barras de arena y lagunas costeras, las que en conjunto constituyen un sistema lagunar donde las más importantes son Topolobampo y Ohuira.

El Sistema Ambiental Regional presenta diversos elementos relacionados con el escurrimiento del agua superficial, las características topográficas, las propiedades del suelo y de la roca y los tipos de cobertura y uso del suelo determinan las características de la red hidrológica superficial y del escurrimiento sobre la superficie.

Existen numerosos drenes que transportan aguas de desecho agrícola y algunos de ellos desembocan en las bahías del complejo lagunar de Topolobampo (Sistema Topolobampo-Ohuira-Santa María), además de tres drenes de aguas negras y desechos industriales, procedentes dos de ellos de la Ciudad de Los Mochis (Dren Juárez y Dren Mochis) y el otro de la Ciudad de Juan José Ríos (Dren Batequis). Durante la estación de

verano se presenta un marcado periodo de lluvias, por lo que drenes y canales aumentan considerablemente su descarga de agua dulce procedentes de la sierra y los valles. Los poblados de Topolobampo, Campo Pesquero Paredones y Campo Pesquero Lázaro Cárdenas también son aportes menores de aguas negras, que desembocan en el Complejo Lagunar de Topolobampo-Ohuira (Gutiérrez-Barreras, 1999).

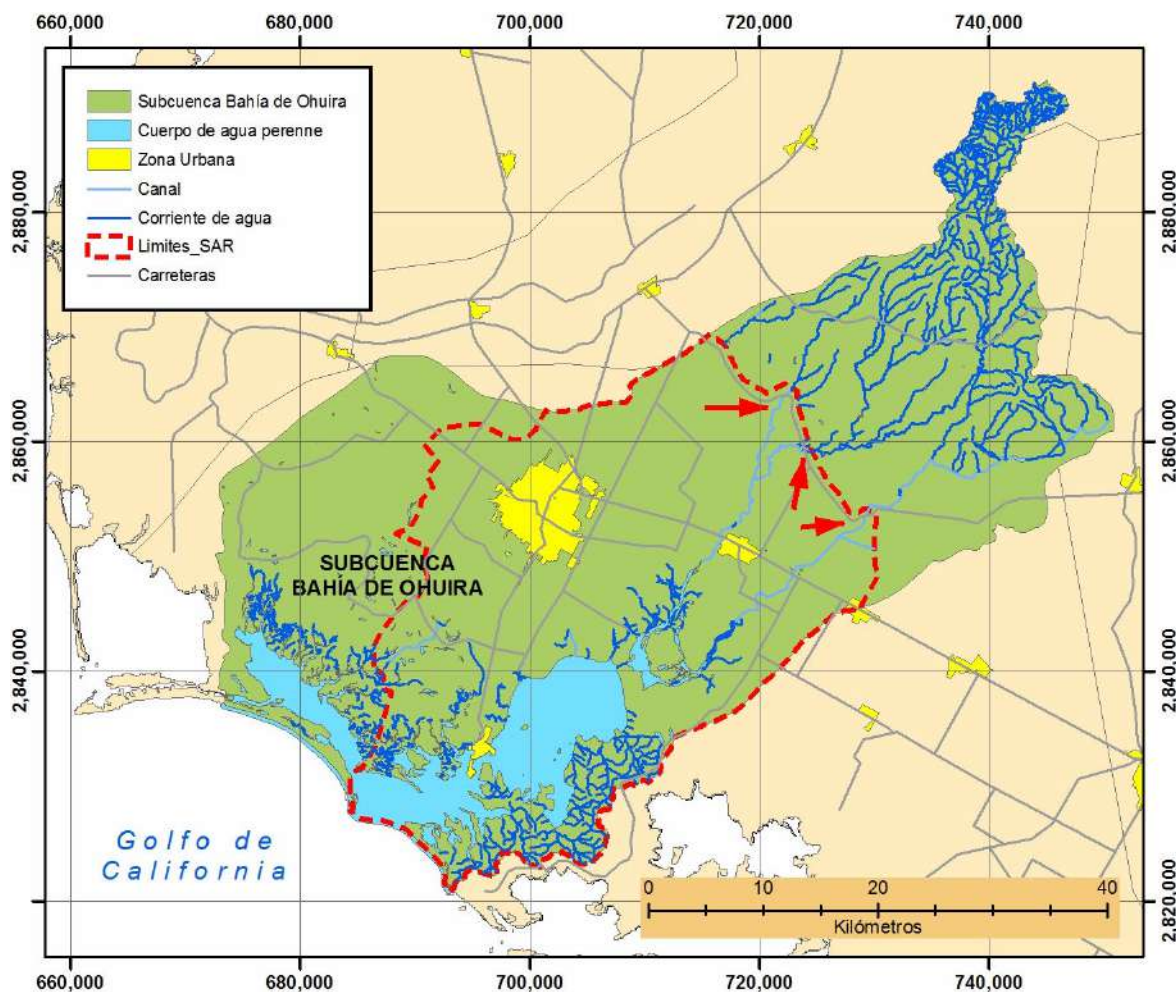


Figura IV.7.2. SAR y red Hidrológica de la Subcuenca B. de Ohuira.

El parteaguas de la Subcuenca Bahía de Ohuira define dieciséis microcuencas cerradas (figura IV.7.3), con los predios del proyecto en parte de la microcuenca (e). Sus escurrimientos superficiales intermitentes y perennes desembocan directamente a la Bahía de Ohuira, que a su vez, desemboca en el Golfo de California, en el Océano Pacífico.

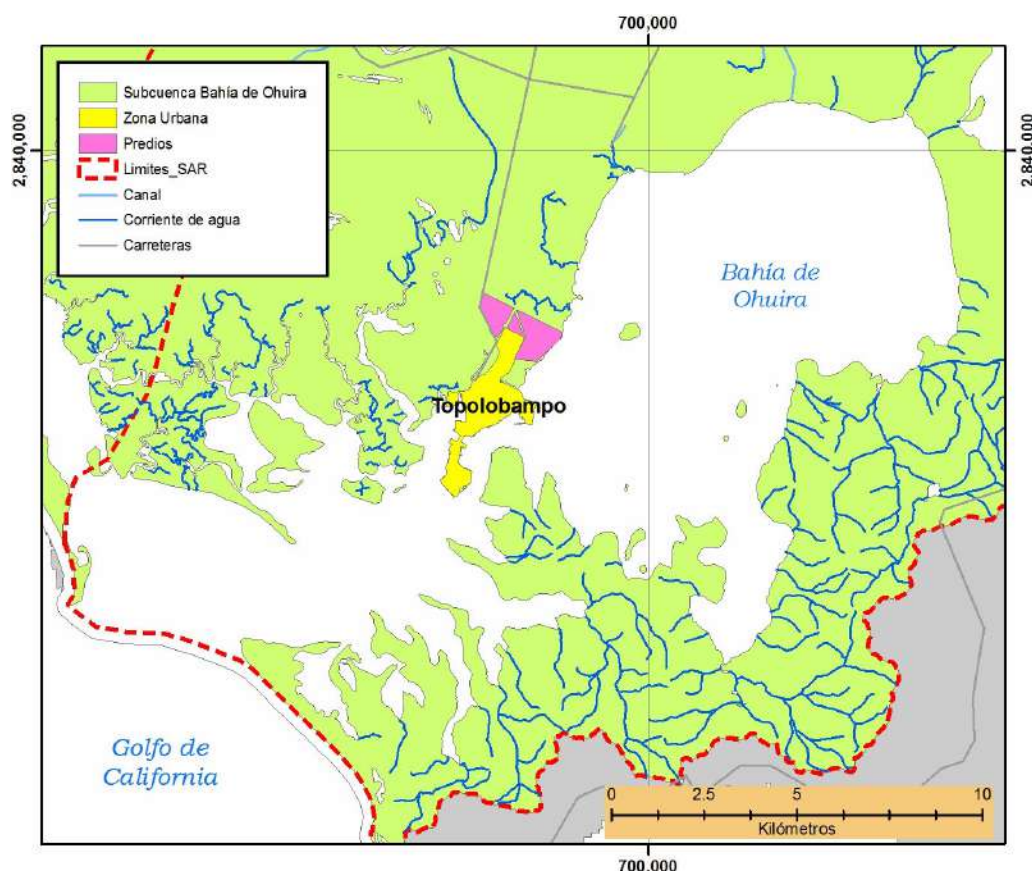


Figura IV.7.3. Corrientes de agua alrededor del predio y la Bahía de Ohuira.

IV.7.3. Coeficientes de Esguerrimiento.

Los aportes superficiales al sitio de estudio son escasos. Los esguerrimientos que en un principio presentan pendientes fuertes en las partes altas de las elevaciones al noreste del sitio de estudio, provenientes principalmente de los cerros El Frentón, Mochobampo y la Choya se van suavizando en la llanura costera para luego distribuirse por canales en la zona agrícola. El sistema lagunar no tiene ningún aporte continuo de agua dulce, solo existen algunos arroyos que transportan esguerrimientos durante los meses de mayor precipitación pluvial y hacen descender la salinidad del cuerpo de agua. Los pocos esguerrimientos que llegan al sitio son en su mayoría de régimen intermitente y corren perpendiculares a la línea de costa. Además del uso en la agricultura, el aprovechamiento del recurso hidráulico superficial es doméstico y para las actividades acuícolas. La figura IV.7.4 presenta los gradientes de esguerrimiento en el SAR.

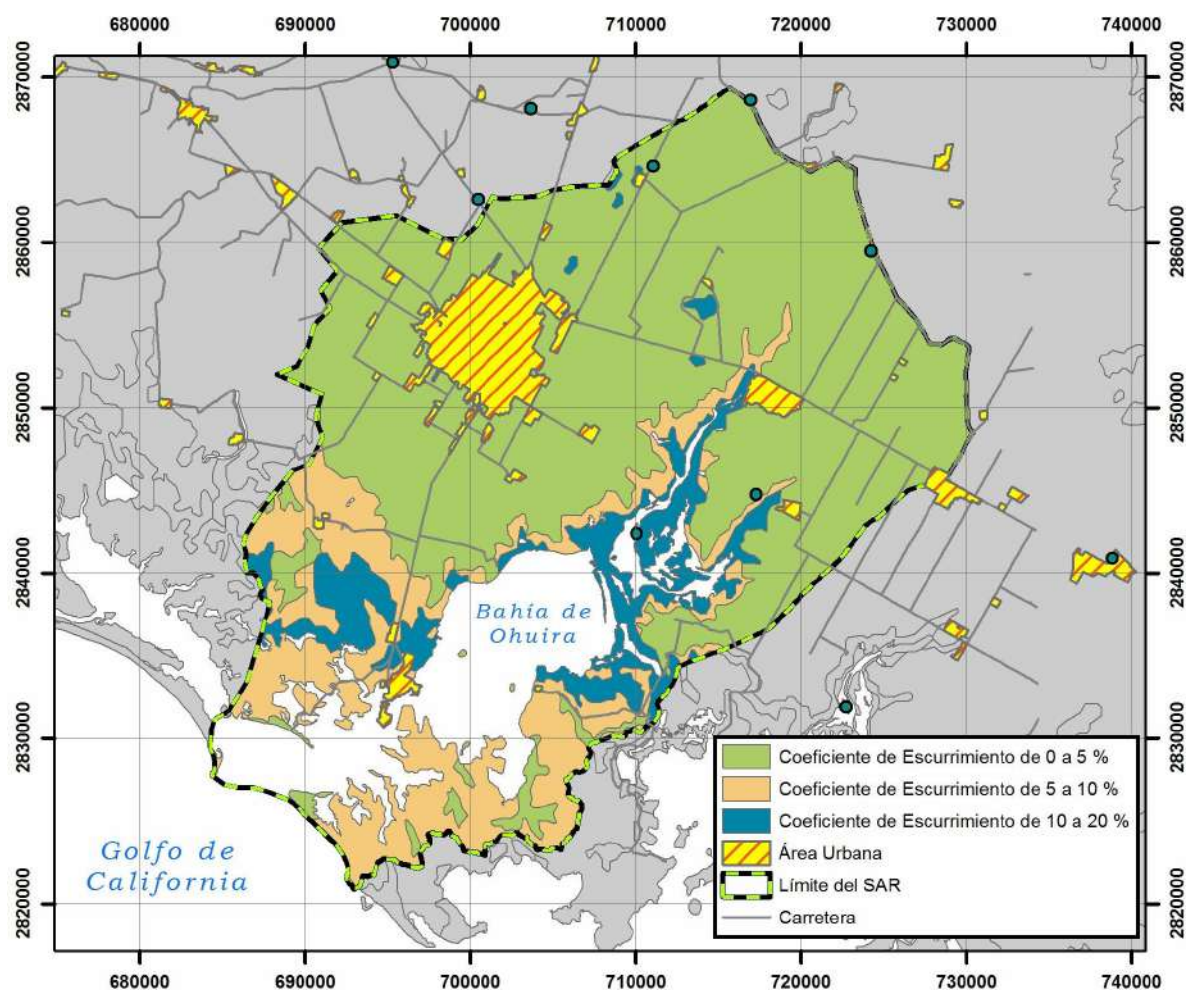


Figura IV.7.4. Coeficiente de escurrimiento en el SAR.

Con respecto a las unidades de escurrimiento, estas son áreas en las que el escurrimiento tiende a ser uniforme debido principalmente, a sus características de permeabilidad, cubierta vegetal y precipitación media. Como resultado del análisis de estos factores, se obtiene un coeficiente de escurrimiento que representa el porcentaje de agua precipitada que drena o se acumula superficialmente. En el SAR se presentan tres rangos de escurrimiento, del 10 a 20%, que ocurre en terrenos bajos inundables y alrededor del largo estero que desemboca a la Bahía de Ohuira, del 5 al 10% es una franja de terreno rodea a las bahías de Topolobampo y Ohuira donde se localizan algunas sierras bajas; y del 0 al 5% en las zonas agrícolas que son la mayor parte del SAR.

Con respecto a la permeabilidad los suelos de origen lacustre y palustre se consideran de permeabilidad baja como sucede en algunas porciones del área de estudio, donde así mismo encontramos suelos arenosos muy sueltos con una permeabilidad alta.

IV.8. Hidrología Subterránea.

Esta sección trata sobre las características geohidrológicas del Sistema Ambiental Regional. El SAR se localiza sobre el acuífero Río Fuerte en la unidad hidrogeológica Río Fuerte, que ocupa la porción norte del Estado de Sinaloa. Este acuífero incluye la zona de mayor explotación la planicie costera y posee una superficie estimada en aproximadamente 856.5 km². El acuífero colinda al norte y este con rocas ígneas extrusivas e intrusivas, sedimentarias y metamórficas de la Sierra Madre Occidental, que actúan como fronteras laterales y de fondo, mientras que al sur limita con la Bahía de Ohuira y al oeste con la Laguna de Agiabampo y el Golfo de California (CNA, 2000).

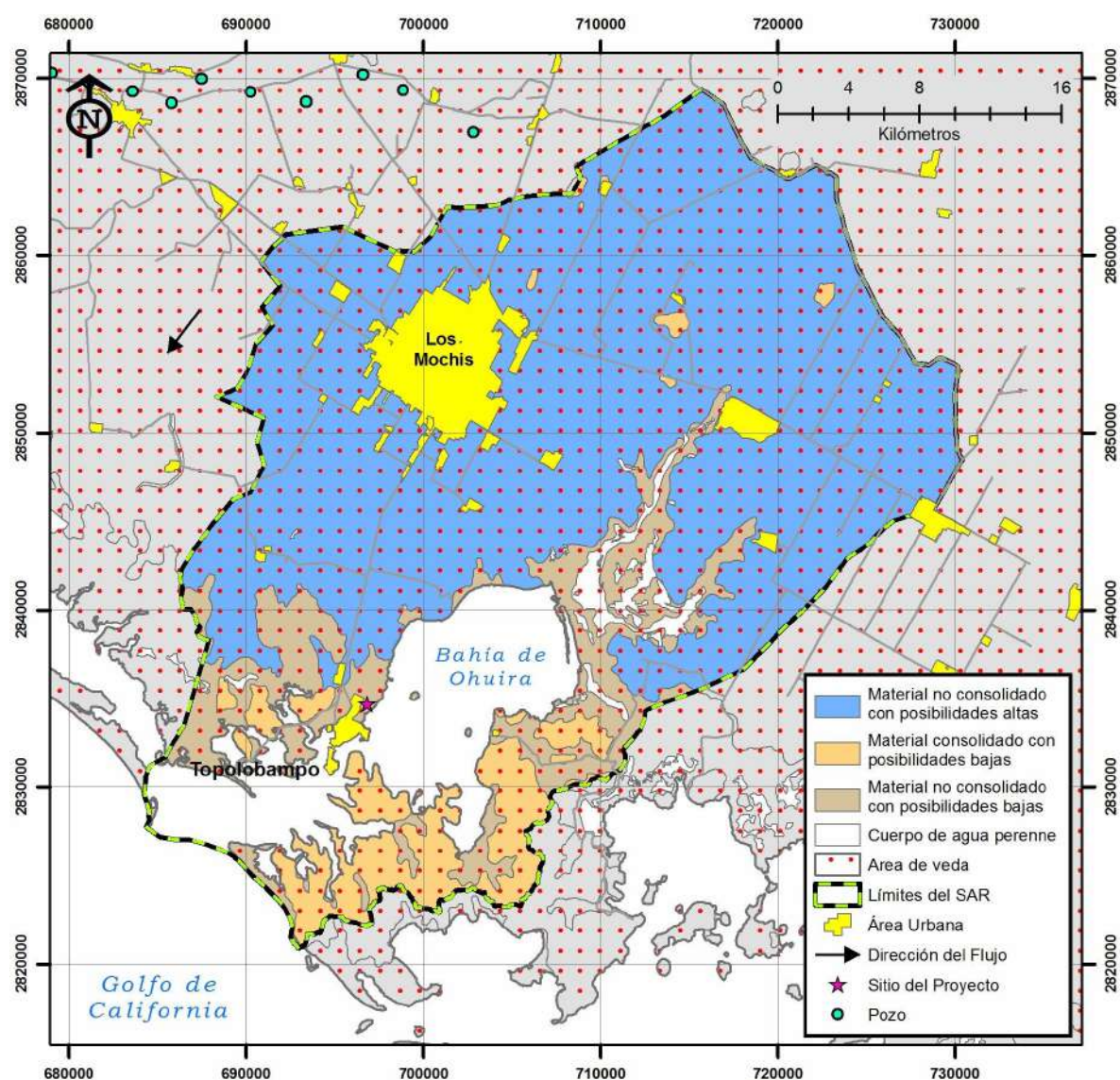


Figura IV.8.1. Sistema Ambiental Regional y aguas subterráneas.

De acuerdo con las condiciones geohidrológicas existentes dentro de la zona, se considera al Río Fuerte como un acuífero libre que se localiza dentro de una cuenca hidrológica abierta, donde se puede apreciar que la circulación del agua en el subsuelo tiene lugar de la sierra madre occidental, que comprende la zona de recarga, hacia el Golfo de California, con una dirección principal perpendicular a la línea de costa.

La profundidad de los niveles estáticos varía entre 2 y 10 metros, encontrándose los niveles menos profundos en las proximidades del cauce del Río y en la planicie costera. El flujo subterráneo sigue dos direcciones predominantes; una de norte a sur en la parte alta de valle, y la otra de Este a Oeste en la zona de planicie, disminuyendo gradualmente hacia la línea de costa y el cauce del Río Fuerte, donde aflora en forma de escurrimiento superficial. La recarga anual se calculó en $85 \text{ mm}^3/\text{año}$, de los cuales $60 \text{ mm}^3/\text{año}$ se descargan a través del Río Fuerte y los $25 \text{ mm}^3/\text{año}$ restantes, fluyen subterráneamente hacia el Golfo de California.

La recarga del acuífero es esencialmente por infiltración del cauce del río y arroyos, por la red de canales hidroagrícolas y los retornos de riego, así como el flujo horizontal subterráneo; mientras que la descarga ocurre por flujo horizontal subterráneo hacia aguas abajo de la zona en estudio, mediante extracción por bombeo, por evapotranspiración en las zonas en que los niveles del agua se mueven a profundidades menores a 5 m, y como dren del acuífero Río Fuerte, el cual se considera con un régimen permanente. Otra fuente de recarga, lo constituye la infiltración producida por las presas Miguel Hidalgo y Josefa Ortiz de Domínguez. En cuanto a las descargas, estas se realizan a través del flujo subterráneo que escapa hacia el mar, así como el caudal base que el almacenamiento subterráneo aporta al Río Fuerte en la parte baja del valle y la evapotranspiración de aguas freáticas en las áreas próximas a esa corriente. Los mecanismos de la recarga y descarga del acuífero están controlados principalmente por el funcionamiento del Río Fuerte, el cual, drena al acuífero a lo largo del trayecto desde la estación hidrométrica Las Cañas hasta la desembocadura (CNA, 2002).

En particular, las características geohidrológicas el predio corresponden a material no consolidado con posibilidades bajas. Esto se debe a la permeabilidad de los suelos de origen sedimentario aluviales en llanuras de inundación principalmente con depósitos limo-arenosos.

IV.9. Características Oceanográficas del SAR.

IV.9.1. Litoral.

La Bahía de Ohuira es una laguna costera que abarca una superficie de aproximadamente 125 km² y que se comunica a la Bahía de Topolobampo a través de una boca de 700 m de amplitud. Es un cuerpo somero con algunas zonas de su litoral vegetación de manglar, el cual ha ido disminuyendo su cobertura por impactos antropogénicos. La bahía se caracteriza por presentar vanas ensenadas y puntas que se originan por elevaciones montañosas de la Sierra de Navachiste, en el lado sur de la laguna (Phleger y Ayala-Castañares, 1969).

En el frente marino del proyecto el litoral presenta una zona intermareal ancha, con un sustrato lodoso, que queda expuesto durante varias horas durante la marea baja (figuras IV.9.1 a IV.9.3). Enseguida se encuentra una franja de vegetación que incluye mangle y vegetación de dunas. Atrás de la franja de vegetación se extiende una gran superficie de terrenos inundables que a lo largo del año tiene prolongados periodos de desecación y en la época de lluvias se encuentra cubierta de agua por varios días.



Figura IV.9.1. Panorámica de la zona intermareal (centro, derecha) frente al predio.



Figura IV.9.2. El límite de las mareas en estiaje y vegetación de dunas.



Figura IV.9.3. La zona intermareal consiste en una franja lodosa con algas verdes.

IV.9.2. Batimetría General del Sistema.

La batimetría de las bahías de Topolobampo y Ohuira es un tanto irregular, predominando los bajos desde 0.5 hasta profundidades de 32 m en la zona del canal de navegación (Nuñez, 1991). Según Muhech (1990), la mayor parte de la bahía presenta sustratos arenosos en la zona de influencia del canal de navegación y limosos en la ensenada Las Copas y en el Estero El Verde, y solo se encuentran gravas en el estrecho que comunica Ohuira con Topolobampo hasta punta Pimán dentro de la Bahía de Topolobampo. Menciona además que la zona se cataloga como una unidad de deltas desarrollada por los ríos Fuerte y Sinaloa que rodean con material detrítico del Reciente a prominencias que rodeaban antiguas islas.

La comunicación de la Bahía de Topolobampo con el Golfo de California tiene una longitud de 3 km aproximadamente (Olivares, 1969) en donde se inicia hacia el interior un canal de navegación, utilizado por barcos de gran calado para entrar al puerto.

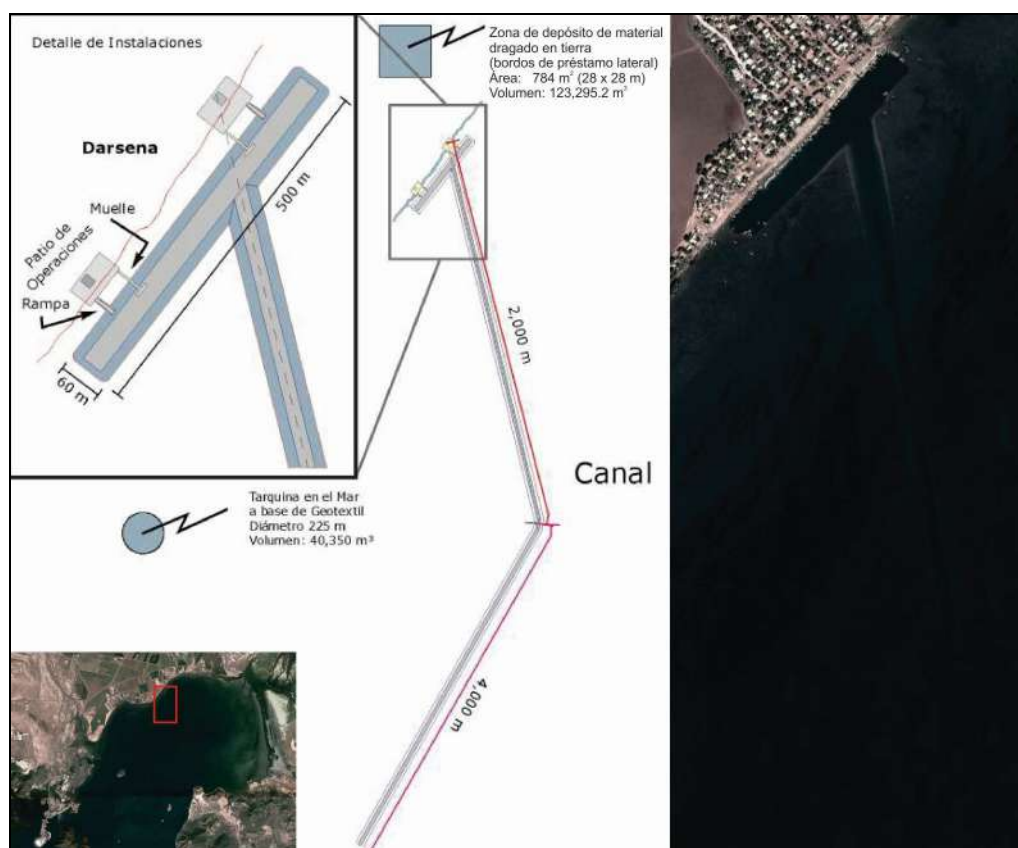


Figura IV.9.4. Obras de dragado realizadas en la laguna en 2005-2006.

IV.9.3. Oleaje.

El oleaje es un fenómeno producido por el viento al actuar sobre la superficie del mar. En términos generales es posible distinguir dos tipos de oleaje: local y distante. El oleaje local es aquel que se produce en la zona por vientos actuantes en el lugar y que presentan, por estar dentro de la misma zona de generación, un aspecto irregular y caótico, en cuanto a sus características fundamentales como son: el período y la amplitud.

En cambio, el oleaje distante, también llamado mar de fondo, es aquel que se produce en una zona lejana y que su misma celeridad lo desplaza con una dirección determinada, en una forma regular, con períodos bien definidos y crestas y valles redondeados. Dentro del caso del oleaje distante, se puede considerar el oleaje ciclónico, es decir, el que se produce por el efecto de un ciclón que pasa frente al sitio en estudio.

El oleaje incidente enfrente a la bahía de Topolobampo es de los dos tipos: el formado por olas largas oceánicas proviene del SW, con periodos de 15 a 20 segundos y longitud de 350 a 620 m que incide sobre la isla Copas con ángulos pequeños; y el oleaje del WNW formado por olas irregulares de características variables y periodos cortos (de 3 a 5 segundos) que se forman en el Golfo de California (Olivares-Beltrán, 1969).

La dinámica hidrológica de la zona está determinada por el efecto del viento y la marea en la mayor parte del sistema, con mayor importancia de ésta última en el Canal de San Carlos (frente al muelle de PEMEX) (Obeso et al., 1995; Escobedo-Urías, 1997).

IV.9.4. Mareas.

Los datos obtenidos en la Bahía de Topolobampo por el Instituto de Geofísica de la Universidad Nacional Autónoma de México por medio del mareógrafo instalado en el Muelle Municipal (25° 35.2' N y 109° 3.4' W), señalan que el tipo de mareas son mixtas semidiurno. Este tipo de mareas se caracteriza por la existencia de dos pleamares y dos bajamares cada día, una mayor que la otra. Las mareas en este sistema tienen una amplitud media de hasta 1.138 metros, con una pleamar máxima registrada de 1.759 m respecto al nivel de bajamar media inferior. Las características de las mareas se presentan en la tabla IV.9.1.

Tabla IV.9.1. Características de la marea en la Bahía de Topolobampo.		
Nivel del Mar (Respecto al Nivel de Bajamar Media Inferior)	Valor Registrado	
	Instituto de Geofísica (m)	Secretaría de Marina (m) *
Pleamar Máxima Registrada	1.759	1.900
Nivel de Pleamar Media Superior	1.138	1.142
Nivel de Pleamar Media	1.031	1.023
Nivel Medio del Mar	0.61	0.604
Nivel de Media Marea	0.614	-
Nivel de Bajamar Media	0.198	0.208
Nivel de Bajamar Media Inferior	0.000	0.000
Bajamar Mínima Registrada	-0.618	-0.560 m
Tipo de Marea	Mixta Semidiurna	
Fuente: Instituto de Geofísica, 2013; Semar, 2013.		
* La pleamar máxima y bajamar mínima registradas obedecen al período de observaciones correspondientes a los años 2002 - 2008.		

IV.9.5. Surgencias.

En la zona marina frente a la zona de estudio ocurren surgencias entre el final del invierno y la primavera. Las surgencias son un fenómeno por el que las aguas costeras profundas, ricas en nutrientes ascienden a la superficie por efecto del viento (De La Lanza, 1999). El aumento del contenido de nutrientes provoca un aumento en la biomasa del fitoplancton, lo cual atrae otros organismos. Esto hace que estas aguas sean ricas en especies de interés pesquero. En ocasiones es difícil distinguir entre el enriquecimiento del agua debido a las surgencias y la contaminación desde las zonas continentales.

IV.9.6. Corrientes.

La zona de estudio está influenciada por la Corriente de California y por la Contracorriente Norecuatorial del Pacífico, lo que ocasiona que a lo largo del año se presenten amplias variaciones en las condiciones hidrológicas de la bahía.

Durante el invierno, predominan los vientos del oeste y noroeste y durante el verano principalmente los vientos del suroeste. El cambio en la predominancia de los vientos durante las distintas épocas del año ocasiona que la corriente litoral cambie de dirección, en el invierno se dirige hacia el sur y en el verano hacia el norte. Normalmente la velocidad de la corriente litoral varía de 0.05 a 0.9 m/s durante el año, incrementándose en la época de tormentas (Poli, 1983)

IV.9.7. Islas.

En total, en el SAR se localizan 7 islas: 6 en la Bahía de Ohuira (Patos, Bledos, Bleditos, Tunosa, Mazocahui I y Mazocahui II) y 1 en Topolobampo (Isla Baviri o Maviri).

Las islas de la Bahía de Ohuira y Topolobampo están formadas por Andesita-Brecha volcánica intermedia de color claro, alteradas y deformadas, o por depósitos de origen lacustre.

IV.10. Calidad del Agua en la Bahía de Ohuira.

La calidad del agua en el sistema Topolobampo-Ohuira-Santa María ha sido estudiada con anterioridad y la información existente indica que la calidad del ambiente se ha reducido por diversas causas, aunque la productividad pesquera se ha mantenido.

Los primeros estudios fueron realizados por la S.R.H. (1971), quienes evaluaron la influencia de los pesticidas sobre las condiciones ecológicas de la Bahía de Topolobampo y datos climatológicos de Ohuira, sin referirse a la laguna de Santa María. En 1973 realizaron otro estudio en el que se pretendió determinar las condiciones ecológicas de Bahía de Topolobampo. Durante 1975 la misma dependencia realizó un trabajo sobre aspectos físicos, químicos, bacteriológicos, medición de canales y ruta de pesticidas en la zona, pero obteniendo datos en un solo muestreo y pocos puntos en el área.

El primer trabajo sistemático sobre calidad bacteriológica fue realizado por Hernández et al., (1992, 1995) durante el periodo 90-91 en el que se determinó un mayor impacto causado por las descargas antropogénicas en las lagunas de Santa María y Ohuira. Muhech y Orozco (1994) analizaron la concentración de coliformes totales y fecales en sedimentos del sistema lagunar y su relación con la distribución granulométrica y Carbono orgánico.

En un estudio efectuado por Hernández y Escobedo (1996) se analizó la calidad del agua del sistema lagunar en el periodo 1987-1995, en el que observó un decremento en la calidad por influencia antropogénica.

Con el propósito de determinar el estado trófico del sistema lagunar y las condiciones que están influenciando la dinámica del fitoplancton en este sistema, Ayala Rodríguez (2008) realizó muestreos mensuales de variables físico-químicas y fitoplancton durante noviembre de 2004 a febrero de 2006. Los resultados de ese estudio revelaron diferentes respuestas para cada laguna, donde el estado trófico y los grupos fitoplanctónicos aparentemente estuvieron determinados por las características hidrodinámicas de cada laguna. El sistema en general presentó una limitación permanente por nitrógeno, lo que favoreció la dominancia del nanofitoplancton. La laguna Santa María mostró los valores más altos de eutrofización, seguido de Ohuira y Topolobampo.

Tabla IV.10.1. Valores de calidad del agua registrados para la Bahía de Ohuira, 2008.			
Variable	Min	Max	Prom
Temperatura (°C)	18.50	33.20	26.23
Salinidad (ups)	30.00	38.70	34.18
pH	7.94	8.86	8.23
Oxígeno (mg·l ⁻¹)	7.05	14.31	8.30
Sat OD	81.37	236.53	127.41
SST (mg·l ⁻¹)	18.02	240.00	82.54
MOP (mg·l ⁻¹)	5.74	42.80	15.08
NID (μM)	0.41	10.59	2.78
NO ₃ (μM)	0.03	8.57	1.08
NO ₂ (μM)	0.01	2.55	0.39
NH ₄ (μM)	0.04	4.36	1.51
PO ₄ (μM)	0.19	2.81	1.04
SiO ₃ (μM)	2.30	129.30	45.17
TRIX	5.04	6.95	6.13
Si:N	1.75	96.39	22.17
N:P	0.07	14.87	3.09
Cl a (mg·m ⁻³)	1.74	47.01	10.78
Fuente: Ayala Rodríguez, 2008.			

La bahía de Ohuira registró un estado trófico más bajo, pero los altos tiempos de residencia del agua aparentemente favorecen el desarrollo de un mayor número de cianobacterias y dinoflagelados (Ayala Rodríguez, 2008). En esta laguna se describió como notable la participación de cianobacterias que pueden fijar nitrógeno, lo que resulta ventajoso en ambientes limitados por nitrógeno al ser este grupo más competitivo que el resto de la comunidad. Se observó un menor grado de afectación en la laguna Topolobampo, la cual presenta los menores tiempos de residencia del agua y el menor grado de eutrofización, lo que refleja una menor relación con las actividades antropogénicas y una mayor respuesta a la dinámica regional estacional (Ayala Rodríguez, 2008).

En un muestreos realizados en 2010 y 2011 en una estación ubicada a 109° 02' 58" O y 25° 36' 42"N, a un lado del canal de entrada de la termoeléctrica, Díaz Gaxiola (2012) reporta que la temperatura mínima medida fue de 17.8°C en enero de 2011 y la máxima fue de 29.9°C en agosto de 2010 con una media de 24.17°C con una DE ± 4.12. El registro más bajo de salinidad fue de 28‰ durante diciembre de 2010 y el más alto fue de

40‰ en junio de 2010 y febrero de 2011 con una media de 35.61‰ y DE $\pm$ 3.45. El valor de oxígeno disuelto más bajo se obtuvo en septiembre de 2010 con 1.31 mg/l y el más alto fue de 7.05 mg/l registrado en marzo de 2010 con media de 3.91 y DE $\pm$ 1.79.

Entre los factores que pueden causar degradación en la calidad del agua se encuentran la gran cantidad de descargas de aguas residuales incorporadas a la zona costera, entre las que destaca las de origen agrícola, ya que la agricultura se realiza en más de 200,000 ha en la zona continental adyacente, y que vierte sus aguas residuales sin tratamiento previo.

Otras descargas también influyen en la calidad del agua del sitio, como lo son las de origen municipal y los aportes de la termoeléctrica y el muelle de PEMEX.

Como complemento a la información existente acerca de la calidad del agua en el sistema lagunar, se realizaron dos muestreos de prospección: el primero en el mes de junio de 2013 y el segundo en el mes de septiembre del mismo año. Esta información se ha utilizado para:

- Identificar si los impactos que ya hay en la zona, atribuibles a las actividades existentes en la región, han aumentado hasta crear problemas evidentes de eutrofización, como son variaciones extremas del oxígeno disuelto.
- Obtener información del sistema como distancia y tiempo de recorrido para posteriormente establecer una red de monitoreo, cuando sea necesario establecer la línea base de calidad del agua.

IV.10.2. Muestreo de Prospección.

A continuación se presentan los métodos utilizados para obtener la información del medio físico y químico. Para este estudio se realizaron mediciones de parámetros fisicoquímicos en 12 estaciones distribuidas en las Bahías de Ohuira y Topolobampo, Sinaloa (figura IV.10.1 y tabla IV.10.2).

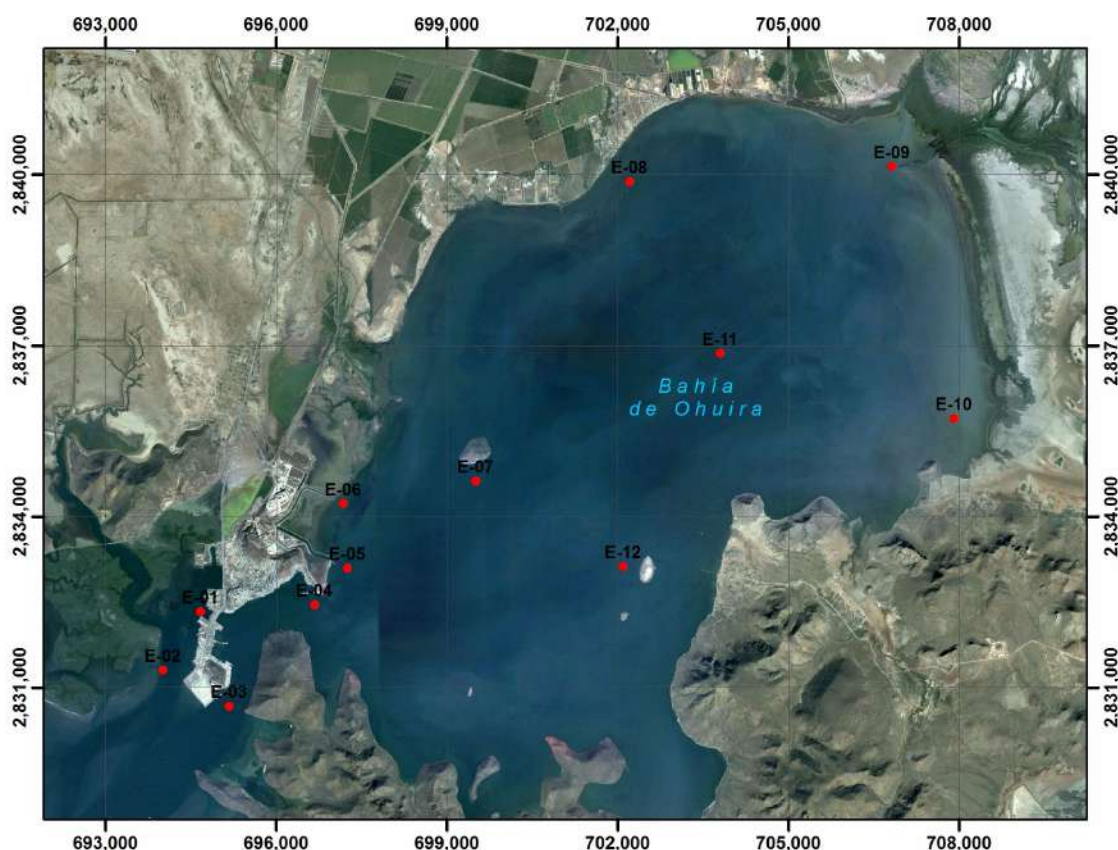


Figura IV.10.1. Ubicación de las estaciones de muestreo en la Bahía de Ohuira.

Tabla IV.10.2. Ubicación de las estaciones de muestreo en la Bahía de Ohuira.			
Clave	Coordenadas UTM		Nombre/Referencia
	X	Y	
E-01	694,667	2,832,323	Puerto de Topolobampo
E-02	694,008	2,831,298	Acceso al puerto de Topolobampo
E-03	695,171	2,830,666	Boca de Comunicación Topolobampo-Ohuira
E-04	696,675	2,832,448	Muelle de PEMEX
E-05	697,250	2,833,087	Canal CFE-1
E-06	697,171	2,834,220	Canal CFE-2
E-07	699,689	2,835,527	Isla de los Patos
E-08	702,204	2,839,868	Paredones
E-09	706,816	2,840,133	La Chorreadura “Arroyo” (descarga de canales de riego)
E-10	707,901	2,835,715	Ensenada de la Virgen o Gipón
E-11	703,794	2,836,856	Centro de Bahía de Ohuira
E-12	702,092	2,833,117	Isla Bledos

En cada estación el muestreo se realizó en dos profundidades diferentes (superficie y fondo), excepto donde la profundidad era menor a 1 m, en cuyo caso el muestreo se realizó a media agua. Las características del muestreo se presentan en la tabla IV.10.3.

Tabla IV.10.3. Programa de muestreo para la caracterización ambiental.							
Parámetros Físicoquímicos	Número de estaciones	Días	Muestras				Observaciones
			D		N *		
			S	F	S	F	
Profundidad (m)	12	1	1	-	1	-	Sondaleza (m. tomadas <i>in situ</i>)
Transparencia (m)	12	1	1	-	-	-	Disco Secchi (m. tomadas <i>in situ</i>)
Temperatura del agua (°C)	12	1	1	1	1	1	Termómetro de cubeta <i>In situ</i>
Salinidad (‰)	12	1	1	1	1	1	Refractómetro <i>in situ</i>
PH	12	1	1	1	1	1	Potenciómetro (<i>in situ</i>)
Oxígeno Disuelto	12	1	1	1	1	1	Oxímetro (<i>in situ</i>)
Grasas y Aceites	12	1	1	-	-	-	Presencia/Ausencia (<i>in situ</i>)
S = Superficie; I = Intermedia; F = Fondo.							
* El muestreo de septiembre fue únicamente diurno.							

Los análisis realizados en los muestreos de prospección fueron hechos *in situ*, por lo que no se obtuvieron muestras de agua para enviar al laboratorio ni se requirieron métodos de preservación. El tiempo de recorrido entre las 12 estaciones fue de aproximadamente 4 horas. Dicho tiempo deberá considerarse para la logística de muestreo cuando se requieran analizar parámetros con límites de tiempo máximo antes procesamiento de las muestras, ya que por la distancia del sistema a las vías de transporte aéreas y los laboratorios, se corre el riesgo de que estas caduquen.



Figura IV.10.2. Estación 01, frente al puerto de Topolobampo.



Figura IV.10.3. Estación 02, en la boca de acceso al puerto de Topolobampo



Figura IV.10.4. Estación 03, en el canal de acceso a la Bahía de Ohuira.



Figura IV.10.5. Estación 04, frente al muelle de PEMEX.



Figura IV.10.6. Estación 05, Frente al canal de CFE.



Figura IV.10.7. Estación 06, Frente al canal de salida de CFE.



Figura IV.10.8. Estación 08, al sur de la Isla Los Patos.



Figura IV.10.9. Estación 09, frente al atracadero de Paredones.



Figura IV.10.10. Estación 09, La Chorreadura (descarga de canales de riego).



Figura IV.10.11. Estación 12, frente a la Isla Bledos.

IV.10.3. Resultados del Muestreo.

A continuación se presentan los resultados de los muestreos de agua realizados en las Bahías de Ohuira y Topolobampo, correspondientes a junio y septiembre del 2013. A partir de estos resultados es posible caracterizar las condiciones predominantes en este cuerpo de agua en los días en que se realizaron las campañas de medición.

IV.10.3.1. Profundidad. La Bahía de Ohuira es un cuerpo somero en su mayor parte, salvo por un canal frente a la entrada que alcanza una profundidad alrededor de 12 m. La profundidad en las 12 estaciones de muestreo se presenta en la tabla IV.10.4.

Tabla IV.10.4. Profundidad en la Bahía de Ohuira, Sinaloa.		
Estación		Profundidad (m)
01	Puerto de Topolobampo	5.25
02	Acceso al puerto de Topolobampo	4.00
03	Boca de Comunicación Topolobampo-Ohuira	31.00
04	Muelle de PEMEX	12.50
05	Canal CFE-1	2.80
06	Canal CFE-2	0.75
07	Isla de los Patos	2.55
08	Paredones	0.85
09	La Chorreadura "Arroyo"	0.60
10	Ensenada de la Virgen o Gipón	0.95
11	Centro de Bahía de Ohuira	5.80
12	Isla Bledos	3.00

Las zonas de menor profundidad se encontraron cerca de las márgenes de la laguna y en la porción norte, donde existen áreas en las que aun las embarcaciones pequeñas no pueden navegar durante la marea baja, mientras que la mayor profundidad se encontró en la zona del canal de entrada y el muelle de PEMEX (estaciones 03 y 04).

IV.10.3.2. Transparencia. En el caso de los cuerpos de agua muestreados, la transparencia fue menor a 1.3 m en todas las estaciones y en ningún caso fue igual a la profundidad. En las estaciones cuya profundidad era menor a 1 m (estaciones 06, 08, 09 y 10), el agua se encontró turbia. Las estaciones con menor transparencia se localizaron en la parte interna de la Bahía de Ohuira y la mayor transparencia se presento en el canal de acceso y frente al muelle de PEMEX.

Las diferencias son grandes y probablemente reflejan el efecto del aporte de partículas desde zonas acuícolas y sustancias como los taninos desde las zonas con manglares, así como la resuspensión de los sedimentos por acción del viento en las zonas más someras, ya que durante los muestreos no se registraron lluvias en el sitio ni corrientes superficiales intermitentes que pudiesen aportar materiales en suspensión, por lo que es de esperarse que en esas condiciones la transparencia sea menor. La figura IV.10.12 y la tabla IV.10.5 presentan los valores de transparencia.

Tabla IV.10.5. Transparencia en la Bahía de Ohuira, Sinaloa.			
Estación		Transparencia (m)	
		Junio	Septiembre
01	Puerto de Topolobampo	1.2	1.60
02	Acceso al puerto de Topolobampo	1.0	1.40
03	Boca de Comunicación Topolobampo-Ohuira	1.3	2.00
04	Muelle de PEMEX	1.25	1.25
05	Canal CFE-1	0.8	0.80
06	Canal CFE-2	0.5	0.80
07	Isla de los Patos	1.0	1.00
08	Paredones	0.5	0.55
09	La Chorreadura "Arroyo"	0.27	0.30
10	Ensenada de la Virgen o Gipón	0.6	0.60
11	Centro de Bahía de Ohuira	1.4	0.70
12	Isla Bledos	1.35	0.80

Basados en estos resultados, por la baja visibilidad, no se recomiendan monitoreos en la laguna por medio de equipos de buceo.

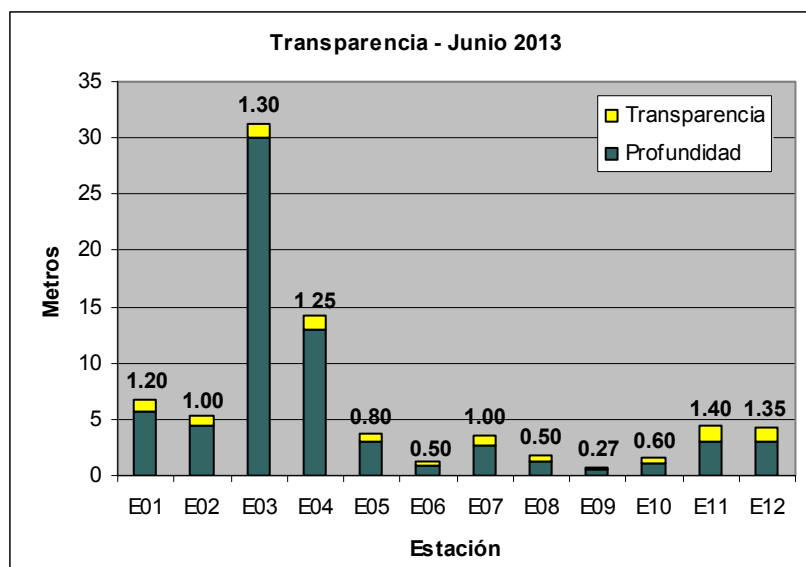


Figura IV.10.12. Transparencia del agua en junio de 2013 en la Bahía de Ohuira.

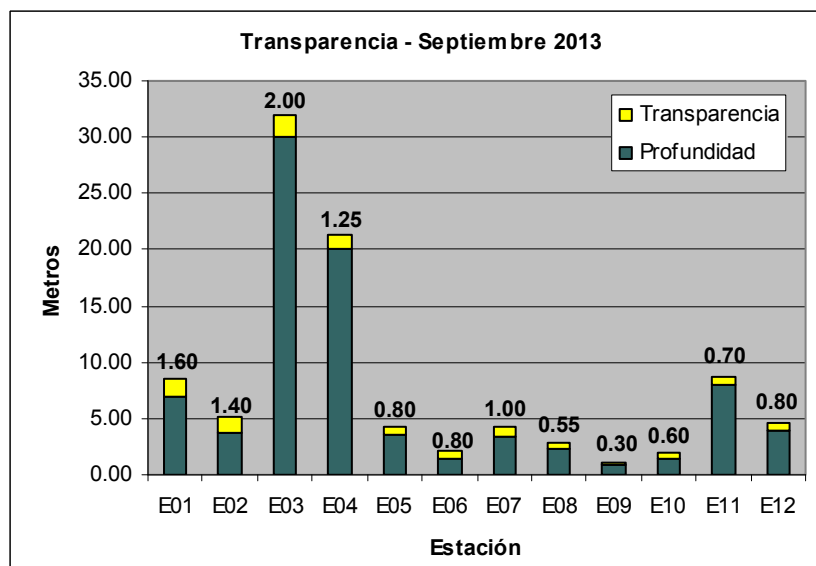


Figura IV.10.13. Transparencia del agua en septiembre del 2013 en la Bahía de Ohuira.

IV.10.3.3. Temperatura del agua. La temperatura del agua en las lagunas, en las dos profundidades, se presenta en la tabla IV.10.5. La temperatura promedio en esta bahía en la superficie durante un periodo de un día, fue de 30.1 °C durante el día y 28.8°C durante la noche.

Este parámetro presenta un componente estacional y está también influenciado por la poca profundidad que propicia los cambios de temperatura del agua en algunas zonas, así como el efecto de corrientes, marea y oleaje que llevan a cabo una mezcla efectiva del agua. En la laguna no se registró una termoclina. El rango en que fluctuó la temperatura en la superficie entre las diferentes estaciones fue de 29.4 a 30.6 °C.

En la zona de la Bahía de Ohuira cercana al predio se localiza la descarga de agua de la central termoeléctrica, la cual parece influir en la temperatura del agua, aunque los valores encontrados no se encuentran más allá de valores registrados en condiciones naturales en cuerpos de agua someros.

Tabla IV.10.6. Temperatura (°C) del agua en la Bahía de Ohuira, Sinaloa.						
Estación	Temperatura (°C)					
	Día (06/13)		Noche (06/13)		Día (09/13)	
	S	F	S	F	S	F
01	29.8	29.9	29.2	29.4	32.20	31.30
02	30	29.6	29.1	29.4	32.40	31.20
03	29.4	29.4	29.1	28.8	31.30	31.20
04	30.6	29.9	29.9	29	34.40	31.90
05	30.6	30.5	28.8	28.8	31.30	31.10
06	31.6	31.6	28.9	28.9	33.40	32.00
07	30.5	30.2	29.1	29.2	32.20	31.30
08	30.4	30.3	27.1	27.1	32.10	31.40
09	30.4	30.4	28.7	28.7	30.20	-
10	29.5	29.5	28.6	28.6	31.60	-
11	29.8	30.1	29	29	33.00	30.90
12	29.4	29.2	29.1	29.1	31.30	31.10

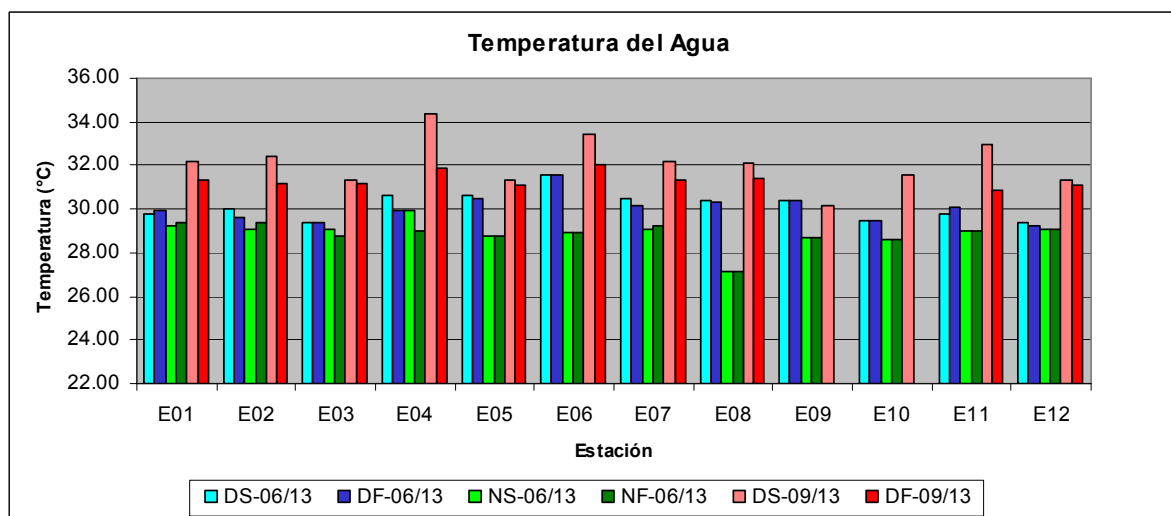


Figura IV.10.14. Temperatura de superficie y fondo, en 12 estaciones la Bahía de Ohuira.

IV.10.3.4. Salinidad. De acuerdo al régimen halino, las Bahías de Topolobampo y Ohuira se pueden clasificar como un sistema antiestuarino de enero a julio y como un sistema estuarino de agosto a diciembre. Durante la época de mayor precipitación pluvial (desde agosto hasta octubre); el agua dulce de las lluvias llega por escurrimiento y produce un descenso en la salinidad del agua que es más marcado hacia la cabecera del sistema.

Tabla IV.10.7. Salinidad en la Bahía de Ohuira, Sinaloa.						
Estación	Salinidad (‰)					
	Día (06/13)		Noche (06/13)		Día (09/13)	
	S	F	S	F	S	F
01	38	38	40	40	32	33
02	38	38	40	40	35	30
03	38	38	40	40	35	40
04	40	40	40	40	40	40
05	41	41	40	40	38	38
06	42	42	40	40	35	35
07	40	40	40	40	30	34
08	40	40	40	40	35	35
09	42	42	40	40	5	-
10	40	40	40	40	20	-
11	40	40	39	39	35	4
12	40	40	40	40	40	42

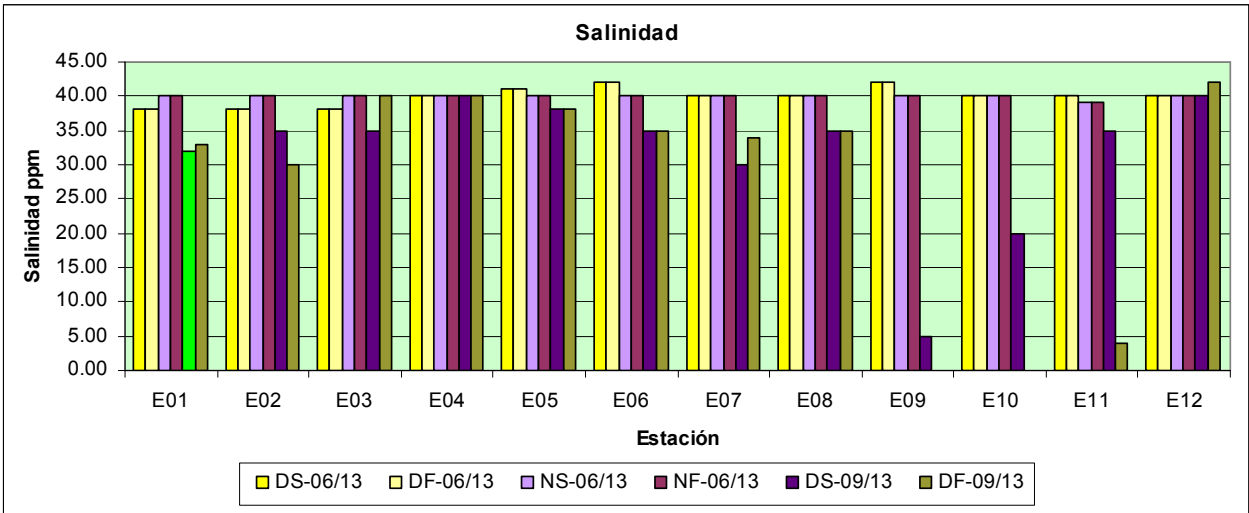


Figura IV.10.15. Salinidad de superficie y fondo, en 12 estaciones la Bahía de Ohuira.

La salinidad en este muestreo varió en un rango estrecho que va de 38.0 ‰ a 42.0 ‰ con promedio de 39.9 ‰. La concentración de sales está regulada principalmente por las

masas de agua del Golfo de California, por los procesos de evaporación en las áreas más someras y en menor grado por los aportes pluviales intermitentes que llegan a través del estero al fondo de la bahía de Ohuira, aunque esto sólo de forma estacional, sin que se registraran lluvias durante el muestreo.

Este parámetro le confirió al sistema características de un sistema netamente marino durante la época del muestreo. La baja diferencia de salinidades a lo largo de la columna de agua, principalmente en la zona de la entrada del canal, puede denotar un proceso continuo de mezcla de las aguas del interior del estero con agua que penetra por efecto de la mareas, siendo probablemente el viento otro agente importante en los procesos de mezcla.

IV.10.3.5. Oxígeno disuelto. En la superficie los valores de oxígeno disuelto varían en un rango que va desde los 7.35 mg/L en la estación frente al canal de la CFE hasta 10.97mg/L en la estación 01, lo cual podría indicar un efecto por la agitación del agua. En la noche los valores más bajos se encontraron en la estación 10.

Tabla IV.10.8. Oxígeno Disuelto (mg/l) en la Bahía de Ohuira, Sinaloa.						
Estación	Oxígeno Disuelto					
	Día (06/13)		Noche (06/13)		Día (09/13)	
	S	F	S	F	S	F
01	10.97	7.74	8.34	7.46	5.42	4.2
02	8.81	7.01	9.07	7	6.81	4.66
03	8.66	10	7.27	5.12	7.05	6.68
04	8.12	8.51	6.5	4.91	6.35	7.15
05	8.76	7.85	6.1	5.61	5.23	5.85
06	7.35	7.35	7.04	7.04	4.45	6.82
07	8.37	7.82	8.61	6.7	5.62	4.78
08	9.91	3.4	8.2	8.2	4.21	4.84
09	10.1	10.1	5.54	5.54	4.16	-
10	8.76	8.76	8.62	8.62	5.90	-
11	9.45	7.1	10.78	8.24	6.05	3.95
12	8.67	8.15	8.95	7.82	7.08	4.73

Las dos bahías presentaron buenas condiciones de oxigenación, aparentemente sin zonas muertas ni áreas profundas con condiciones anóxicas o hipóxicas. Las aguas superficiales limpias suelen estar saturadas de oxígeno, lo que es fundamental para la

vida. Si el nivel de oxígeno disuelto es bajo indica contaminación con materia orgánica, septicización, mala calidad del agua e incapacidad para mantener determinadas formas de vida. Ninguno de estos síntomas fue observado en el lugar.

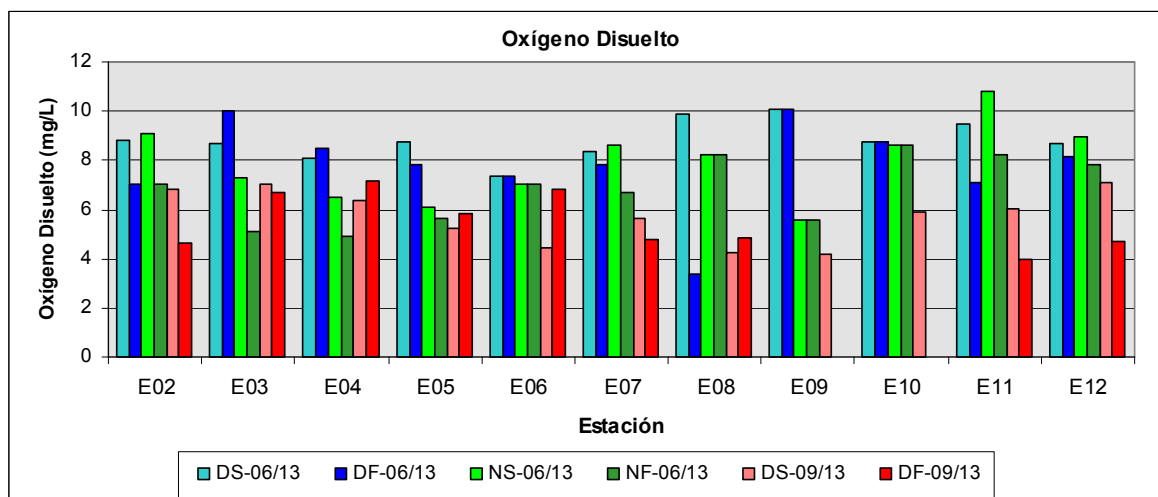


Figura IV.10.16. Oxígeno disuelto en superficie y fondo, en la Bahía de Ohuira, Ahome.

IV.10.3.6. Potencial Hidrógeno. La medición del pH (potencial hidrógeno) es muy importante y muy utilizada para estudiar la química del agua.

Estación	Potencial Hidrógeno					
	Día (06/13)		Noche (06/13)		Día (09/13)	
	S	F	S	F	S	F
01	7.41	7.32	7.21	7.44	7.81	7.25
02	7.62	7.34	7.19	7.35	7.61	7.83
03	7.41	7.52	7.11	7.29	7.25	7.34
04	7.21	7.48	7.18	7.29	7.81	7.50
05	7.22	7.38	7.21	7.4	7.32	7.55
06	7.16	7.16	7.14	7.14	7.66	7.72
07	7.16	7.39	7.21	7.39	7.48	7.36
08	7.11	7.46	7.29	7.29	7.24	7.38
09	7.38	7.38	7.17	7.17	7.31	-
10	7.18	7.18	7.72	7.72	7.34	-
11	7.14	7.25	7.19	7.25	7.41	7.47
12	7.14	7.31	7.19	7.31	7.44	7.91

El pH es importante por la forma en que puede afectar la fisiología de los organismos, ya sean silvestres o cultivados. Además afecta, por ejemplo, la especiación de los metales, fenómeno que provoca que estos sean o no dañinos para los seres vivos.

En el estero el pH fue muy similar en todas las estaciones y profundidades muestreadas, con los valores encontrados similares a lo que normalmente se presenta en el agua de mar, de entre 7.6 y 7.9, lo cual es un reflejo tanto de la salinidad como del contenido de oxígeno disuelto en el agua. El pH en la Bahía de Ohuira está regulado directamente por las características propias del agua de mar y por su efecto buffer natural no es proclive a los cambios por factores humanos.

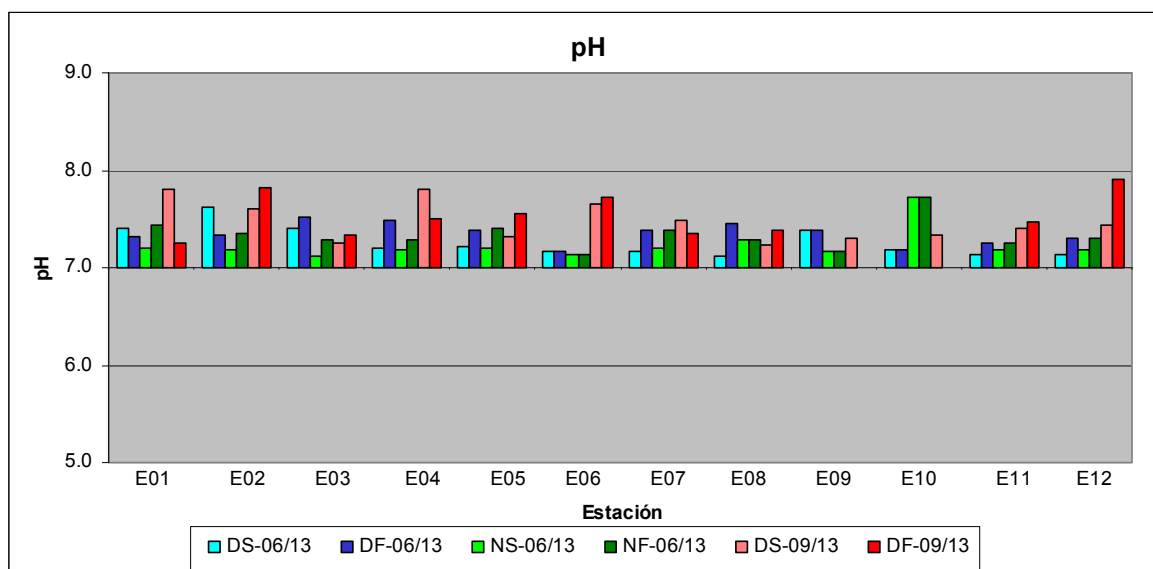


Figura IV.10.17. Potencial Hidrógeno en 12 estaciones la Bahía de Ohuira, Ahome.

IV.10.3.7. Grasas y Aceites. Los aceites y grasas procedentes de restos de alimentos o de procesos industriales (embarcaciones, automóviles, lubricantes, etc.) son difíciles de metabolizar por las bacterias y flotan formando películas en el agua que dañan a los seres vivos. En la bahía pueden encontrarse fuentes de hidrocarburos atribuibles la presencia de embarcaciones mayores en el puerto de Topolobampo, áreas industriales y embarcaciones de pesca con motores de dos tiempos, que emplean lubricante mezclado en el propio combustible y descargan una parte de estos a través del escape. Sin embargo, en el muestreo realizado en esta ocasión no se observaron señales evidentes de este tipo de contaminación.

IV.11. Vegetación.

IV.11.1. Características Generales.

El área del SAR tiene una cobertura vegetal formada por varias comunidades y diferentes condiciones de uso. Las comunidades vegetales originales fueron matorrales sarcocaulé y sarco-crasicaule, manglar y vegetación halófila propia de humedales. Esta vegetación ha sido eliminada en grandes extensiones y sustituida por urbanizaciones, vegetación secundaria, pastizal cultivado y áreas dedicadas a la agricultura.

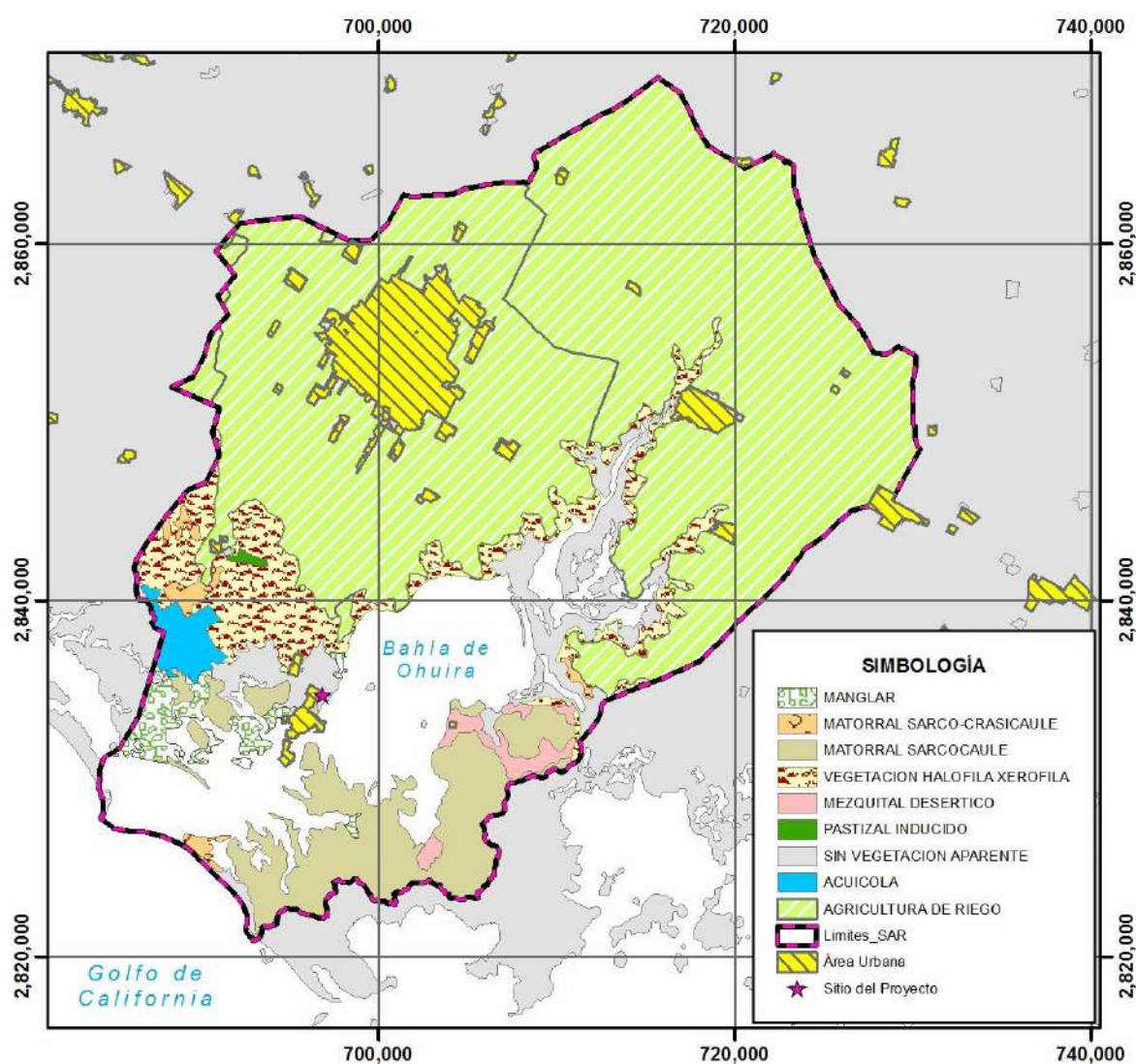


Figura IV.11.1. Tipos de vegetación en el Sistema Ambiental Regional.

Los tipos de vegetación con mayor cobertura en el SAR los de tipo inducido (cultivos) y el matorral sarcocaulé (tabla IV.11.1). Además existen el manglar, vegetación halófila xerófila, matorral sarcocrasicaule y áreas con vegetación secundaria. Entre las especies abundantes están el mezquite (*Prosopis juliflora*), utilizado como leña y forraje para el ganado, el cardón (*Pachycereus pecten-aborigenum*) el cual se utiliza para curar heridas leves. Asimismo abunda el Maguey (*Agave angustifolia*) de flores comestibles, el Brasil (*Haematoxylum brasiletto*) para extracción de tinta natural, como poste de viviendas y leña, el Copal (*Bursera laxiflora*) cuya resina es medicinal, el Palo colorado (*Caesalpinia platyloba*) utilizado para construcción de corrales, la Brea (*Cercidium praecox*) empleado como leña, la Pitaya (*Stenocereus thurberi*), la Sina (*Stenocereus alamosensis*) y la Aguama (*Bromelia pinguin*) de abundantes frutos comestibles, el Nopal (*Opuntia wilcoxii*) que se consume como verdura tierna, la biznaga (*Ferocactus herrerae*) empleado para elaborar dulce (acitrón), el Bledo (*Amaranthus palmeri*) que se utiliza como alimento de cerdos y vacas, y la saya (*Amoreuxia palmatifida*) cuyo rizoma tuberoso es comestible. Entre los elementos más importantes del Manglar están el mangle rojo (*Rhizophora mangle*), el mangle cenizo (*Avicennia germinans*) y el puyequé (*Laguncularia racemosa*), cuya madera es empleada en construcciones rústicas.

Tabla IV.11.1. Cobertura de los tipos de vegetación presentes en el SAR.			
Clave	Tipo de Vegetación	Área (km ²)	Porcentaje
IAPF	Agrícola-Pecuaria-Forestal	752.98	58.19
MSC	Matorral Sarcocaulé	101.60	7.85
VHXe	Vegetación Halófila Xerófila	90.23	6.97
VM	Manglar	20.21	1.56
MKX	Mezquital Desértico	9.60	0.74
VSa/MSCC	Matorral Sarco-Crasicaule con veg. secundaria	5.49	0.42
MSCC	Matorral Sarco-Crasicaule	3.11	0.24
VSa/MSC	Matorral Sarcocaulé con veg. secundaria	2.65	0.20
VSa/MKX	Mezquital Desértico con veg. secundaria	1.72	0.13
PI	Pastizal Inducido	1.31	0.10
DV	Sin Vegetación Aparente	60.13	4.65
AH	No Aplicable	14.63	1.13
H ₂ O	Cuerpos de Agua	188.42	14.56
Loc-u	Localidad urbana	41.90	3.24
		1293.98	100

IV.11.2. Tipos de Vegetación del SAR.

- **Área agrícola-Pecuaría-Forestal (IAPF).** Área en la que el suelo es utilizado para la realización de labores agrícolas, ganadería o explotaciones forestales. Las áreas agrícolas se clasifican de acuerdo con la forma en que los cultivos reciben el agua durante el ciclo agrícola.
 - * *Agricultura de humedad:* Los cultivos aprovechan la humedad residual del suelo en zonas inundables al final de la época de lluvias, o antes de ésta.
 - * *Agricultura de temporal:* Los cultivos reciben únicamente agua de lluvia.
- **Vegetación Halófila Xerófila (VHx).** Esta comunidad vegetal arbustiva o herbácea es característica de los suelos salinos, la cual tiene pocos requerimientos de humedad y gran resistencia a la insolación y altas temperaturas. La vegetación existente es de altura variable, pero casi siempre inferior a 4 m. Se distribuye principalmente en las zonas áridas y semiáridas del país. Presentan una gran variabilidad florística y ecológica lo que favorece su diversidad.
- **Manglar (VM).** Es una comunidad densa, dominada principalmente por un grupo de especies arbóreas cuya altura es de 3 a 5 m., pudiendo alcanzar hasta los 30 m. Una característica que presentan los mangles son sus raíces en forma de zancos, cuya adaptación le permite estar en contacto directo con el agua salobre, sin ser necesariamente plantas halófilas. Se desarrolla en zonas bajas y fangosas de las costas, en lagunas, esteros y estuarios de los ríos. La composición florística que lo forman son el mangle rojo o colorado (*Rhizophora mangle*), mangle negro o puyequé, (*Avicennia germinans*), mangle blanco (*Laguncularia racemosa*) y mangle botoncillo (*Conocarpus erectus*).

Ecológicamente, la importancia radica en su capacidad purificadora de agua, en su facultad como formador de suelo, sirven como estabilizador de la erosión hídrica y protección de fenómenos climáticos (De la Lanza Espino, 1994), así como en su función como zona de anidación y reproducción de aves terrestres (palomas, zanates,

chicuras, queleles, zopilotes, águila negra, martín pescador, cocochitas, cenizontles, entre otras) y acuáticas (garzas, garcetas, joaquinas, pichines) y descanso de aves migratorias (mirlo de hombro rojo, pato cucharón, tildios, ibis spp, etc.). Así representa un hábitat primordial y área de reproducción para una gran diversidad de organismos acuáticos y terrestres, entre los cuales se encuentran muchos de importancia comercial.

Adicionalmente, los manglares y marismas, junto con playas y dunas, juegan un papel importante como zonas de amortiguamiento contra las inundaciones y la erosión provocada por los huracanes y tormentas tropicales (Flores Verdugo et al., 2001), funcionando como vasos reguladores de las inundaciones en época de lluvias y como aportadores de agua durante el estío. Por lo tanto, constituyen un acervo genético fundamental para una comunidad diversa de flora y fauna que son importantes como patrimonio de la región, lo cual incrementa su valor científico, turístico y educativo (Yañez Arancibia y Lara Domínguez, 1999).

El uso principal desde el punto de vista forestal es la obtención de taninos para la curtiduría, la madera para la elaboración de carbón, aperos de labranza y embalses. Una característica importante que presenta la madera de mangle es la resistencia a la putrefacción. Pero quizá el uso más importante que presenta el manglar es el albergue de muchas especies de invertebrados como los moluscos y crustáceos, destacando el camarón y el ostión cuyo valor alimenticio y económico es alto. Una planta de mangle tarda de 50 a 100 años en llegar a su pleno desarrollo.

- **Vegetación Secundaria (VSa).** Estado sucesional de la vegetación. Se indica alguna fase de vegetación secundaria cuando hay algún tipo de indicio de que la vegetación original fue eliminada o perturbada a un grado en el que ha sido modificada profundamente.
- **Mezquital Desértico (MKX).** Los mezquites desérticos, tienen una raíz larga que utilizan para localizar la humedad suficiente para mantenerlos vivos. Esta característica les permite sobrevivir a las sequías. Hay casos registrados de raíces primarias de mezquite que alcanzan una profundidad de casi 200 pies (61 m) de

profundidad en el suelo. Las raíces del mezquite se pueden regenerar si el árbol es cortado por encima, por lo que el mezquite es un árbol difícil de eliminar.

El mezquite es un arbusto o árbol espinoso de hasta 10 m de altura; su sistema radical puede alcanzar más de 50 m de profundidad y hasta 15 m en sus laterales; los tallos son de corteza oscura y ramas con abundantes espinas axilares o terminales. Las hojas son compuestas, bipinnadas y tienen de 12 a 15 pares de folíolos oblongos o lineares, de 5 a 10 mm de largo. Las flores son de color amarillo verdoso y están agrupadas en racimos que miden de 4 a 10 mm, son bisexuales, actinomorfas, con 5 sépalos y 10 estambres. El fruto es una vaina de color paja o rojizo violáceo; con forma de lomento drupáceo, alargado, recto o arqueado y espiralado en algunos casos, indehisciente, de 10 a 30 cm de longitud, puede ser plano o cilíndrico en la madurez y contiene de 12 a 20 semillas.

La importancia del mezquite en la producción forestal se debe a que su madera es fuerte y durable, buena para la fabricación de muebles, pisos y artesanías, y excelente como leña y carbón; los mezquites son fuente de forraje y apoyo en las explotaciones apícolas; además, la planta excreta una goma de uso medicinal e industrial. Desde el punto de vista ecológico, los mezquites son importantes en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas; son el hábitat para una buena cantidad de fauna silvestre y mejoran la estética del paisaje.

- **Matorral Sarcocaula (MSC).** Comunidad vegetal arbustiva o herbácea, con altura variable, pero casi siempre inferior a 4 m. Se distribuye principalmente en las zonas áridas y semiáridas del país. Se caracterizan por presentar una gran variabilidad florística y ecológica, lo que favorece su diversidad en el país y por la dominancia de arbustos de tallos carnosos, algunos de corteza papirácea. Se presentan sobre terrenos rocosos y suelos delgados.
- **Matorral Sarco-Crasicaule (MSCC).** Comunidad vegetal que se caracteriza por la presencia de gran número de formas de vida o biotipos, destacando entre ellas las especies sarcocaula y crasicaule, es decir, plantas carnosas de tallo grueso, por lo general de gran talla, con forma de candelabro. Este tipo de vegetación se desarrolla principalmente, sobre terrenos ondulados con afloramientos de material granítico, en

aluviones de origen diverso, es decir, en suelos formados por el depósito de sedimentos que acarrear las aguas superficiales.

- **Pastizal Inducido (PI).** Es aquel que surge cuando es eliminada la vegetación original. Este pastizal puede aparecer como consecuencia de desmonte de cualquier tipo de vegetación; también puede establecerse en áreas agrícolas abandonadas o bien como producto de áreas que se incendian con frecuencia.

Son de muy diversos tipos y aunque cabe observar que no hay pastizales que pudieran considerarse como totalmente libres de alguna influencia humana, el grado de injerencia del hombre es muy variable y con frecuencia difícil de estimar.

Aun haciendo abstracción de los pastos cultivados, pueden reconocerse muchas áreas cubiertas por el pastizal inducido, que sin duda alguna sostenían otro tipo de vegetación antes de la intervención del hombre y de sus animales domésticos.

- **Vegetación Ruderal (VR).** Comunidades vegetales que se desarrollan en espacios intensamente humanizados y alterados. Son características de los alrededores de las habitaciones humanas, orillas de caminos, vías de ferrocarril, basureros, lugares sin cultivar y hábitats similares. En el presente trabajo se distinguen de las áreas de vegetación secundaria debido a que se desarrolla en áreas de infraestructura donde anteriormente no existía ninguna vegetación.
- **Sin Vegetación Aparente (SVA).** Se incluyen bajo este rubro los eriales, depósito de litorales, jales, dunas y bancos de ríos que se encuentran desprovistos de vegetación o que está no es aparente y por ende no se le puede considerar bajo alguno de los conceptos de vegetación antes señalados.

IV.11.3. Comunidades vegetales en el predio.

IV.11.3.1. Aspectos generales. Las bahías de Ohuira y Topolobampo se encuentran cubiertas, en orden decreciente de cobertura, por vegetación de dunas (vegetación

halófila), manglar, matorral crasicaule, áreas sin vegetación aparente y áreas con actividades agrícolas o pecuarias (CONANP, 1978; Arriaga, 2000).

De estos sistemas, el correspondiente al manglar es el que tiene la mayor importancia biológica debido a que se trata de una vegetación de transición entre las zonas terrestres y marinas, donde los mangles actúan como especies pioneras en la fijación de suelos costeros, crecen e invaden las planicies someras y fangosas; sirven como filtro de partículas y son altamente productivos. Los manglares generan una gran cantidad de nutrientes, los cuales son exportados por las mareas a las aguas marinas o son aprovechados por un número elevado de especies de mar abierto que entran en el manglar durante la fase juvenil de su ciclo de vida para alimentarse. Dada la cantidad de recursos, también sirven como sitio de anidación de aves y corredor para grandes especies marinas (Arriaga et al., 2000; Calderón et al., 2008; CONABIO, 2008).

Aburto-Oropeza et al. (2008) consideran que en la región Isla Santa María-Topolobampo-Ohuira los volúmenes de pesca están relacionados con la abundancia de los manglares, especialmente con el manglar de franja, que es utilizado como guardería o área de alimentación por diversas especies comerciales como jaibas y peces.

Por su importancia ecológica y de servicios ambientales, que derivan en ganancias económicas para las poblaciones, la CONABIO (2009) considera al sistema Isla Santa María-Topolobampo-Ohuira, como apto para la conservación y rehabilitación, por considerarse de gran importancia como corredor biológico entre áreas, con una elevada presencia de endemismos, riqueza de especies y concentración de especies en riesgo.

IV.11.3.2. Clasificación. La descripción de los tipos de vegetación fue realizada básicamente apegándose a la clasificación de INEGI, pero haciéndole algunas adaptaciones de acuerdo con las particularidades de la zona.

Algunas claves se derivaron dependiendo de la apreciación cuando se observó que la presencia de alguna de las cuatro especies reportadas en la región era relevante y predominaba, en algunos casos fue posible distinguir la codominancia de dos de ellas. En el caso de que la clave se encuentra sola se refiere a la dificultad de determinar alguna

dominancia en la comunidad ya que las especies se encuentran mezcladas y existe cierta homogeneidad. Así mismo en los casos en los que se observaron estratos herbáceos, arbustivos u arbóreos se indicó en la clave.

IV.11.3.3. Metodología para el análisis de la vegetación. Para la delimitación de las diferentes unidades de vegetación, previo al estudio de campo se utilizó una imagen del satélite Pleiades, con fecha de toma del 18-06-2013, con las características siguientes:

- Resolución espacial: de 0.6 m, resampleado a 0.5 m.
- Constelación: DigitalGlobe.
- Resolución radiométrica: 8 bits unsigned.
- Compresión: JPG transformado a TIF con worldfile.
- Servidor: GlobeExplorer.
- Sistema de coordenadas: GCS WGS84 (grados, minutos, segundos).

Con esta imagen se realizó una interpretación preliminar del área, empleando el programa ArcGis 10 y Arcmap 9.3.1. Se estableció la ubicación de puntos de observación toma de datos y colecta de material botánico.

Con los resultados preliminares de la fotointerpretación se realizó una salida de campo el 24 de junio del 2013, para recopilar información sobre la vegetación local a partir de censos en las asociaciones vegetales. Para ello se diseñó un muestreo de tipo preferencial, las unidades de muestreo se colocaron en sitios representativos con vegetación homogénea, que fueron georeferenciados para posteriormente marcar en un plano la cobertura de cada asociación. Para identificar las especies encontradas se colectaron, secaron y montaron los especímenes representativos. Cada unidad de muestreo consistió en cuatro parcelas de 10 x 10 m (400m²); se colocaron 13 unidades de muestreo, dando un total de 5,200 m² censados, donde se midió:

- **Frecuencia:** probabilidad de encontrar un individuo de una especie dada en una unidad de muestreo, expresado en %.
- **Densidad:** número de individuos por unidad de área, en algunas herbáceas con multiplicación vegetativa, se calculó con el número de colonias.

- **Cobertura:** proporción de terreno (expresado m²) ocupado por la proyección perpendicular de las partes aéreas de los individuos de las especies enraizadas en el interior del cuadro.
- **Altura:** en metros, a individuos arbóreos y arbustivos.

Para la clasificación de las unidades de muestreo y la definición de las asociaciones vegetales, se generó una matriz de densidad de las especies y se empleó el índice de Bray-Curtis para obtener las medidas de similitud (Bray y Curtis, 1957), la unión de los grupos en la formación del dendrograma se realizó por el método de promedio aritmético (UPGMA) (Chao et al., 2005).

La descripción de la estructura de cada asociación se basó en la altura promedio de cada especie y su valor de importancia (VI), el cual jerarquiza la dominancia de cada especie considerando los siguientes parámetros (Curtis y McIntosh, 1951):

$$VI = \text{cobertura relativa} + \text{densidad relativa} + \text{frecuencia relativa}$$

La diversidad del sistema fue calculado con base en el índice de Shannon-Wiener, el cual expresa la uniformidad de la distribución de las especies, en base a su abundancia; adquiere valores entre cero, cuando hay una sola especie y el logaritmo de S (número total de especies), cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Magurran, 1988; Moreno, 2004), su expresión es:

$$H' = -\sum p_i \ln p_i$$

Y para ajustar el valor de Shannon (H') a una escala 0 - 1 se utilizó la fórmula $H' / \log(S)$, donde S representa el número de especies muestreadas.

IV.11.3.4. Resultados del análisis de la vegetación. De acuerdo al análisis de similitud, a un nivel de corte de 43%, el predio de interés está cubierto por siete asociaciones vegetales (figura IV.11.2), que corresponden a:

- A. Manglar de *Avicennia germinans*.
- B. Manglar de *Rhizophora mangle*.
- C. Matorral de mangle sobre dunas.
- D. Matorral de mangle sobre bordos.
- E. Vegetación de dunas.
- F. Vegetación halófila de especie escama grande o de escama chica – *Batis*.
- G. Vegetación ruderal con *Prosopis spp* o con *Parkinsonia spp*.

Adicionalmente, en la mayor parte del predio se presentan un suelo arenoso sin vegetación aparente. Cuando el terreno esta inundado en la época de lluvias, el agua alcanza el matorral de mangle de los bordos.

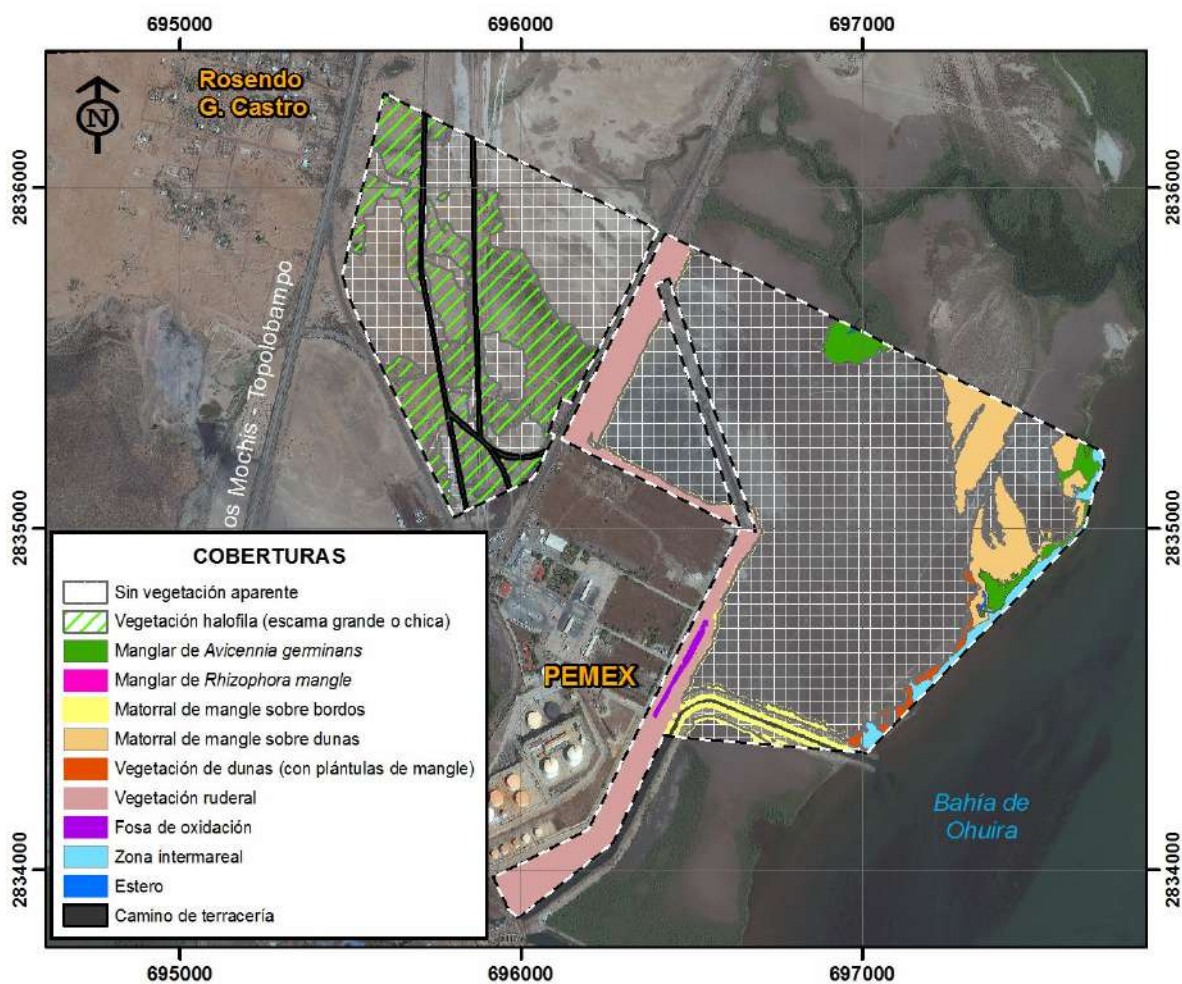


Figura IV.11.2. Tipos de vegetación en el predio del proyecto.

Tipo de Cobertura en el Predio	Superficie (m ²)	Superficie (hectáreas)	%
Sin vegetación aparente	1,318,747	131.8747	65.10
Vegetación halófila (escama grande o chica)	298,526	29.8526	14.74
Vegetación ruderal	170,204	17.0204	8.40
Matorral de mangle sobre dunas	100,582	10.0582	4.97
Manglar de <i>Avicennia germinans</i>	33,273	3.3273	1.64
Matorral de mangle sobre bordos	26,176	2.6176	1.29
Camino de terracería	24,466	2.4466	1.21
Zona intermareal	23,726	2.3726	1.17
Canal de descarga de la CFE	11,747	1.1747	0.58
Vegetación de dunas	11,620	1.1620	0.57
Fosa de oxidación	5,988	0.5988	0.30
Estero	472	0.0472	0.02
Manglar de <i>Rhizophora mangle</i>	215	0.0215	0.01
TOTAL	2,025,741	202.5741	100.00

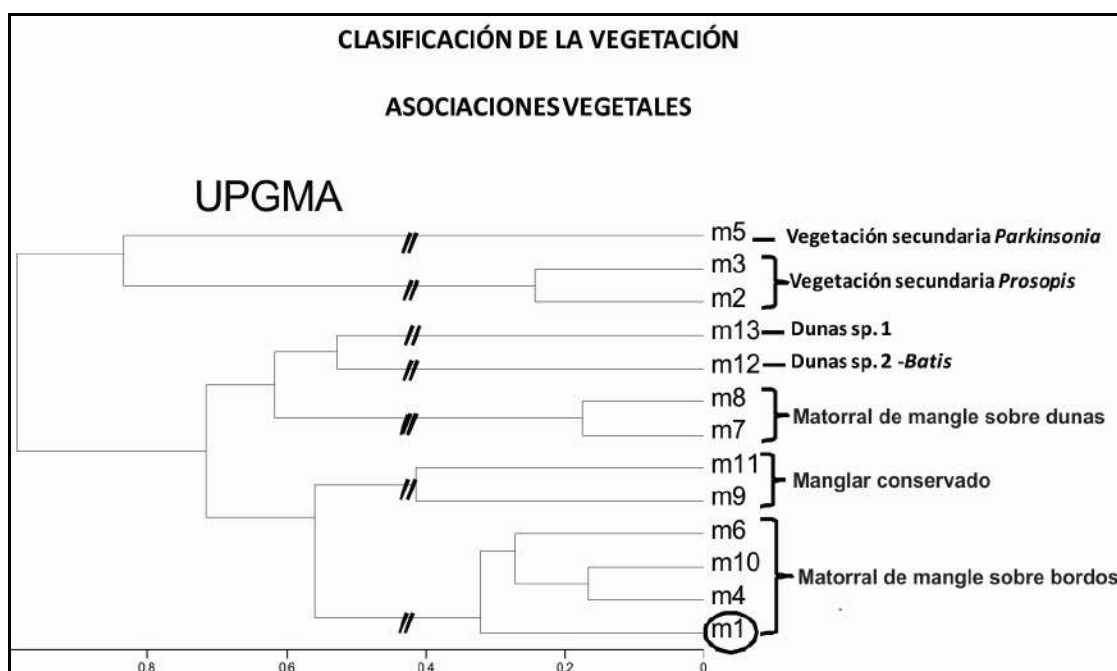


Figura IV.11.3. Similitud entre unidades de muestreo y asociaciones vegetales.

A. Manglar conservado de *Avicennia* y de *Rhizophora*: Se encuentra en el extremo este del predio, colindando con la Bahía de Ohuira y rodeado por matorral de mangle y dunas con mangle. El estrato arbóreo presenta una altura promedio de 6 metros, aunque algunos individuos sobrepasan los 7 m, su cobertura es prácticamente total (cerca del 100%), está representado por tres especies de mangle, la más frecuente es *Avicennia* (VI=240), seguida de *Rhizophora* (V=41) y *Conocarpus* (VI=19).

Tabla IV.11.3. Características de las especies representativas en el manglar conservado.									
	Valores absolutos (500 m ²)					Valores relativos			VI (D+C+F relativo)
	Alt prom	+/- Alt	D	C (m ²)	F	D	C	F	
Árboles									
<i>Avicennia</i>	6.5	0.2	28.33	442.50	0.83	87.18	90.61	62.50	240.29
<i>Rhizophora</i>	5.9	1.3	2.50	40.83	0.33	7.69	8.36	25.00	41.05
<i>Conocarpus</i>	5.5	0.1	1.67	5.00	0.17	5.13	1.02	12.50	18.65
			32.50	488.33	1.33	100.00	100.00	100.00	300.00
Arbustos									
<i>Avicennia</i>	2.7	0.7	68.33	215.42	1.00	71.30	65.94	54.55	191.79
<i>Rhizophora</i>	2.2	0.9	23.33	88.75	0.50	24.35	27.17	27.27	78.79
<i>Conocarpus</i>	2.5	0.1	4.17	22.50	0.33	4.35	6.89	18.18	29.42
			95.83	326.67	1.83	100.00	100.00	100.00	300.00
Hierbas									
<i>Batis</i>			9.17	38.33	0.50	100.00	100.00	100.00	300.00
			9.17	38.33	0.50	100.00	100.00	100.00	300.00

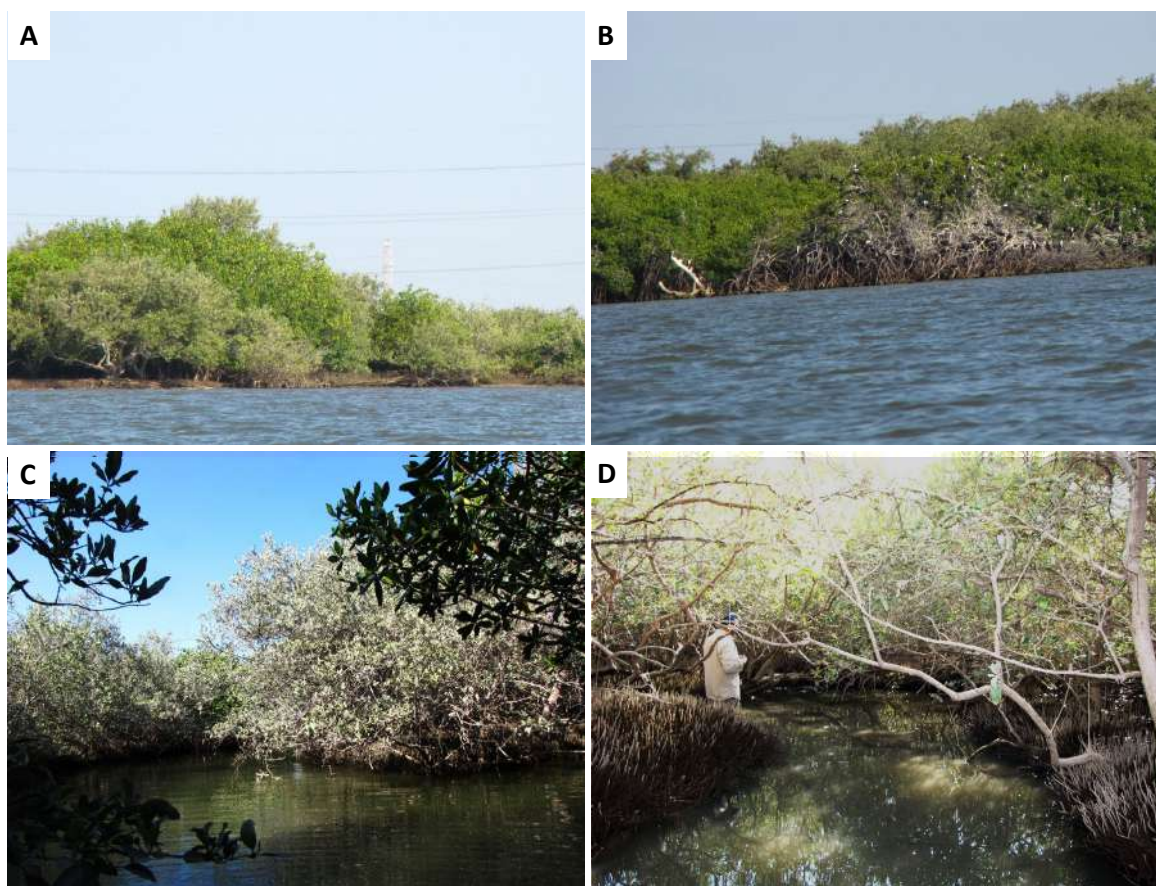


Figura IV.11.4. Aspecto del manglar en el este del predio.

El estrato arbustivo mide de 2 a 3 m de alto, tiene una cobertura cercana al 60% del terreno y también está ocupado por las tres especies de mangle (con hábito arbustivo). El estrato herbáceo ocupa apenas 5% del terreno, en las zonas donde el mangle colinda con la vegetación de dunas, por lo que está representado por *Batis* (Tabla IV.11.2, figura IV.11.4). Las especies importantes consideradas en la NOM-059 son *Avicennia*, *Rhizophora* y *Conocarpus*, especies dominantes y prácticamente únicas componentes del manglar.

B. Matorral de mangle sobre dunas. Al igual que el manglar conservado, el matorral se encuentra en litoral, en el extremo este del predio, colinda por un lado con el manglar y por el otro con la vegetación de dunas y áreas sin vegetación (figura IV.11.4). El estrato arbóreo está ausente. El estrato arbustivo mide de 1.6 a 2 m de alto, tiene una cobertura aproximada del 45% del terreno y está ocupado únicamente por *Avicennia*. El estrato herbáceo presenta una cobertura total del 46%, es dominado por *Batis* (VI=181), acompañado de *Escama chica* (VI=84), *Aristida* (VI=21) y *Salicornia* (VI=14) (Tabla IV.11.4, figura IV.11.5).

Tabla IV.11.4. Características del matorral de mangle sobre el litoral.									
	Valores absolutos (500 m ²)					Valores relativos			VI (D+C+F relativo)
	Alt prom	+/- Alt	D	C (m ²)	F	D	C	F	
Arbustos									
<i>Avicennia</i>	1.82	0.29	125.00	211.67	1.00	100.00	100.00	100.00	300.00
			125.00	211.67	1.00	100.00	100.00	100.00	300.00
Hierbas									
<i>Batis</i>			23.75	190.00	1.00	49.57	82.04	50.00	181.61
<i>Escama chica</i>			14.58	37.21	0.75	30.43	16.07	37.50	84.00
<i>Aristida</i>			7.50	2.08	0.08	15.65	0.90	4.17	20.72
<i>Salicornia</i>			2.08	2.29	0.17	4.35	0.99	8.33	13.67
			47.92	231.58	2.00	100.00	100.00	100.00	300.00
Plántulas									
<i>Rhizophora</i>			0.42	0.06	0.08	100.00	100.00	100.00	300.00
			0.42	0.06	0.08	0.56	0.71	1.35	2.63

Esta asociación en apariencia representa una fase seral, es decir un estado intermedio entre la vegetación de dunas y el manglar. Sin embargo con el paso del tiempo, y a pesar de las condiciones ambientales estables, *Avicennia* no parece incrementar su altura o

cobertura, ni *Rhizophora* aparece como especie acompañante, tal y como ocurre en el manglar, aun cuando se observan plántulas de esta última especie. Las especies importantes de la NOM-059 son *Avicennia* y *Rhizophora*; el primero ocupa el estrato arbustivo, mientras que el segundo está representado por plántulas.

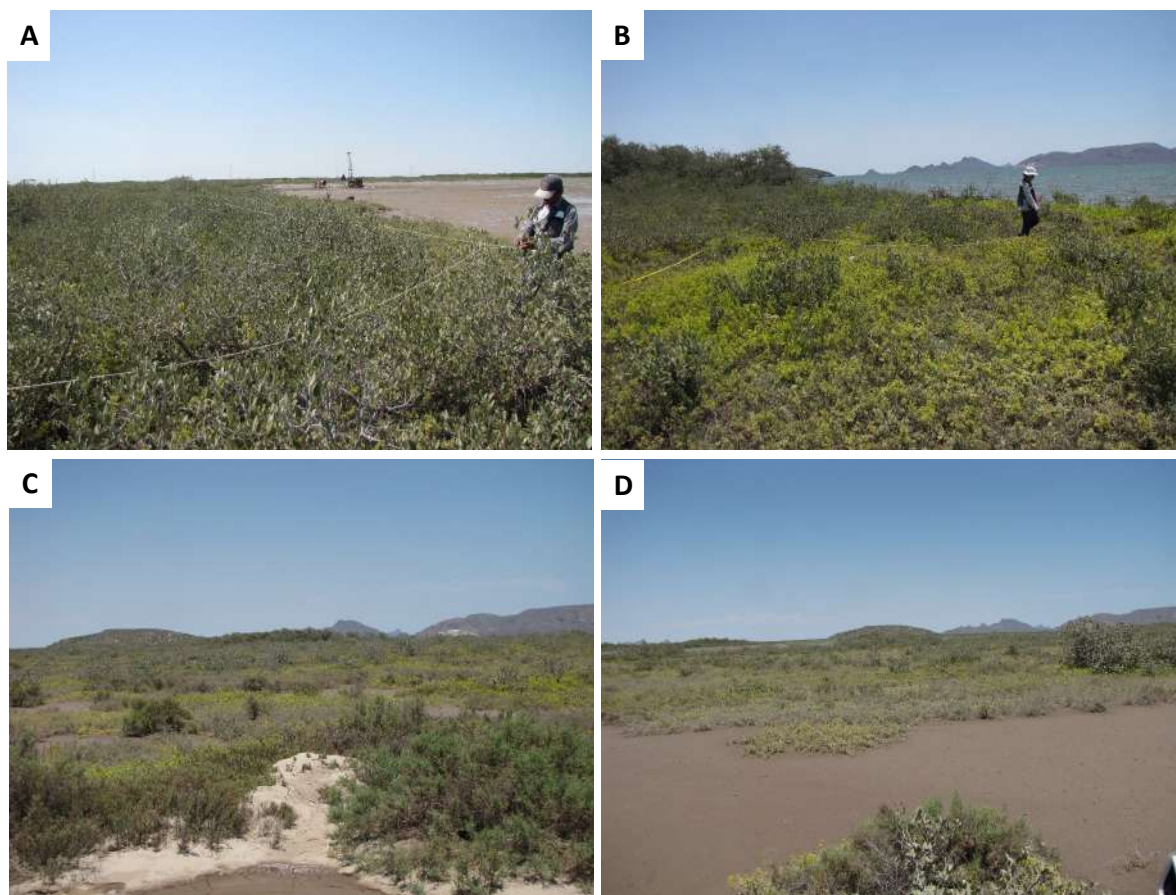


Figura IV.11.5. Matorral de mangle sobre el litoral de la laguna.

En esta asociación, el análisis de similitud no discrimina entre dos áreas diferentes entre sí, la antes descrita que se distribuye en las orillas manglar y un matorral que se mezcla con vegetación secundaria, ubicada en la orilla de los bordos.

Dado que ambas partes comparten prácticamente todas las especies y su estructura es igual, en análisis las coloca como una misma asociación; sin embargo, en este estudio se decidió separarlas para no generalizar el carácter secundario en todo el matorral de mangle presente en el predio.

C. Matorral de mangle en bordos. Este matorral se establece en las orillas de los canales por donde entra y sale agua del mar hacia las instalaciones industriales; también se establece en los bordos que miran hacia los suelos inundables al sur del predio. El estrato arbóreo está ausente y el estrato arbustivo mide de 2 a 3.3 m de alto, presenta una cobertura del 40%, está representado por *Avicennia* (VI=241) y con menos importancia *Tamarix* (VI=59) e incluso algunos individuos pequeños de *Rhizophora* en la zona más cercana a la laguna. El estrato herbáceo es escaso, presenta una cobertura promedio de 1.5%, está ocupado por *escama chica* (VI=187) y *Batis* (VI=114) (Tabla IV.11.5 y figura IV.11.6).

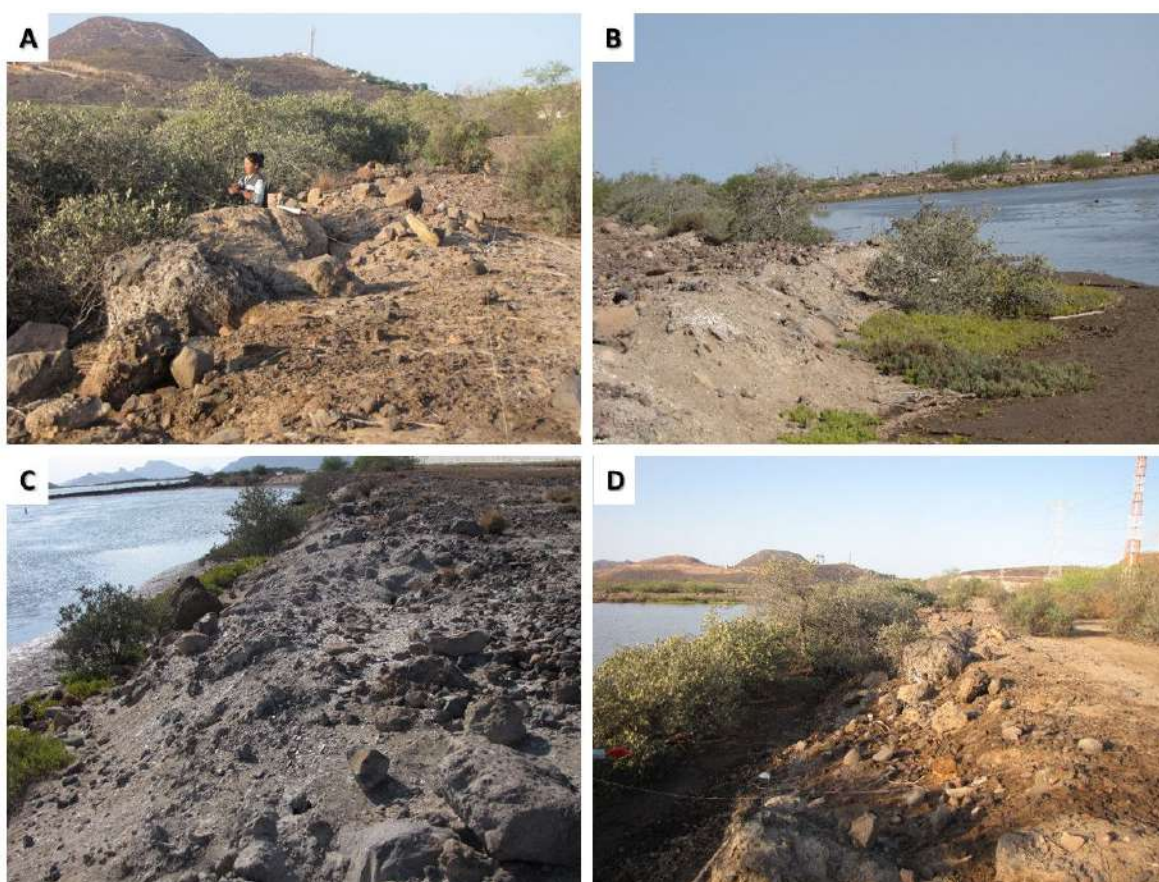


Figura IV.11.6. Matorral de mangle en la zona de bordos.

Esta asociación es el resultado de la mezcla del matorral mangle y vegetación de dunas, natural en los bordes del suelo inundable; con vegetación ruderal, representada por *Tamarix* y derivada de la reforestación o propagación de la especie introducida, en la zona de caminos y debajo del tendido eléctrico. Las especies importantes de la NOM-059 son *Avicennia* y *Rhizophora*, dominante del estrato arbustivo.

Tabla IV.11.5. Características de las especies en el matorral de mangle de los bordos.									
	Valores absolutos (500 m ²)					Valores relativos			VI (D+C+F relativo)
	Alt prom	+/- Alt	D	C (m ²)	F	D	C	F	
Arbustos									
<i>Avicennia</i>	3.0	0.3	58.75	175.00	1.00	90.38	84.08	66.67	241.14
<i>Tamarix</i>	2.5	0.8	6.25	33.13	0.50	9.62	15.92	33.33	58.86
			65.00	208.13	1.50	100.00	100.00	100.00	300.00
Hierbas									
Escama chica			5.00	4.88	0.75	50.00	76.47	60.00	186.47
<i>Batis</i>			5.00	1.50	0.50	50.00	23.53	40.00	113.53
			10.00	6.38	1.25	100.00	100.00	100.00	300.00

D. Vegetación de dunas. Estas dunas se localizan al sur del predio en la zona que limita el área de inundación con el mar, colinda con el matorral y el manglar de *Avicennia germinans*. Los estratos arbóreo y arbustivo están ausentes. El estrato herbáceo es denso, cubre el 74% del terreno, está ocupado por *Batis* (VI=199) y *escama chica* (VI=102). En estas dunas se encuentran plántulas de *Avicennia* y *Rhizophora*, que alcanzan densidades de hasta 35 individuos en 100 m² (Tabla IV.11.6, figura IV.11.7) y también algunos arbustos pequeños y dispersos.

Sin embargo, el análisis histórico de la zona indica que el mangle en estas áreas no alcanza a desarrollarse y eventualmente muere, por lo que no se consideró como zona de manglar o un área potencial para el desarrollo del manglar.

Tabla IV.11.6. Características de las especies en dunas con plántulas de mangle.							
	Valores absolutos (500 m ²)			Valores relativos			VI (D+C+F relativo)
	D	C (m ²)	F	D	C	F	
Hierbas							
<i>Batis</i>	43.75	287.50	1.00	67.31	77.90	53.33	198.54
Escama chica	21.25	81.56	0.88	32.69	22.10	46.67	101.46
	65.00	369.06	1.88	100.00	100.00	100.00	300.00
Plántulas							
<i>Avicennia</i>	155.63	34.69	0.88	89.25	93.12	58.33	240.70
<i>Rhizophora</i>	18.75	2.56	0.63	10.75	6.88	41.67	59.30
	174.38	37.25	1.50	213.13	251.88	466.50	931.50



Figura IV.11.7. Vegetación de dunas en la orilla de la laguna.

E. Vegetación halófila de especie escama grande (vegetación halófito): Esta vegetación cubre la mayor parte de la zona norte del predio, donde los periodos de inundación ocurren en la época de lluvias y el terraplén del ferrocarril solo deja paso a algunos cuantos escurrimientos; convive con la asociación donde domina *escama chica* y *Batis*.

Los estratos arbóreo y arbustivo están ausentes. El estrato herbáceo es sencillo pero denso, ya que prácticamente cubre el 100% del espacio y es dominado por *escama grande* (VI=158), acompañado de *escama chica* (VI=77.3) y *Batis* (VI=64) como se presenta en la tabla IV.11.7 y la figura IV.11.7 (A.- asociación dominada por *escama grande*, B-D.-asociación dominada por *escama chica* y *Batis*). Esta asociación no presenta especies importantes.

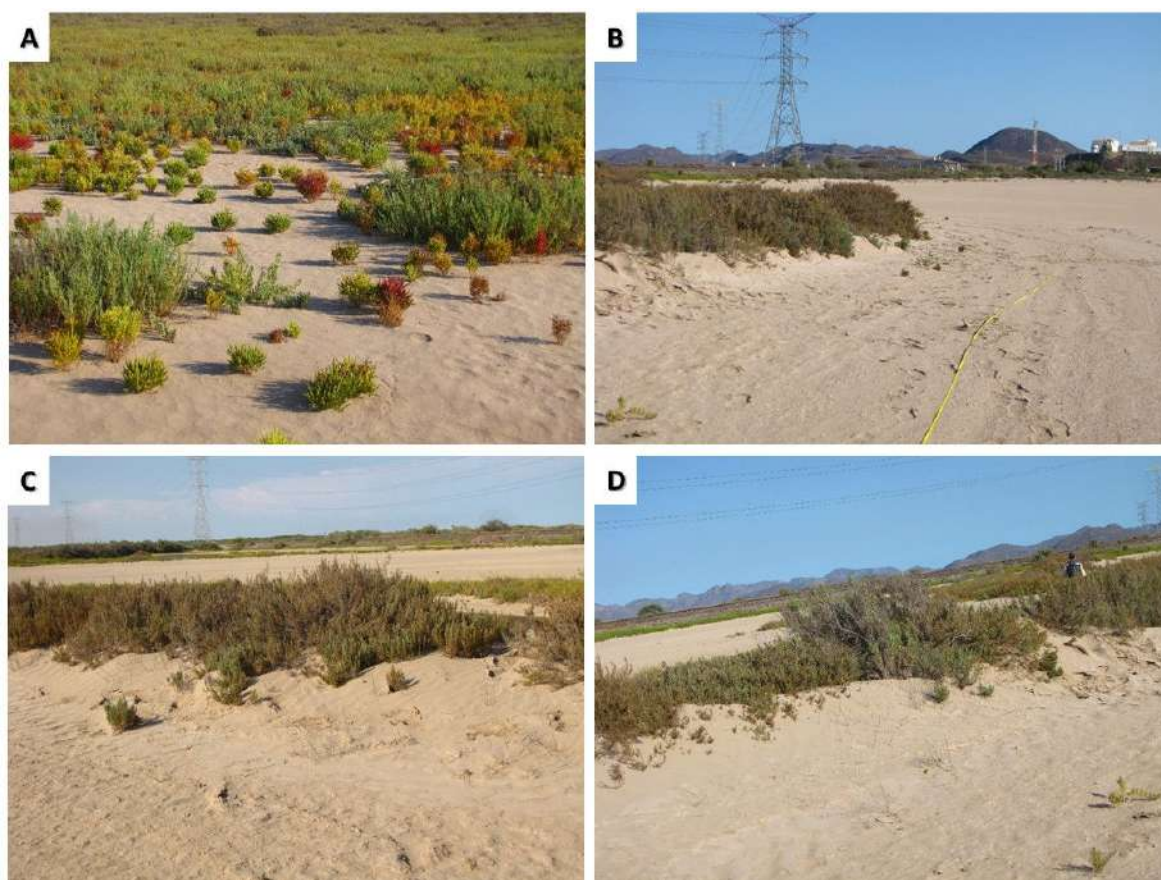


Figura IV.11.8. Vegetación halófila (porción noroeste del predio).

Tabla IV.11.7. Características de las especies halófilas con escama grande.

	Valores absolutos (500 m ²)			Valores relativos			VI (D+C+F relativo)
	D	C (m ²)	F	D	C	F	
Herbáceas							
Escama grande	671.25	262.50	1.00	70.84	54.12	33.33	158.30
Escama chica	172.50	125.00	1.00	18.21	25.77	33.33	77.31
<i>Batis</i>	103.75	97.50	1.00	10.95	20.10	33.33	64.39
	947.50	485.00	3.00	100.00	100.00	100.00	300.00

F. Vegetación halófila Especie escama chica – *Batis* (vegetación halófila): Al igual que la asociación dominada por *escama grande*, se localiza en la zona norte del predio; sin embargo su cobertura es menor, ya que se establece en los bancos de arena que rodean los pequeños escurrimientos que logran atravesar las vías del tren.

Los estratos arbóreo y arbustivo están ausentes. El estrato herbáceo es poco denso, cubre el 38% del terreno, en estas dunas dominan dos especies, *escama chica* (VI=142) y *Batis* (VI=119), en menor proporción se encuentra *Batis palida* (VI=38) como se señala en la Tabla IV.11.8 y la figura IV.11.9, B-D. Ninguna especie importante.

Tabla IV.11.8. Características de las especies halófilas con escama chica y <i>Batis</i> .							
	Valores absolutos (500 m ²)			Valores relativos			VI (D+C+F relativo)
	D	C (m ²)	F	D	C	F	
Hierbas							
Escama chica	37.50	97.50	1.00	54.55	51.49	36.36	142.39
<i>Batis</i>	26.25	85.00	1.00	38.18	44.88	36.36	119.43
<i>Batis pálida</i>	5.00	6.88	0.75	7.27	3.63	27.27	38.18
	68.75	189.38	2.75	100.00	100.00	100.00	300.00

G. Vegetación ruderal de *Prosopis*. Se encuentra cerca de la barda que limita al noreste la zona industrial, colinda con el matorral de mangle de los bordos de la zona inundable. El estrato arbóreo presenta una altura promedio de 4.5 metros, su cobertura es pobre, apenas alcanza el 19% de la superficie debido principalmente a la escasa frecuencia con que se encuentran los individuos arborescentes, los cuales están representados únicamente por *Prosopis*.

El estrato arbustivo también es escaso, tiene una cobertura cercana al 12% y está representado únicamente por *Tamarix*. En algunas partes las hierbas están ausentes y en otras alcanzan una cobertura del 30%, esto depende del efecto de las copas de *Prosopis*, las cuales tienden a eliminar el estrato herbáceo; está representado principalmente por *Aristida* (VI=277) y de manera aislada *hojas taxoides* (VI=23) (Tabla IV.11.9 y figura IV.11.9).

Esta asociación es similar a la vegetación secundaria, derivada de remoción total de la cubierta vegetal original, pero se encuentra en terrenos elevados por rellenos donde antes no había vegetación. Probablemente ambas especies dominantes de los estratos arbóreo y arbustivo fueron introducidas en la zona. Especies importantes: ninguna.


Figura IV.11.9. Vegetación ruderal dominada por *Prosopis*.

Tabla IV.11.9. Características de las especies de la vegetación ruderal con <i>Prosopis</i> .									
	Valores absolutos (500 m ²)					Valores relativos			VI (D+C+F relativo)
	Alt prom	+/- Alt	D	C (m ²)	F	D	C	F	
Árboles									
<i>Prosopis (hoja pinnada)</i>	4.5	0.7	1.88	93.75	0.38	100.00	100.00	100.00	300.00
			1.88	93.75	0.38	100.00	100.00	100.00	300.00
Arbustos									
<i>Tamarix</i>	2.2	0.3	16.88	58.75	0.50	100.00	100.00	100.00	300.00
			16.88	58.75	0.50	100.00	100.00	100.00	300.00
Hierbas									
<i>Aristida</i>			101.25	65.63	0.63	95.86	98.13	83.33	277.32
Hojas taxoides			4.38	1.25	0.13	4.14	1.87	16.67	22.68
			105.63	66.88	0.75	100.00	100.00	100.00	300.00

H. Vegetación ruderal de *Parkinsonia*. Esta asociación se encuentra al sureste de la zona industrial, colinda con los canales de agua y el matorral de mangle de los bordos de la zona inundable. El estrato arbóreo tiene una altura promedio de 4.6 metros, tiene una cobertura del 27% y está ocupado por *Parkinsonia*. El estrato arbustivo mide 2.8 m de alto, su cobertura es del mismo ancho que el estrato arbóreo; por lo que en conjunto, ambos estratos llegar a ser densos, está representado por *Tamarix*. El estrato herbáceo es escaso, lo ocupan *Typha* (VI=193), que llega a ser bastante densa en la orilla de los canales de agua, y en menor proporción *Salicornia* que ocupa las en las zonas donde el mangle colinda con la vegetación de dunas, por lo que está representado por *Batis* (Tabla IV.11.10, figura IV.11.9).

Se trata de una asociación parecida a la secundaria, aunque ahí no había una vegetación original de la que se derive. Probablemente las dos especies dominantes de los estratos arbóreo y arbustivo hayan sido introducidas en la zona con fines de reforestación. Especies importantes: ninguna.

Tabla IV.11.10. Características de las especies de la vegetación ruderal con <i>Parkinsonia</i> .									
	Valores absolutos (500 m ²)					Valores relativos			VI (D+C+F relativo)
	Alt prom	+/- Alt	D	C (m ²)	F	D	C	F	
Arboles									
<i>Parkinsonia</i>	4.6	1.5	13.75	135.00	0.75	100.00	100.00	100.00	300.00
			13.75	135.00	0.75	100.00	100.00	100.00	300.00
Arbustos									
<i>Tamarix</i>	2.8	0.9	31.25	136.25	1.00	100.00	100.00	100.00	300.00
			31.25	136.25	1.00	100.00	100.00	100.00	300.00
Hierbas									
<i>Typha</i>			3.75	41.25	0.75	60.00	73.33	60.00	193.33
<i>Salicornia</i>			2.50	15.00	0.50	40.00	26.67	40.00	106.67
			6.25	56.25	1.25	100.00	100.00	100.00	300.00

IV.11.4. Cobertura del Predio de Interés.

La zona está cubierta principalmente por suelo sin vegetación (67.5%) y por vegetación de dunas o halófitas, que representa un sistema natural en la región (20%). Las asociaciones que contienen mangle cubren en total el 4.13%; sin embargo, éstos son

parte (excluyendo el matorral de mangle en bordos) de rodales de mayor área que se establecen fuera del predio de interés.



Figura IV.11.10. Vegetación ruderal dominada por *Parkinsonia*.

IV.11.5. Diversidad del Sistema.

El índice de diversidad de Shannon-Wiener para la zona de estudio es igual $H' = 1.75$, al considerar el número de especies con la fórmula $H' / \ln(S)$ el resultado es de **0.66** (cuadro 9), dado que en este caso los valores van de 0 (cuando la diversidad es nula) a 1 (diversidad máxima), la diversidad encontrada en el sitio de interés es media.

Este resultado es producto, en primer lugar, de la baja cantidad de especies (un total de 14 especies censadas ecológicamente) y de la distribución de sus abundancias, donde se observa (figura IV.11.11) la presencia de un grupo importante de especies muy abundantes, con más de 150 individuos, representado por taxones típicos de la vegetación original, como dos de las tres especies de mangle presentes en el predio

(*Avicennia* y *Rhizophora*), así como varias plantas halófitas o de dunas; las especies con abundancia media prácticamente están ausentes y las especies raras abarcan un grupo no sobresaliente.

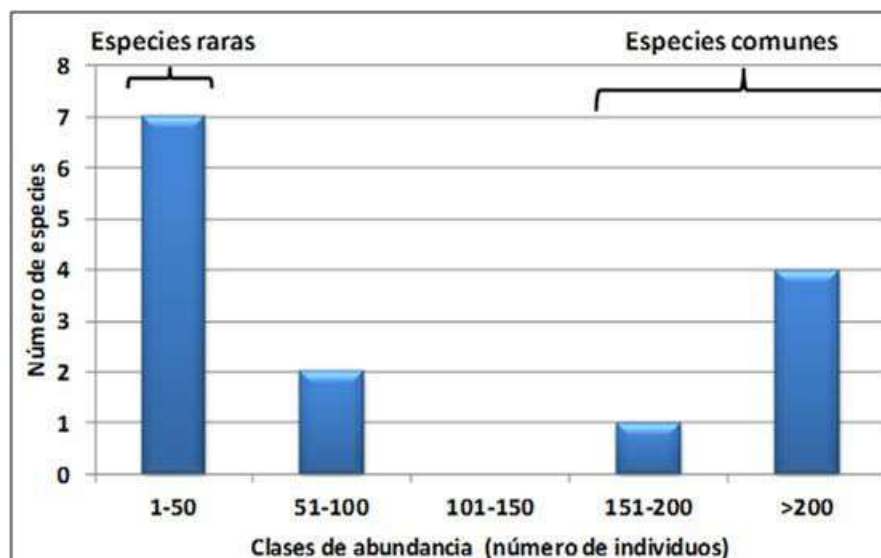


Figura IV.11.11. Número de especies raras y comunes de acuerdo a la densidad.

Dado que la diversidad de un sitio se ve beneficiado cuando el número de especies es grande y todas ellas tienen un número similar de individuos o existe un importante grupo de especies raras, en el predio de interés, la desigualdad evidente en la abundancia de las especies, aunada a un bajo número de ellas, dan como resultado una diversidad media.

Sin embargo, los manglares se caracterizan por estar compuestos de unas cuantas especies de plantas, carecen de hierbas o trepadoras y rara vez conviven epífitas o parásitas; mientras que algunas comunidades halófitas o de dunas suelen ser monotípicas; es decir, son dominadas por una o dos especies (Rzedowski, 2006); por lo anterior, la diversidad media encontrada en el predio de interés resulta normal para los sistemas vegetales que lo componen.

Tabla IV.11.11. Índice de Shannon-Wiener y logaritmo natural para el predio.	
Índice de Shannon-Wiener (H')	$H'/\ln(S)$ (valor de 0 a 1)
2.97	0.66

IV.12. Fauna.

IV.12.1. Aspectos Generales.

La distribución de especies se ha relacionado siempre con patrones generales tales como la latitud o la altitud del sitio a considerar (Pianka, 1966; Graham, 1983). Otros factores que suelen caracterizar a un sitio de manera más local como la topografía, la variación climática, la vegetación y la misma dispersión diferencial de las especies, origina que áreas que de otra manera serían muy homogéneas tengan una mayor variabilidad ambiental favoreciendo el incremento en la diversidad y riqueza de especies (Orinas, 1994).

México cuenta con un extenso litoral (más de 11,000 km de línea de costa), por lo que de manera natural una gran cantidad de actividades productivas se desarrollan en estas regiones, con la consecuente transformación del uso de suelo e impacto sobre las zonas costeras que ello implica (Rosete *et al.* 2006). Estas actividades impactan de manera significativa el desarrollo de la flora y la fauna alterando la conectividad de las áreas y de las poblaciones y generando alteraciones permanentes que provocan su alteración o en algunos casos su proliferación.

México se ha dividido (con base en la distribución de mamíferos terrestres y un análisis de parsimonia) en 15 provincias biogeográficas. De manera general, la zona del proyecto se encuentra en la Provincia Biótica Sinaloense (Álvarez, 1991).

Esta provincia se encuentra hacia el sur de la llanura desértica y comprende desde la cuenca del Río Yaqui en Sonora, hasta la desembocadura del Río Santiago, en Nayarit. Esta provincia comprende la llanura costera sinaloense, bastante angosta, limitada por la sierra Madre Occidental hacia el este. Es bastante homogénea y casi no interrumpida por accidentes orográficos. Hacia el norte el límite está señalado por la presencia del desierto sonorense y hacia el sur por la práctica desaparición de la llanura sinaloense debido a la presencia de elevaciones montañosas muy cercanas a la costa. Las elevaciones montañosas de hasta 1,500 metros sobre el nivel del mar, cercanas a la costa, determinan una muy angosta franja costera con una anchura en promedio no mayor a 10 kilómetros.

IV.12.2. Mastofauna.

De manera particular, con respecto a los mamíferos el territorio mexicano ocupa el tercer lugar en cuanto a riqueza de este grupo de especies en el mundo, solo detrás de Indonesia y Brasil (CONABIO 2009). Los mamíferos son un grupo de vertebrados que por su importancia funcional son un componente relevante de los ecosistemas en que habitan, porque ayudan a la dispersión de semillas, a la polinización de diversas especies de plantas, controlan las poblaciones de animales (insectos y mamíferos pequeños) y de plantas, al alimentarse de ellos.

En el predio no se observaron mamíferos mayores ni hábitats adecuados o corredores naturales para estos. Entre los mamíferos comunes del SAR se encuentra el Mapache (*Procyon lotor*) y el Delfín Nariz de Botella (*Tursiops truncatus*). En los cuerpos lagunares hay vertebrados marinos como el lobo marino (*Zalophus californianus*), siendo la Bahía de Topolobampo una zona de sus zonas migratorias. En toda la zona es abundante la presencia de varios vertebrados terrestres pequeños como la rata canguro, conejos y ardillas.

En relación a lo anterior, se sabe que los mamíferos pequeños, como los roedores son consumidores importantes de semillas y algunos murciélagos se alimentan de polen y néctar, por lo que su actividad alimentaria influye en la estructura de la vegetación en la que viven (Grant y French, 1980; Sieg, 1988; Briones, 1996; Challenger, 1998; Galindo-González et al., 2000; Bagchi et al., 2006).



Figura IV.12.1. Conejo del desierto (*Sylvilagus audubonii*).



Figura IV.12.2. Huellas de mapache (*Procyon lotor*) en dirección al manglar.

Los mamíferos tienen un gran impacto sobre los ecosistemas terrestres, además de un alto valor económico y social (Challenger, 1998; Vaughan et al., 2000). Sin embargo, el predio ofrece pocos espacios para este tipo de fauna y únicamente en espacios alterados previamente.

Comparando las especies presentes en el predio con las especies potenciales es evidente que la diversidad en el predio es baja, lo cual probablemente se debe a las transformaciones del sitio y la baja cobertura vegetal.

IV.12.3. Anfibios y Reptiles.

Los anfibios y reptiles son uno de los grupos más vulnerables a la perturbación del hábitat, pues son sumamente sensibles a los cambios en la calidad de los factores bióticos (agua, aire, suelo, etc.) de un ambiente (Wilson et al., 2010).

Los anfibios y reptiles son susceptibles a los cambios de la calidad del hábitat y a sus relaciones ecológicas con su microhábitat y ambiente, lo que los hace realmente útiles como indicadores de un ambiente (Duelman, 2001). De hecho la riqueza de especies y las abundancias relativas de anfibios y reptiles de forma conjunta, suelen ser buenos indicadores del estado de conservación que guarda el entorno natural donde se encuentren, por ejemplo, algunas especies tanto de anfibios y reptiles (las más abundantes y generalistas en cuanto al hábitat y alimento) es muy común observarlas en ambientes alterados y con una reducción de la calidad del hábitat.

La herpetofauna del estado de Sinaloa ha sido pobremente estudiada y que en la actualidad solo se cuenta con registros aislados y que a la fecha no se conoce la lista de especies de anfibios y reptiles para algunas regiones del estado, por lo que un punto importante y como objetivo de alto interés, será conocer la lista de las diferentes especies de anfibios y reptiles que habitan en esta región. Los tipos de reptiles se encuentran en el SAR incluyen especies como *Calisaurus draconoides*, la iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), la Boa (*Boa constrictor*) y la cascabel (*Crotalus basiliscus*).

En el predio del proyecto se encontraron pocas especies de reptiles y anfibios. Sin embargo, entre esta especies se encontró a la iguana negra, *Ctenosaura pectinata*.



Figura IV.12.3. Iguana negra (*Ctenosaura pectinata*), en los bordos.

La iguana habita entre las rocas de los bordos y se encuentra enlistada en la NOM-ECOL-059-2010. Otras especies importantes reportadas en la zona marina se encuentran la tortuga Golfina (*Lepidochelys olivacea*), la tortuga Laúd (*Dermochelys coriacea*) la cual se encuentra en peligro crítico, la tortuga de Carey (*Eretmochelys imbricata*) y la tortuga Negra o Prieta (*Chelonia agassizi* o *Chelonia mydas agassizii*). Las lagunas y el área marina adyacente son importantes para su alimentación y desarrollo, aunque no en la zona inmediata al predio del proyecto no hay áreas adecuadas para anidación.

Actualmente estas cuatro especies se encuentran en categoría de especies en peligro por la Norma Oficial Mexicana (NOM-ECOL-059-2010). La tortuga laúd (*Dermochelys coriacea*) y la tortuga Carey (*Eretmochelys imbricata*) son especies en la categoría de crítica en peligro por la IUCN (IUCN, 2004) y la NOM (NOM, 2010) y la tortuga negra (*Chelonia agassizii*) especie en peligro por la Norma Oficial Mexicana.

IV.12.4. Aves.

En la región existe una gran diversidad de avifauna, de las cuales algunas son endémicas a México, una más tiene distribución restringida a México y áreas aledañas y ninguna especie restringida a la provincia (Escalante, 1993). Estas aves ocupan de manera diferenciada los distintos ecosistemas, incluyendo las áreas de cultivo, el manglar y el litoral. Uno de los rasgos más notorios de la zona es que hay anidación de pelícanos (*Pelecanus occidentalis*).

Las islas en la bahía son áreas muy importante para anidación y descanso de aves, y pertenecen al Área de Protección de Flora y Fauna “Islas del Golfo de California” (zona sur). Entre las aves que se encuentran anidando en la Isla Patos, la más cercana la proyecto, se observaron colonias de pelicano gris (*Pelecanus occidentalis*), del cormorán o pato buzo (*Phalacrocorax auritus*) y de la fragata (*Fregata magnificens*).



Figura IV.12.4. Aves en el predio en la época de lluvias.

En el sistema Santa María-Topolobampo-Ohuira también se encuentran especies de avifauna como el quebrantahuesos, halcones y garzas, incluyendo algunas sujetas a protección especial por la NOM-ECOL-059-2010 tales como la gaviota ploma (*Larus heermanni*), la garceta rojiza (*Egretta rufescens*), la cigüeña americana (*Mycteria americana*), la gaviota pata amarilla (*Larus livens*), el charrán mínimo (*Sternula antillarum*) y el charrán elegante (*Thalasseus elegans*). Ninguna de estas especies anida sobre las áreas que ocupará el proyecto.



Figura IV.12.5. Cormorán (*Phalacrocorax auritus*).



Figura IV.12.6. Pelicano café (*Pelecanus occidentalis*) en la bahía.

Durante los periodos de inundación, los predios para el proyecto son utilizados por las aves como sitio de descanso y alimentación. Sin embargo, los predios no contienen áreas de anidación ni vegetación que sirvas como percha. Adicionalmente, debido a que los periodos de desecación son muy grandes, los terrenos no son un hábitat adecuado para muchas especies de infauna, por lo que las fuentes de alimentos dependen del material que arrastra el agua. Por esta razón, se considera que el valor ecológico de este predio en particular es bajo.



Figura IV.12.7. Grupo multiespecífico de aves en la Isla Los Patos.



Figura IV.12.8. Garza rojiza (*Egretta rufescens*) en el terreno.



Figura IV.12.9. *Nyctanassa violacea* a la orilla de la Bahía de Ohuira.



Figura IV.12.10. *Ardea herodias* (Garzón cenizo) y *haematopus palliatus*.



Figura IV.12.11. *Fregata* común (*Fregata magnificens*).



Figura IV.12.12. Chorlito semipalmeado (*Charadrius semipalmatus*).



Figura IV.12.13. Rascón picudo, *Rallus longirostris*.



Figura IV.12.14. Candelero mexicano, *Himantopus mexicanus*.



Figura IV.12.15. Playerito mínimo (*Calidris minutilla*) en el terreno del proyecto.



Figura IV.12.16. Zopilote aura, *Cathartes aura*, sobre la bahía de Ohuira.



Figura IV.12.17. Hembra de zanate (*Quiscalus mexicanus*) a la orilla del terreno.



Figura IV.12.18. Aves passeriformes en la vegetación ruderal.

IV.12.5. Fauna Acuática.

El litoral del Golfo de California está poblado por una gran cantidad de especies de invertebrados, incluyendo representantes de todas las clases de molusco. Estos invertebrados forman parte de la provincia faunística Panameña (Keen, 1971). La fauna marina de Topolobampo y Ohuira está compuesta por peces, moluscos, poliquetos, equinodermos, crustáceos, tortugas, así como mamíferos marinos (Figura IV.12.19).

Se han reportado que la fauna bentónica es diversa y en ella están representados cnidarios, moluscos, poliquetos, así como decápodos, isópodos y estomatópodos (Hernández et al., 1988). Por otra parte, la zona es un área de crianza y reclutamiento de especies de escama, habiéndose registrado alrededor de 109 especies y 76 géneros pertenecientes a 45 familias (Balart et al., 1992; Gutiérrez-Barreras, 1999).



Figura IV.12.19. Tonina (*Tursiops truncatus*) en la bahía de Topolobampo.

En un estudio de la fauna asociada a las raíces de los manglares, frente al canal de toma de agua de la CFE, Díaz Gaxiola (2012) reportó que se recolectaron 45 especies y de ellas, tres fueron registradas en más de 6 muestreos. *Tagelus longisinuatus* tuvo nueve registros en los meses de enero a julio, septiembre y octubre y enero de 2011, le siguió *C. subrugosa* con ocho registros de marzo a septiembre de 2010 y en enero de 2011.

Anadara grandis fue registrada en seis meses de enero a mayo, julio y agosto y noviembre de 2010. Las 42 especies restantes tuvieron registros de aparición menores de seis. *A. amphrite* y *A. improvisus* fueron reportadas con un mayor número de organismos en ese sitio, con 2,709 y 1,064 respectivamente (54.87% y 21.55% de abundancia relativa), seguidos por *Clibanarius panamensis* con 151 organismos (3.06%), *Microeuraphia sp* con 146 (2.96%), *Cantharus macrospira* con 114 organismos (2.31%) y *Natica chemnitzii* con 50 (1.01%). Las 81 especies restantes tuvieron una abundancia menor al 1% (Díaz Gaxiola, 2012).

La información contenida en los estudios previos de la zona será de gran utilidad para la selección de los grupos que se podrán muestrear como parte de los estudios de línea base del proyecto y para establecer la dinámica de las poblaciones cuando la planta este en operación, para poder definir si son necesarias mayores medidas de control en la descarga de agua.

IV.13. Paisaje.

Las Bahías de Topolobampo y de Ohuira son zonas que se desde la llegada de los primeros residentes en siglo XIX fue distinguida por su alta calidad paisajística. Sin embargo, como se señala en el PDDU del Puerto de Topolobampo (IMPLAN, 2009), la imagen urbana de esta localidad se generó de manera espontánea, sin un manejo ordenado o inducido adecuado. Debido a que una gran cantidad de sus construcciones se presentan en mal estado y sin orden, en sus alrededores contrarrestan la impresionante belleza natural que enmarca las bahías (figura IV.13.1).



Figura IV.13.1. Panorámica del sitio y la Bahía de Ohuira.

En particular, para el sitio del proyecto la riqueza del paisaje está limitada por la distancia a las serranías en la margen opuesta de la laguna y por los elementos antropogénicos que dominan el panorama cercano.

En efecto, resaltan como imagen distintiva del sitio la chimenea de la CFE y el complejo de PEMEX. Además, la presencia de las líneas de alta tensión y la infraestructura asociada, contribuyen a reducir más el impacto visual de los elementos naturales.

La zona urbana de Topolobampo no es visible desde el predio, pero las instalaciones industriales mencionadas si lo son. A su vez, la planta no podrá ser observada desde la ciudad, excepto cuando se transite por el camino al muelle el cual, aunque no es un camino restringido, no es un acceso usual para visitantes o residentes del puerto (figura IV.13.1).



Figura IV.13.2. Paisaje visto desde el camino al muelle en dirección al predio.

Otro punto desde donde se podrá observar el sitio del proyecto es la carretera Los Mochis -Topolobampo, pero esta se encuentra a 1.8 km. En este caso el paisaje seguirá siendo dominado por las instalaciones de PEMEX, con sus tanques de almacenamiento y por la pluma de la chimenea de la CFE.

Cabe mencionar que el predio en sí mismo no contiene elementos visuales notables (figura IV.13.3), salvo quizás en la época en que se encuentra inundado y grupos de aves se posan en el terreno.



Figura IV.13.3. Paisaje actual del sitio en dirección a la Bahía de Ohuira.

IV.14. Medio Socioeconómico.

IV.14.1. Aspectos Demográficos.

El municipio de Ahome posee una superficie de 4,003.56 km², con una densidad poblacional de 103.98 habitantes por km². La población total del municipio es de aproximadamente 416,299 habitantes (INEGI, 2012).

De acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2010 realizado por el Instituto Nacional de Geografía e Informática (INEGI, 2010) del total de 416,299 habitantes, 205,435 son hombres y 210,864 son mujeres.

Al igual que en otros municipios de la llanura costera del Pacífico, existen grandes extensiones de cuerpos costeros y de humedales. Su comercio es muy activo, ya que distribuye gran parte de los productos agrícolas de la zona, con la mayor actividad comercial en la ciudad de Los Mochis.

Las tablas IV.14.1 a IV.14.4 se presentan algunos datos generales respecto a la población de la zona. Además de los datos locales se incluyen datos de la República Mexicana y del estado de Sinaloa, con fines comparativos.

Tabla IV.14.1. Población y densidad poblacional de la zona de influencia del proyecto.				
Entidad	No. de municipios	Población total	Superficie (km ²)	Densidad (h/km ²)
México	2,457	112,336,538	1,964,375	57.1869108
Sinaloa	18	2,767,761	57,377.16	48.2380271
Ahome	1	416,299	4,003.56	103.982206
¹ Incluye 5,127 km ² de islas. Fuente: INEGI, 2013; SEGOB, 2010.				

Tabla IV.14.2. Distribución de la población por sexo en las entidades consideradas.					
Entidad	Población Total	Hombres		Mujeres	
		Población	%	Población	%
México	112,336,538	54,855,231	48.83	57,481,307	51.16
Sinaloa	2,767,761	1,376,201	49.72	1,391,560	50.27
Ahome	416,299	205,435	49.34	210,864	50.65
Fuente: INEGI, 2013; SEGOB, 2010.					

De acuerdo con el INEGI, del total de habitantes del municipio de Ahome hay 81,358 que son considerados como población rural y 334,941 como población urbana. En el año 2010, este municipio contaba con 399 núcleos de población de los cuales 394 son rurales y únicamente 5 son urbanos.

Tabla IV.14.3. Clasificación de las localidades de acuerdo al tipo de asentamiento.					
Entidad	Total de localidades	Asentamientos rurales *		Asentamientos urbanos	
		N	%	N	%
México	192,200	188,548	98.1	3,652	1.9
Sinaloa	5,845	5,803	99.28	42	0.72
Ahome	399	394	98.75	5	1.25
* Considerando a la población rural ampliada, de localidades de hasta 5,000 habitantes. Fuente: INEGI, 2010; SEGOB, 2013.					

Tabla IV.14.4. Distribución de la población de acuerdo al tipo de localidad.					
Entidad	Población total	Población rural		Población urbana	
		N	%	N	%
México	112,336,538	26,062,077	23.2	86,274,461	76.8
Sinaloa	2,767,761	752,831	27.2	2,014,930	72.8
Ahome	416,299	81,358	19.54	334,941	80.46
Fuente: INEGI, 2010; SEGOB, 2013.					

En particular, en el SAR se encuentran 49 asentamientos, la mayoría de los cuales pertenece al municipio de Ahome. Estas localidades poseen en conjunto un total de 323,598 habitantes.

Tabla IV.14.5. Resumen de características demográficas de las localidades en el SAR.							
Clave	Localidad	Población total	Población de 15 años y más analfabeta	Población económicamente activa	PEA Ocupada	Total de viviendas habitadas	Municipio
0001	Los Mochis	256,613	3,213	109,396	104,409	70,009	Ahome
0138	Juan José Ríos	23,553	849	8,893	8,403	5,804	Guasave
0240	Topolobampo	6,361	136	2,504	2,282	1,691	Ahome
0120	Compuertas	4,156	110	1,550	1,390	998	Ahome
0205	Primero de Mayo	3,710	141	1,441	1,305	901	Ahome
0049	Bachoco	3,226	159	1,231	1,124	813	Guasave
0183	Ejido Mochis	2,924	81	1,121	1,054	760	Ahome
0115	Cerrillos (Campo 35)	2,677	119	944	897	663	Ahome
0189	Nueve de Diciembre	2,103	46	904	814	510	Ahome
0193	Ohuira	2,066	68	727	700	502	Ahome

Tabla IV.14.5. Resumen de características demográficas de las localidades en el SAR.

Clave	Localidad	Pobla- ción total	Población de 15 años y más analfabeta	Población economi- camente activa	PEA Ocupada	Total de viviendas habitadas	Municipio
0215	Ricardo Flores Magón	1,993	64	763	723	487	Ahome
0801	Campo La Arrocera	1,709	94	642	577	387	Ahome
0088	Benito Juárez	1,515	43	545	521	379	Ahome
0197	Plan de Ayala (Campo Cinco)	1,323	42	486	458	346	Ahome
0174	Louisiana	855	40	338	311	225	Ahome
0349	Paredones	843	25	330	321	199	Ahome
0441	Cuatro Milpas	805	54	295	292	187	El Fuerte
0448	Lázaro Cárdenas (Muellecito)	794	62	277	266	195	Ahome
0227	La Genoveva	711	42	241	240	177	El Fuerte
0199	Plan de San Luis	710	23	251	238	191	Ahome
0370	Rosendo G. Castro	670	28	245	198	173	Ahome
0815	El Uno	649	47	206	202	149	Ahome
0947	Pueblo Nuevo Luis Echeverría	648	48	232	228	145	Ahome
0299	Héroes Mexicanos	547	13	165	162	122	Guasave
0489	Kilómetro Diecinueve	521	46	163	148	111	El Fuerte
0198	Plan de Guadalupe	305	13	102	92	80	Ahome
0546	Guadalupe Estrada	211	9	74	60	56	Ahome
0447	Bachoco Número Dos (Macochín)	206	9	66	59	55	Ahome
0088	La Galera	193	5	67	64	43	El Fuerte
0332	Babujaqui	186	10	67	54	49	Guasave
0532	Cerro Cabezón (El Chorruto)	173	15	62	60	44	Ahome
0626	Ejido Topolobampo	103	1	48	40	25	Ahome
0430	Guayparime	101	12	37	29	25	Guasave
0627	Tortugas Dos	93	5	32	31	23	Ahome
0514	Carrizo Grande	86	6	37	36	27	Ahome
0807	Campo el Porvenir	49	6	17	15	10	Guasave
0614	Santa Eduwiges	47	*	*	*	1	Ahome
0800	El Maviri (Baviri)	23	1	16	16	11	Ahome
0165	La Sucursal Jiquilpan	22	1	9	8	5	Ahome
0562	Campo Louisiana	19	1	5	4	3	Ahome
0926	La Diez	18	*	*	*	2	Guasave
0844	San Felipe (Empaque)	14	0	4	4	3	Ahome
0577	Ohuira	13	*	*	*	1	Ahome
1134	Campo Las Margaritas Dos	12	*	*	*	2	Guasave
0631	El Tubo	11	3	5	5	5	Ahome
0443	El Milo	10	0	5	5	3	Ahome
0243	San Luis	10	0	5	5	3	Guasave
0875	Campo el Tajito	10	*	*	*	1	Guasave
1177	La Escondida	1	*	*	*	1	Ahome
Localidades cercanas al sitio del proyecto.							

El principal problema que provocan los asentamientos humanos, desde el punto de vista ambiental, es el aporte de materia orgánica al suelo y cuerpos de agua, así como el cambio de usos del suelo para actividades agropecuarias.

- **Tasa de crecimiento de población considerando por lo menos 20 años antes de la fecha en que se realiza la manifestación de impacto ambiental.** Según el censo de población y vivienda realizado en el año de 1980, la población del municipio de Ahome era de 254,681 habitantes. La tasa anual de crecimiento de la población entre 1980 y 1990 fue del 1.77%, aumentando a 2.32% de 1990 a 1995, con un descenso a 1.07% de 1995 al 2000. Entre el 2000 y el 2005 la tasa anual de crecimiento aumento a 1.57 % anual y 1.40 % ente el 2005 y el 2010. El aumento que se presentó entre 1990 y 1995 coincide con el desarrollo de las obras de modernización del puerto de Topolobampo.

Tabla IV.14.6. Tasa de crecimiento de población en el municipio Ahome, Sinaloa.			
Año	Población	Tasa de Crecimiento	
		Periodo	%
1980	254,681	1980-1990	1.77
1990	303,558	1990-1995	2.32
1995	340,454	1995-2000	1.07
2000	359,146	2000-2005	1.57
2005	388,344	2005-2010	1.40
2010	416,299		
Fuente: INEGI, 2010; SEGOB, 1998.			

IV.14.2. Aspectos económicos.

- **Empleo.** Para la construcción del proyecto se emplearán mano de obra de ciudades cercanas al sitio del proyecto, incluyendo Los Mochis y Topolobampo. Asimismo, puede emplearse a los residentes de las comunidades rurales asentadas alrededor de la Bahía de Ohuira, los cuales se dedican a la pesca y la agricultura, pero que complementan sus ingresos participando en el sector de la construcción.

Además, en Los Mochis y Topolobampo es posible encontrar personal capacitado en labores industriales, los cuales serán de importancia para la etapa de operación del proyecto, especialmente para aquellos que prefieran los trabajos que ofrecerán las instalaciones de la planta de amoniaco en lugar de la migración hacia otras entidades de la república.

- **Salario mínimo vigente.** De acuerdo con la resolución publicada en el Diario Oficial de la Federación el día 26 de noviembre de 2012, la distribución por áreas geográficas de los Salarios Mínimos generales y profesionales vigentes en el territorio nacional se modificó, quedando únicamente dos áreas geográficas A y B. Por tal motivo el municipio de Ahome, Sinaloa, ahora pertenece al Área Geográfica B donde el salario mínimo general vigente a partir del 1 de enero del 2013 es de 61.38 pesos diarios. A excepción del municipio de Huetabampo, Sonora, el resto de los municipios colindantes con Ahome pertenece a la misma zona geográfica, por lo que no se considera que este sea un factor que determine la migración dentro de la región.
- **Población económicamente activa.** La población económicamente activa se presenta en la tabla IV.14.7. Como población económicamente activa se considera a todos los sujetos mayores de 12 años que han trabajado o que han buscado empleo en un periodo determinado. La población económicamente activa en el municipio era de 166,814 trabajadores para el año de 2010, en una proporción de un trabajador por cada 2.49 personas del total de la población.

De igual manera se tenía una población económicamente inactiva (desempleados) hasta de 8,476 trabajadores (1.62 %). Esta tasa es fluctuante, ya que existen variaciones periódicas originadas por el empleo eventual principalmente dentro de las actividades agrícolas y acuícolas.

Tabla IV.14.7. Población económicamente activa de las entidades consideradas.				
Entidad	Población económica-mente activa	Población no económica-mente activa	Población ocupada	Población desocupada
Sinaloa	1,107,112	1,013,041	1,063,654	43,458
Ahome	166,814	154,472	158,338	8,476

- **Marginación.** El municipio presenta baja marginación, presentando una mejoría respecto a la década anterior, pasando de baja a muy baja.

Tabla IV.14.8. Grado de marginación, 1980 al 2010, en el municipio de Ahome, Sin.						
	Marginación 1980	Marginación 1990	Marginación 1995	Marginación 2000	Marginación 2005	Marginación 2010
Grado de Marginación:	-17.85	-1.471	-1.277	-1.335	-1.356	-1.349
Índice de Marginación	Media	Baja	Baja	Muy Bajo	Muy Bajo	Muy Bajo
Lugar a nivel nacional	2,252	2,233	-	2,230	2,265	2,259
Fuente: SEGOB, 2003.						

Tabla IV.14.9. Índice de Desarrollo Humano, 2005	
Indicador	Valor
Índice de Desarrollo Humano	0.88
Grado de Desarrollo Humano(*)	Alto
Posición a nivel nacional	55

Tabla IV.14.10. Indicadores de Desarrollo Humano Ahome, 2005	
Indicador	Valor
Tasa de mortalidad infantil	12.28
Tasa de alfabetismo(1)	95.98
Tasa de asistencia escolar de la población de 6 a 24 años de edad	72.82
Ingreso per cápita anual ajustado a cuentas nacionales (dólares PPC)	14,505
Índice de salud (2)	0.9202
Índice de educación(3)	0.8826
Índice de ingreso(4)	0.8307

IV.14.3. Tipo de tenencia de los terrenos adyacentes.

Con relación a la tenencia de la tierra, alrededor del sitio del proyecto, ahí hay terrenos ejidales, federales y privados. Los terrenos para el proyecto son de propiedad privada, mientras que el derecho de vía en el que se instalará el amonioducto y la terminal de carga en Topolobampo son propiedad de PEMEX.

IV.14.4. Aspectos culturales.

La región de Topolobampo tiene un importante valor histórico en lo relativo al nacimiento y desarrollo de las poblaciones del noroeste del estado de Sinaloa, ya que en el sitio se ensayó uno de los proyectos sociales más relevantes a nivel internacional de finales de siglo XIX, mismo que fue dirigido por Albert K. Owen, quien buscaba desarrollar la región con el modelo social-económico basado en el socialismo utópico. Aunque dicho proyecto no logró sus objetivos, si estableció las bases para el desarrollo posterior de la región.

- **Presencia de grupos religiosos.** En el municipio de Ahome la mayor parte de la población profesa la religión católica (82.2%), aunque se ha incrementado la diversidad religiosa, con un aumento en los miembros de las iglesias protestantes, evangélicas y bíblicas no evangélicas, así como aquellas sin adscripción religiosa. En menor número existen personas de las religiones judía y otras de origen oriental.

Tabla IV.14.11. Distribución de la población de acuerdo a la religión que profesa.				
Entidad	Personas con Religión Católica	Personas con Religiones Cristianas No Católicas	Personas con Religiones de Origen Oriental	Personas sin Adscripción Religiosa
Sinaloa	2,320,206	204,433	1,218	194,619
Ahome	342,238	38,143	287	28,175

- **Localización y caracterización de recursos y actividades culturales y religiosas identificadas en el sitio donde se ubicará el proyecto.** La zona urbana de Topolobampo cuenta con algunas facilidades recreativa, incluyendo un atractivo malecón situado frente a la bahía, pero es en la cercana ciudad de Los Mochis donde se cuenta con mayor oferta y diversidad en cuanto a actividades culturales.
- **Grupos étnicos.** Ni el municipio de Ahome ni los terrenos para el proyecto se pueden considerar como regiones étnicas, es decir, zonas en las que predomina la lengua y costumbres de los habitantes prehispánicos de la región. La población originaria de esta región son los Mayos, cuyas comunidades en Sinaloa se distribuyen en los municipios de El Fuerte, Choix, Guasave, Sinaloa de Leyva y Ahome.

Debido a su proceso histórico, los mayos han tenido que compartir su territorio con mestizos. Prácticamente en todas las comunidades ambos grupos conviven y en algunas localidades los indígenas han sido desplazados por el otro grupo; los mayos viven preferentemente en comunidades donde se localizan sus centros ceremoniales como son: Júpare, Etchojoa, San Pedro, San Ignacio Cohuirimpo, Pueblo Viejo, Navojoa, Tesia, Camoa, Huatabampo y Conicárit en el estado de Sonora.

Tabla IV.14.12. Población de la zona de estudio de acuerdo a la lengua que habla.					
Entidad	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y no habla español	Población de 3 años y más que habla alguna lengua indígena y habla español	Población de 5 años y más que habla alguna lengua indígena	Población en hogares censales indígenas
Sinaloa	23,841	112	19,675	23,426	49,972
Ahome	5,226	14	4,631	5,188	12,447

- **Migración.** De acuerdo con al información del Sistema Nacional de Información Municipales (SNIM), la migración hacia el municipio es baja. Los procesos migratorios están influidos por la oferta de oportunidades y por el desarrollo económico de la región.

Tabla IV.14.13. Población total por lugar de nacimiento según sexo, 2010.			
Lugar de nacimiento	Población total		
	Total	Hombres	Mujeres
En la entidad federativa	372,410	183,448	188,962
En otra entidad federativa	39,951	19,962	19,989
En los Estados Unidos de América	1,816	919	897
En otro país	264	156	108
No especificado	1,858	950	908
Total	416,299	205,435	210,864
Fuente: SEGOB, 2013.			

IV.14.5. Infraestructura y Servicios.

- **Vivienda.** Los resultados del censo del 2010 señalan que en el municipio había 108,911 viviendas habitadas, de las cuales 108,895 eran particulares y 15 colectivas.

La mayor parte de las viviendas sirven como habitación a entre 3 y 5 habitantes, con un promedio de 3.8 hab/viv, es decir son habitaciones familiares. También se ha reportado que el número de viviendas desocupadas en la región es alto, por lo que el número de habitantes por vivienda sería mayor. Un proyecto como este no requiere permanentemente mano de obra en cantidades tan altas que puedan requerir del desarrollos o núcleos habitacionales asociados.

Tabla IV.14.14. Viviendas habitadas y sus ocupantes según tipo de vivienda, 2010.						
Municipio	Viviendas habitadas			Ocupantes a/		
	Total	Particulares	Colectivas	Total	Particulares	Colectivas
Estado	713,296	713,142	154	2,767,656	2,757,661	9,995
Ahome	108,911	108,895	16	416,286	414,590	1,696

Tabla IV.14.15. Viviendas habitadas en el municipio, por tipo de vivienda.		
Tipos de vivienda	Número de viviendas habitadas	%
Total viviendas habitadas(1)	108,911	100.00
Vivienda particular	108,895	99.99
Casa	107,410	98.62
Departamento en edificio	668	0.61
Vivienda o cuarto en vecindad	55	0.05
Vivienda o cuarto en azotea	25	0.02
Local no construido para habitación	12	0.01
Vivienda móvil	13	0.01
Refugio	6	0.01
No especificado	706	0.65
Vivienda colectiva	16	0.01

Tabla IV.14.16. Ocupantes en viviendas particulares en Ahome, 2010.		
Tipos de vivienda	Ocupantes	%
Viviendas habitadas(1)	416,286	100.00
Viviendas particulares	414,590	99.59
Casa	409,525	98.38
Departamento	2,280	0.55
Vivienda o cuarto en vecindad	173	0.04
Vivienda o cuarto en azotea	84	0.02
Locales no construidos para habitación	33	0.01
Vivienda móvil	56	0.01
Refugio	21	0.01
No especificado	2,418	0.58
Viviendas colectivas	1,696	0.41
Promedio de ocupantes por vivienda	3.8	No Aplica

- **Infraestructura para Comunicaciones y Transporte.** El municipio de Ahome y la ciudad de Topolobampo están comunicados con el resto del estado y la republica mediante vías terrestres que incluyen un tramo de la autopista de 4 carriles México-Nogales (Carretera Federal 15) que comunica los estados costeros del norte y el sur de la república. Existe además una red de carreteras asfaltadas de dos carriles, terracerías, brechas y veredas (Tablas IV.3.17 y IV.3.18), incluyendo la carretera estatal 22 Topolobampo-Los Mochis, la carretera estatal 15 Guasave-Los Mochis y la carretera estatal 32 Choix-Los Mochis.

Los servicios de transporte público son ofrecidos por diversas empresas de autobuses foráneos de pasajeros, aunque en Los Mochis no se cuenta con una terminal que aglutine todas las líneas que prestan el servicio federal y estatal.

Tabla IV.14.17. Longitud de la red carretera según tipo de camino (Kilómetros).								
Municipio	Total	Troncal federal a/		Alimentadoras estatales b/		Camino rurales		
		Pavimen-tada c/	Reves-tida	Pavimen-tada c/	Reves-tida	Pavimen-tada	Reves-tida	Terracería
Estado	16,708	1,190	0	3,229	0	0	5,581	6,707
Ahome	2,939	103	0	338	0	0	1 701	797
Al 31 de diciembre de 2011								

Los servicios de transportación marítima se concentran en el Puerto de Topolobampo, donde actualmente se atienden cargas con origen o destino a países de Asia, Norteamérica, Suramérica y la Unión Europea principalmente. Mantiene un intercambio de exportación e importación de diversos productos tales como: maíz, fertilizantes y mineral de hierro.

Tabla IV.14.18. Volumen de la carga marítima movida en Topolobampo (Miles de toneladas).					
Puerto	Total	Altura		Cabotaje	
		Importación	Exportación	Entrada	Salida
Total Estatal	8,597	1,309	979	4,400	1,909
Topolobampo	5,391	1,072	741	2,266	1,312
Fuente: SCT. Coordinación General de Puertos y Marina Mercante.					

Entre los años 2008 y 2011 se construyeron en el puerto 25 hectáreas de patios, un muelle de gráneles de 260 metros de longitud y 14.70 m de profundidad, el dragado de construcción del canal de navegación principal de 17 km de longitud y 14.70 m de profundidad y la construcción de 1.5 km de vías de ferrocarril en la zona de ampliación.

La terminal marítima de PEMEX, especializada en el manejo de productos petroleros, cuenta con una superficie total de 68,353.6 m², que incluyen 55,896.9 m² de zona de agua y 8,688.6 m² de área operativa. Tiene dos posiciones de atraque de 156 m cada una, con 12 metros de profundidad.

El puerto cuenta con servicio de ferrocarriles operado por Ferromex, mediante una línea que entronca con las vías de la ruta de México a Nogales y de oeste a este, el ferrocarril Chihuahua-Pacífico, que va del puerto de Topolobampo a Creel, Chihuahua. El proyecto no requiere de transporte ferroviario.

Entre Topolobampo y la ciudad de Los Mochis se localiza el Aeropuerto Internacional de Los Mochis, el cual brinda servicio nacional con vuelos comerciales a la Ciudad de México, Guadalajara, Tijuana, Hermosillo, Loreto, San José del Cabo, La Paz, Chihuahua y Monterrey, entre otros. En el operan líneas aéreas nacionales como Aeroméxico y Volaris, así como líneas troncales como Aeroservicios Guerrero, Transportes Aeropacífico y Aerocalafia. Por mar, tiene servicio diario de Ferry a La Paz, Baja California Sur.

Tabla IV.14.19. Características del Aeropuerto Internacional de Los Mochis.		
Concepto	Estado	Los Mochis
Aeropuertos	3	1
Longitud de pistas de aterrizaje (Metros)	NA	2,000
Superficie de pistas (Miles de metros cuadrados)	NA	90
Superficie de plataformas (Miles de metros cuadrados)	NA	35
Superficie de rodajes (Miles de metros cuadrados)	NA	47
Fuente: Centro SCT Sinaloa. Subdirección de Transporte.		

IV.14.6. Servicios Públicos.

Los servicios básicos en el municipio incluyen energía eléctrica en la mayor parte de las comunidades alrededor de la laguna y a lo largo de la carretera Topolobampo-Los Mochis. En los Mochis y Topolobampo hay calles pavimentadas, drenaje y alcantarillado.

- **Abastecimiento de agua y servicio de drenaje.** Para Topolobampo El 98% de las viviendas cuentan con agua potable. La planta potabilizadora se localiza a 10 Km. del Puerto de Topolobampo con una capacidad de 90 l/s, las líneas principales de suministro se ubican en el Blvd. Salvador Alvarado y la antigua carretera a Los Mochis, con diámetros de 10" y 15" respectivamente.
- **Energéticos (combustibles).** Los combustibles que se utilizan en la zona son gasolina y diesel, que se obtienen en gasolineras, la mayoría asentadas en las zonas urbanas de Topolobampo y Los Mochis o en las gasolineras adyacentes a la carretera.
- **Energía eléctrica.** El suministro de energía eléctrica está a cargo de la Comisión Federal de Electricidad. Existe una cobertura del 100% en Topolobampo. La termoeléctrica Juan de Dios Bátiz, cercana al sitio del proyecto, garantiza el servicio requerido, asimismo abastece las demandas de otras localidades de la región. El proyecto generará, como parte del proceso productivo, alrededor del 95% de la electricidad que requiere y sólo usará 5% del servicio de la CFE.

- **Sistema de manejo de residuos.** En Topolobampo no existe un deposito oficial (municipal) en las inmediaciones del puerto, por lo que es común encontrar parte de los desechos generados por la población en lotes baldíos, laderas de los cerros y orillas de las Bahías, generando no solo contaminación visual sino un foco permanente de transmisión de enfermedades infecciosas. Esta situación se tendrá en cuenta para la realización del programa de manejo de residuos del proyecto.
- **Drenaje.** A nivel municipal, los servicios de drenaje no son suficientes para toda la población, concentrándose en los centros de población más grandes. En Topolobampo el servicio cubre el 95% de la demanda. Los colectores principal y secundario se localizan por el Blvd. Salvador Alvarado con un diámetro de 24” y por la calle Peña con un diámetro de 15” respectivamente. En las zonas habitacionales ubicadas sobre el Cerro del Chivero el servicio de drenaje es superficial, bajando por los andadores peatonales, se han dado ocasiones en que se han dañado presentando derrames ocasionando focos de contaminación. El proyecto no hará uso de esta infraestructura.
- **Educación.** En 2010, en el municipio la población mayor de 15 años ascendía a 298,544 habitantes (71.71%), de los cuales el 3.31%, (9,893 habitantes) era analfabeta. En Topolobampo esta proporción es de 2.86%. Cabe mencionar que en Topolobampo no se imparte educación en todos los niveles académicos, solamente desde preescolar hasta educación técnica, con un CETMAR, por lo que aquellos que buscan acceder a la educación profesional deben migrar hacia otras partes del estado o de la república.
- **Salud y seguridad social.** En el municipio de Ahome se encuentran representadas las principales instituciones de seguridad social de la nación tales como el ISSSTE y el IMSS, además del servicio de salud estatal. Topolobampo cuenta con 6,361 habitantes de los que 73.7% tienen acceso a servicios de salud; 2,863 son derechohabientes del IMSS, 1,357 del seguro popular y 229 del ISSSTE. El servicio de emergencia de la Cruz Roja dispone únicamente de una ambulancia, por lo que para los planes de emergencia de la planta de amoniaco se consideran principalmente los recursos disponibles a través del Plan de Ayuda Mutua.

Tabla IV.14.20. Condición de derechohabiencia en el municipio de Ahome.											
	Derechohabiente ⁽¹⁾									No derechohabiente	No especificado
	Población total	Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal ⁽²⁾	Pemex, Defensa o Marina	Seguro popular o para una nueva generación	Institución privada	Otra institución ⁽³⁾		
Hombres	205,435	151,015	98,255	13,809	633	35,267	1,449	3,204	2,244	53,587	833
Mujeres	210,864	166,114	106,890	16,756	812	40,500	1,317	3,334	1,132	43,851	899
Total	416,299	317,129	205,145	30,565	1,445	75,767	2,766	6,538	3,376	97,438	1,732

IV.14.7. Actividades Económicas.

Las principales actividades productivas de la región en la que se ubica el área de son las actividades relacionadas a la agricultura, la pesca y la industria portuaria. En el sitio del proyecto se realizan actividades industriales, como la generación de energía eléctrica.

- **Pesca.** El sistema Santa María-Topolobampo-Ohuira es una de las áreas de pesca más importantes del Estado de Sinaloa. Existe una gran flota pesquera compuesta por embarcaciones menores que operan en los cuerpos de agua lagunares y en mar abierto, empleando motores fuera de borda y velas. Las principales especies que se capturan son el camarón, siendo la especie más abundante el camarón café (*Penaeus californiensis*), así como algunas especies de escama como la sierra (*Scomberomorus sierra*), cabrilla (*Paralabrax maculatofasciatus*), pargo (*Lutjanus argentiventris*), y la mojarra (*Eucinostomus dowii*), entre otros.



Figura IV.14.1. Flota de embarcaciones menores en la Bahía de Ohuira.



Figura IV.14.2. Pesca a vela en la Bahía de Ohuira.

- **Actividades Agropecuarias.** La agricultura es una de las principales actividades económicas del municipio, la cual se encuentra altamente tecnificada; presenta una superficie de 174 mil 468 hectáreas (40.17% de la superficie total municipal), con 9 mil 904 unidades de producción rural. Se estima que 151 mil 485 hectáreas son de riego, y 22 mil 983 de temporal y riego. La agricultura de Ahome tiene entre sus principales cultivos los de papa, trigo, frijol, garbanzo, soya, caña de azúcar, algodón, cártamo, tomate, maíz, sorgo, arroz, tomatillo, calabaza y zampaxúchitl.

Entre la problemática del sector agrícola se encuentra el alto costo de algunos de sus insumos principales, incluyendo los fertilizantes. Esta situación será beneficiada por el desarrollo del proyecto, que de esta forma contribuirá al crecimiento regional.

Tabla IV.14.21. Superficies sembrada y cosechada por tipo de cultivo (ha).						
Tipo Cultivo	Superficie sembrada			Superficie cosechada		
	Total	Riego	Temporal	Total	Riego	Temporal
<i>Cultivos cíclicos</i>						
Maíz grano	150,526	150,526	0	87,647	87,647	0
Sorgo grano	45,517	45,517	0	45,488	45,488	0
Papa	7,494	7,494	0	7,494	7,494	0
Frijol	17,481	17,481	0	13,908	13,908	0
Trigo grano	3,566	3,566	0	3,566	3,566	0
Sandía	1,510	10	1,500	1,500	0	1,500
<i>Cultivos perennes</i>						
Caña de azúcar	7,215	7 215	0	5,110	5,110	0
Mango	3,773	3,773	0	2,435	2,435	0
Alfalfa verde	1,191	1,191	0	1,191	1,191	0

Tabla IV.14.22. Superficies de actividades agrícolas en el municipio, año agrícola 2011.					
Municipio	Superficie fertilizada	Superficie sembrada con semilla mejorada	Superficie atendida con servicios de asistencia técnica	Superficie atendida con servicios de sanidad vegetal	Superficie mecanizada
Estado	1,535,503	1,489,488	1,466,755	1,587,526	1,615,249
Ahome	261,371	248,316	261,371	261,371	261,371

- **Turismo.** Actualmente los recursos turísticos del municipio son de baja importancia aunque se busca impulsar las actividades ecoturísticas que se centran principalmente en sitios recreativos como El Maviri. Los servicios hoteleros consisten de instalaciones de una a cinco estrellas que, en el caso de los asentados en Los Mochis, principalmente dan servicio como sitio de descanso a quienes viajan por carretera o visitan la región por negocios. En Topolobampo sólo existe un hotel.

En el sistema lagunar se llevan a cabo actividades turísticas que realizan los pobladores locales organizados como prestadores de servicios, y realizan actividades como paseos en lancha, paseos en “banana” visitas a un estero en donde se encuentra un delfín nariz de botella llamado “Pechocho” el cual es residente de ese estero y se a convertido en un atractivo turístico, pesca deportiva en esteros, entre otras.

La mayor afluencia de visitantes al área se celebra en la temporada de semana santa y durante el verano y es mayormente por visitantes de los poblados aledaños y las ciudades como Los Mochis.

Tabla IV.14.23. Establecimientos de hospedaje registrados, según tipo de alojamiento								
Municipio	Total	Hoteles	Moteles	Casas de huéspedes	Cabañas	Posadas	Trailer parks	Otros
Estado	431	325	42	5	8	7	19	22
Ahome	37	30	6	0	0	0	1	0
Al 31 de diciembre de 2011								

Tabla IV.14.24. Establecimientos de hospedaje registrados, según categoría turística.							
Municipio	Total	Cinco estrellas	Cuatro estrellas	Tres estrellas	Dos estrellas	Una estrella	Sin categoría
Estado	431	33	57	81	41	44	175
Ahome	37	1	8	7	7	5	9
Al 31 de diciembre de 2011							

V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

V.1. Metodología para la Identificación de Impactos Ambientales.

La valoración de los impactos depende de la identificación de los cambios potenciales al entorno, estableciendo las posibles consecuencias de las actividades inherentes al proyecto sobre la zona de influencia en donde se inserta, que en este caso consiste de una porción de terrenos en su mayoría sin cobertura vegetal.

En el Capítulo II de este documento se presentaron las actividades a realizar para el desarrollo del proyecto, incluyendo la planta de producción de amoniaco y los ductos de gas y de amoniaco. En el Capítulo IV se describieron los rasgos distintivos de la zona y los componentes ambientales que pueden ser afectados. Con dicha información se realizará un análisis de áreas impactadas por superposición de mapas y un análisis de las posibles interacciones y de la magnitud de los impactos potenciales. Además, se utilizará un modelo matemático para identificar la zona de dispersión de la descarga de aguas.

Con todos estos análisis se tendrá una visión de la relación Proyecto–Entorno en la que se ha incluido una lista de actividades a realizar de acuerdo con las características del proyecto y los factores ambientales que en general pueden ser afectados en un ambiente que incluye un entorno previamente transformado por la construcción de infraestructura, incluyendo rellenos y canales, para actividades industriales (CFE y PEMEX).

V.1.1. Matriz de Interacciones.

Esta técnica nos brinda una primera aproximación al estudio de acciones y efectos, y está basada en una modificación de la Matriz de Leopold, donde se seleccionarán los componentes que pueden ser afectados por las acciones emprendidas para la consecución del proyecto, así como vislumbrar aquellos factores que serán los más afectados. Con estos se construirá una matriz de interacciones. Para la identificación de los impactos generados por el proyecto propuesto, este se dividió en 5 etapas con 14 actividades, las cuales se incluyen en la matriz de interacciones.

ETAPAS Y ACTIVIDADES DEL PROYECTO

1. Obras y Actividades Provisionales.
 - 1.1. Establecimiento del campamento provisional.
 - 1.2. Acondicionamiento del acceso existente.
2. Preparación del Sitio.
 - 2.1. Construcción de la nueva vialidad.
 - 2.2. Relleno del sitio de la planta.
3. Construcción.
 - 3.1. Construcción de instalaciones de servicios.
 - 3.2. Construcción de la planta de producción.
 - 3.3. Construcción de la toma de agua.
 - 3.4. Construcción de la descarga de agua.
 - 3.5. Construcción del gasoducto.
 - 3.6. Construcción del amonioducto.
 - 3.7. Instalaciones en la terminal de PEMEX.
4. Operación y Mantenimiento.
 - 4.1. Operación del gasoducto.
 - 4.2. Producción de amoniaco.
 - 4.3. Operación del amonioducto.
5. Abandono del Sitio.

En esta fase del proceso comienza con la identificación de las interacciones posibles mediante una matriz que consistirá en un cuadro de doble entrada en cuyas columnas figurarán las acciones del proyecto y dispuestas en filas los componentes medioambientales presentes en el SAR y el predio para el proyecto (Tabla V.1).

Una vez identificadas las interacciones, se inicia la valoración de las mismas, eliminando de la matriz aquellos componentes que no presentan interacciones y considerando la condición del componente del medio que potencialmente puede ser modificado como consecuencia de la realización del proyecto. Para ello se establecen diferentes niveles que se definen de acuerdo a la magnitud de la modificación y se definen como:

- **Sin Interacciones Esperadas.** Cuando las acciones del proyecto no se relacionan con alguno de los componentes ambientales, ya sea porque la distancia o la ubicación no lo permite o porque el componente ambiental no responde a determinados flujos de materia o energía, se considera que la interacción es nula.

- **Efectos Desconocidos o Indefinidos.** En esta categoría se incluyen aquellas interacciones acerca de las cuales no hay antecedentes, o bien que dependan de elemento extrínsecos al proyecto, como pueden ser los juicios subjetivos.
- **Interacción Adversa Relevante.** Se considera cuando un elemento del SAR, resulta aniquilado totalmente o dañado severamente por la implantación del proyecto y cuya prevención o mitigación exige medidas técnicas de gran magnitud y costo.
- **Interacción Adversa Media.** Se presenta cuando un elemento del SAR es parcialmente perturbado por la construcción y operación del proyecto. Cabe aclarar, que en este caso el elemento que ha perdido su integridad o estado prístino, puede coexistir con el conjunto de la obra. Para amortiguar la modificación de las condiciones antes de la construcción del proyecto, se requiere de obras técnicas sencillas.
- **Interacción Adversa No Relevante.** Este nivel de impacto previsible se da cuando la modificación de un elemento es casi nula. También se pueden incluir aquellos procesos o aspectos de la operación que en condiciones normales no tienen efectos sobre el medio ambiente, pero si no se toman las precauciones adecuadas pueden afectarlo de manera negativa. A diferencia del impacto previsible medio, estos no se deben generar por lo que requieren medidas de prevención en lugar de mitigación.

Dado que los impactos pueden ser de carácter adverso o benéfico para el medio ambiente, lo cual constituye el sentido del impacto, a las interacciones anteriores se han agregado dos categorías más, de acuerdo con lo que se presenta en la Tabla V.1, en donde se incluyen los símbolos que se emplearán en la matriz de interacción.

Tabla V.1.1. Simbología de la matriz de interacciones Proyecto-Componentes Ambientales.			
Tipo de Impacto	Símbolo	Tipo de Impacto	Símbolo
Sin Interacciones Esperadas	.	Interacción Adversa No Relevante	□
Efectos Desconocidos o Indefinidos	◇	Interacción Benéfica	●
Interacción Adversa Relevante	■	Interacción Benéfica No Relevante	○
Interacción Adversa Media	■		

Tabla V.1.2. Matriz de Leopold modificada del proyecto para una planta de amoniaco.

Tabla V.1.2. Matriz de Leopold modificada del proyecto para una planta de amoniaco.																			
Elementos Ambientales	PRESENCIA EN EL SITIO DEL PROYECTO	Prepa- ración del Sitio.			Construcción.								Operación y Mantenimiento					Abandono del Sitio * *	
		Acondicionamiento del acceso existente	Establecimiento del campamento provisional	Remoción de vegetación	Relleno del sitio de la planta	Construcción de la nueva vialidad	Colocación de la cimentación	Construcción de la planta de producción	Construcción de instalaciones de servicios	Construcción del gasoducto	Construcción del amonioducto	Instalaciones en la terminal de PEMEX	Producción de amoniaco	Operación del sistema de enfriamiento	Operación de la desaladora	Operación de la planta de tratamiento	Recepción y carga de buquetanques		Mantenimiento de las instalaciones
ATMÓSFERA																			
a. Calidad del aire (partículas)	S	■	.	.	■	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
b. Calidad del aire (gases)	S	.	.	.	■	■	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.
c. Calidad del aire (emisiones fugitivas)	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	■	.	.
d. Ruido	S	.	.	.	■	.	■	.	.	.	.	.	■	■	.	.	.	.	.
GEOLOGÍA Y EDAFOLOGÍA																			
a. Recursos minerales	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
b. Materiales de construcción	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
c. Suelos Lacustres	S	.	.	.	■	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
d. Terrenos inundables	S	.	.	.	■	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
e. Condiciones físicas únicas	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
HIDROLOGÍA																			
a. Drenaje Superficial	S	.	.	.	■	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
b. Aguas Subterráneas	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
c. Recarga de Acuíferos	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
d. Calidad del agua	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	■	■	.	.	.	.
e. Temperatura del agua	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.
f. Salinidad del agua	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.
VEGETACIÓN																			
a. Árboles	S	■	.	.	.	.	.	.	.	■	○	.	.	.	.	.	.	.	.
b. Arbustos	S	■	.	.	■	.	.	.	.	■	○	.	.	.	.	.	.	.	.
c. Vegetación herbácea	S	■	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
d. Especies Protegidas	S	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
e. Productos agrícolas	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
f. Corredores biológicos	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
FAUNA																			
a. Aves	S	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
b. Animales terrestres (mamíferos)	S	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.

Tabla V.1.2. Matriz de Leopold modificada del proyecto para una planta de amoniaco.

Tabla V.1.2. Matriz de Leopold modificada del proyecto para una planta de amoniaco.																			
Elementos Ambientales	PRESENCIA EN EL SITIO DEL PROYECTO	Preparación del Sitio.			Construcción.								Operación y Mantenimiento					Abandono del Sitio *	
		Acondicionamiento del acceso existente	Establecimiento del campamento provisional	Remoción de vegetación	Relleno del sitio de la planta	Construcción de la nueva vialidad	Colocación de la cimentación	Construcción de la planta de producción	Construcción de instalaciones de servicios	Construcción del gasoducto	Construcción del amonioducto	Instalaciones en la terminal de PEMEX	Producción de amoniaco	Operación del sistema de enfriamiento	Operación de la desaladora	Operación de la planta de tratamiento	Recepción y carga de buquetanques		Mantenimiento de las instalaciones
c. Animales terrestres (reptiles)	S	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
d. Organismos bentónicos	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.
e. Organismos nectónicos	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	■	.	.	.	.
f. Especies Protegidas (iguanas)	S	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ECOSISTEMAS DEL SAP																			
a. Salinización de recursos hídricos	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
b. Eutroficación	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.
c. Insectos vectores de enfermedades	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
d. Cadenas tróficas	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
PAISAJE																			
a. Vistas escénicas	S	.	.	.	.	.	.	◆	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
d. Paisaje nocturno	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.
e. Condiciones físicas únicas	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
g. Monumentos	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
h. Ecosistemas raros y únicos	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
i. Elementos históricos o arqueológicos	N	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
ENTORNO SOCIOECONÓMICO																			
c. Empleo	S	○	.	●	○	○	○	●	●	○	○	.	○	.	.	.	.	.	.
b. Salud y seguridad	S	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.	.
c. Transporte terrestre	S	.	.	.	■	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
d. Transporte marítimo	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	○	.	.
e. Redes de servicios	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
f. Manejo de residuos	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	■	.
g. Desarrollo local y regional	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	●	.	.	.	.	.	.
* Esta etapa no se contempla en este momento.																			

V.2. Identificación y Caracterización de los Impactos Ambientales.

Una vez identificadas las interacciones que constituyen propiamente los impactos ambientales se procederá a evaluar las características de los mismos para así poder planear y diseñar las medidas de mitigación, compensación y/o monitoreo de los mismos.

El modelo matricial que se ha empleado contiene las actividades básicas que posteriormente se detallarán en el proyecto ejecutivo correspondiente y los elementos del medio que se consideró que pueden interactuar entre sí.

Bajo este contexto, las perturbaciones generadas en el sistema pueden tener varios criterios de acuerdo a la naturaleza del impacto y a las características del ambiente, es así que, la evaluación de los impactos debe considerar al disturbio con los efectos colaterales a través del tiempo y espacio. En el presente trabajo se consideraron seis parámetros:

- **Carácter.** Hace referencia a los efectos hacia el interior del sistema, reflejando la respuesta de los componentes ante los impactos identificados, de donde se tienen dos criterios para este rubro: adverso (+) o benéfico (-)
- **Magnitud.** Es la dimensión físico-espacial de los efectos en el sistema a partir de la fuente de impacto relacionada con el proyecto, las cuales comprenden tres niveles:
 - Local, menos de un kilómetro alrededor de la obra o actividad que produce el impacto;
 - Zonal mayor que un kilómetro y menor de cinco y;
 - Regional, más de cinco kilómetros.
- **Duración.** Denota la permanencia del impacto en el ambiente, considerando tres atributos:
 - Temporal, el impacto y sus consecuencias duran el mismo tiempo que la actividad que lo produce; y
 - Permanente, los disturbios se mantienen en el ambiente por tiempo indefinido mayor de 5 años.

- **Significancia.** Se refiere a la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales, indicándose si es considerado significativo (SI) o no significativo (NO).
- **Acumulativo.** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o en el presente, indicándose si es considerado acumulativo (SI) o no acumulativo (NO).
- **Residual.** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación, indicándose si es considerado residual (SI) o no residual (NO).

Tabla V.2.1. Caracterización de los principales impactos identificados, atribuibles al proyecto.							
IMPACTOS		C	M	D	S	A	R
V.3.1. Calidad del aire y entorno acústico.	V.3.1.1. Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la maquinaria de construcción.	-	L	T	No	No	No
	V.3.1.2. Reducción de la calidad del aire por polvo durante la construcción.	-	L	P	No	No	No
	V.3.1.3. Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la planta de amoniaco.	-	L	P	No	No	No
	V.3.1.4. Reducción de la calidad del aire emisiones fugitivas.	-	L	T *	No	No	No
	V.3.1.5. Reducción de la calidad del aire emisiones de vehículos durante la etapa de operación.	-	L	P	No	No	No
	V.3.1.6. Reducción de la calidad del entorno por ruido en la construcción.	-	L	T	No	No	No
	V.3.1.7. Reducción de la calidad del entorno acústico por ruido durante la operación.	-	L	T	No	No	No
V.3.2. Geología y Edafología.	V.3.2.1. Pérdida de suelos tipo lacustre por el relleno del terreno.	-	Z	P	No	No	No
	V.3.2.2. Pérdida de superficie inundable por la construcción del relleno.	-	Z	P	No	No	No
V.3.3. Hidrología.	V.3.3.1. Reducción de la calidad del agua por sólidos suspendidos durante la construcción.	-	L	T	No	No	No
	V.3.3.2. Aumento de temperatura en el canal de descarga y zona adyacente.	-	L	P	No	Si	Si
	V.3.3.3. Aumento de salinidad en el canal de descarga y zona adyacente.	-	L	P	No	No	Si

Tabla V.2.1. Caracterización de los principales impactos identificados, atribuibles al proyecto.							
IMPACTOS		C	M	D	S	A	R
	V.3.3.4. Contaminación del agua por efluentes que contengan amoniaco y otros productos.	-	L	P	No	Si	No
	V.3.3.5. Reducción de la calidad del agua por grasas y aceites.	-	L	T	No	No	No
V.3.4. Vegetación.	V.3.4.1. Reducción de la cobertura vegetal por las instalaciones de la planta.	-	L	T	No	No	No
	V.3.4.2. Reducción de la cobertura vegetal por la construcción de la vialidad de acceso y la zona de apoyo a la construcción.	-	Z	T	No	No	No
	V.3.4.3. Conservación de la cobertura vegetal por el corredor del amonioducto.	+	Z	P	No	No	No
V.3.5. Fauna.	V.3.5.1. Pérdida de fauna silvestre por reducción del hábitat y remoción de la cubierta vegetal.	-	L	T	No	No	No
	V.3.5.2. Desplazamiento de individuos de iguana negra de los bordos.	-	L	P	No	No	No
	V.3.5.3. Alteración de la fauna bentónica por descargas de agua.	-	L	P	No	No	No
	V.3.5.4. Desplazamiento de aves con presencia estacional en los terrenos inundables.	-	L	P	No	No	No
V.4.6. Ecosistemas del SAR.	V.3.6.1. Pérdida de superficie susceptible a la colonización por especies nativas.	-	L	P	No	No	No
V.4.7. Paisaje.	V.3.7.1. Transformación de la calidad visual del paisaje.	+/-	Z	P	No	Si	No
	V.3.7.2. Reducción de la calidad del paisaje nocturno por contaminación lumínica.	-	Z	P	No	No	No
V.4.8. Medio Socioeconómico.	V.4.8.1. Aumento de la oferta de empleo en Topolobampo y Los Mochis.	+	R	T	No	No	No
	V.3.8.2. Aumento en la posibilidad de incidentes viales por el aumento de vehículos en circulación durante la construcción.	-	Z	T	No	No	No
	V.3.8.3. Aumento en la posibilidad de incidentes relacionados con la seguridad laboral.	-	Z	P *	No	No	No
	V.4.8.4. Aumento en la posibilidad de incidentes que involucren a la población.	-	Z	P *	No	No	No
	V.3.8.5. Tráfico marítimo con aprovechamiento del potencial portuario del terminal de PEMEX.	+	R	P	No	No	No
	V.3.8.6. Desarrollo del potencial económico de Topolobampo.	+	R	P	No	No	No
C = Carácter: Adverso (+), Benéfico (-), Elementos subjetivos (+/-). M = Magnitud: L (Local, en área < 1 km), Z (Zonal, en área < 5 km), R (Regional, en área > 5 km). D = Duración: T (Temporal, dura lo que la actividad impactante), P (Permanente, dura más de 5 años). S = Significancia: Si (es significativo), No (no es significativo). A = Acumulativo: Si (es acumulativo), No (no es acumulativo). R = Residual: Si (es residual), No (no es residual). * Aunque la posibilidad es permanente la ocurrencia es nula u ocasional.							

V.3. Descripción de los Impactos Identificados.

De acuerdo con los resultados del análisis anterior, podemos observar que los impactos ambientales pueden aparecer en una o más de las etapas de desarrollo del proyecto. Los cambios son causados principalmente por la expansión de las actividades industriales en la región y por la utilización de agua de mar. Para el análisis general de los impactos se ha realizado un modelo cualitativo y para el análisis del impacto de la descarga de la desaladora y el agua de enfriamiento se ha utilizado un modelo cuantitativo, mediante una modelación matemática del sistema que permite establecer los límites de la dispersión de la descarga.

V.3.1. Calidad del aire y entorno acústico.

V.3.1.1. Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la maquinaria de construcción. Durante la construcción se generarán emisiones a la atmósfera por el uso de la maquinaria con que se realice el transporte de materiales y del equipo de construcción, especialmente el utilizado para conformar el relleno del terreno de la planta y la vialidad. Estas emisiones no tendrán consecuencias graves ya que la topografía de la zona y los vientos permitirán disipar estas emisiones rápidamente. Se considera que será un impacto temporal, adverso, pero no significativo.

V.3.1.2. Reducción de la calidad del aire por polvo durante la construcción. Los movimientos de tierra para conformar los terrenos elevados que requiere la planta provocarán generación de polvo derivado de las actividades de colocación del material, nivelación y compactación. Este polvo se puede depositar posteriormente sobre la vegetación en áreas aledañas, en forma de una capa sobre las hojas, disminuyendo ligeramente así su capacidad fotosintética.

El impacto hacia el mayor hacia el sur y al oeste del área de relleno donde haya pequeñas áreas vegetadas, aunque será atenuado por la humedad ambiente provocada por la bahía de Ohuira y por el efecto de las precipitaciones durante la época de lluvia, la cual reduce el polvo en la atmósfera y lava las superficies afectadas por el polvo.

V.3.1.3. Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la planta de amoniaco. En la etapa de operación varios de los componentes de la planta de

amoniaco propuesta generarán emisiones a la atmósfera. Estas emisiones incluyen gas natural, hidrógeno (H_2), anhídrido carbónico (CO_2), amoniaco (NH_3) y monóxido de carbono (CO). Dado que el primer paso en la producción del amoniaco será la desulfurización del gas natural, habrá emisiones de sulfuro de hidrógeno (H_2S), que será liberado a la atmósfera por medio del tiro de la chimenea. Además de la normatividad mexicana vigente el proyecto toma en cuenta los valores indicativos para las plantas de producción de amoniaco recomendados por la International Finance Corporation (IFC) que se presentan en la tabla V.3.1.

Tabla V.3.1. Límites de emisión a la atmósfera para la planta de amoniaco.		
Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
NH_3	mg/Nm ³	50
NO_x	mg/Nm ³	300
PM	mg/Nm ³	50
Fuente: International Finance Corporation, 2007.		

Dentro del SAR existen otras fuentes emisoras cercanas a la planta, sin embargo, por la dirección del viento a lo largo del año y por la presencia del cerro de PEMEX, las emisiones de la planta nunca llegarán a la ciudad, por lo que no habrá un efecto acumulativo con las emisiones de la termoeléctrica de la CFE.

De acuerdo con las especificaciones de diseño las emisiones de la planta las emisiones cumplirán con las normas mexicanas en la materia y lo establecido en criterios internacionales para las emisiones a la atmósfera. Algunas de las medidas de prevención y control integradas en el diseño y el programa de operación de la planta incluyen:

- Utilizar los tratamientos de los gases de purga empleados en la síntesis del NH_3 para recuperar el NH_3 y H_2 antes de quemar el resto en el reactor de reformado primario;
- Aumentar el período de estancia de los gases residuales en la zona de alta temperatura del reactor de reformado primario;
- Las emisiones de amoniaco de las válvulas de escape o de los dispositivos encargados de controlar la presión de depósitos o tanques de almacenamiento deben ser recogidas y enviadas a una antorcha o a un depurador húmedo;

- Instalar métodos de detección de fugas para identificar emisiones fugitivas de amoniaco durante el proceso de producción o el almacenamiento;
- Establecer programas de mantenimiento, especialmente cajas de relleno para vástagos y juntas de válvulas de seguridad, para reducir o eliminar los escapes.

V.3.1.4. Reducción de la calidad del aire emisiones fugitivas. Además de las emisiones que ocurran durante el proceso, en la planta pueden producirse emisiones fugitivas de NH_3 desde los tanques de almacenamiento, válvulas, bridas y tuberías, especialmente durante el transporte o traslado.

Las emisiones no rutinarias asociadas con las perturbaciones y accidentes durante el proceso pueden contener también gas natural, monóxido de carbono (CO), hidrógeno (H_2), anhídrido carbónico (CO_2), compuestos orgánicos volátiles (COV) y óxido de nitrógeno (NO_x). El impacto de estas emisiones se dará principalmente sobre el medio laboral, en la planta de producción y cuando se utilice la terminal de PEMEX para la carga de los buques. Con relación a los alrededores de la planta y los sistemas naturales, este podría considerarse como un impacto temporal, de baja magnitud, aunque adverso por su naturaleza incidental.

V.3.1.5. Reducción de la calidad del aire emisiones de vehículos durante la etapa de operación. En la etapa de operación, la planta será un punto de convergencia de vehículos de transporte del personal de operación. Sin embargo, esto representa un aforo vehicular muy bajo, por lo que las emisiones a la atmósfera provenientes de estos vehículos automotores al llegar o salir no tendrán un efecto significativo. Además, por estar en una superficie abierta y expuesta a los vientos durante todo el año, aquellas serán dispersadas de manera rápida.

Así, no se espera un incremento notable de PM_{10} , compuestos orgánicos volátiles (COVs) y óxidos de nitrógeno (NO_x) provenientes del escape de vehículos. Podemos calificar el impacto como adverso, local de baja magnitud y permanente, pues se prolongará durante toda la vida útil de la planta de amoniaco.

V.3.1.6. Reducción de la calidad del entorno por ruido en la construcción. El ruido es provocado por el aumento de la energía residual en forma de ondas sonoras en las

inmediaciones del sitio de construcción de la planta. Durante la construcción será provocado principalmente por el hincado de los pilotes para la cimentación, por la maquinaria de construcción y los camiones de transporte de materiales de relleno. En este caso, la generación de ruido no provocará afectaciones a la población debido a que el sitio de la obra está lejos de áreas residenciales. Esto hace que el impacto sea restringido, por lo que es considerado como adverso no significativo. No obstante, es recomendable observar la normatividad vigente en relación a los niveles de ruido y horarios en que se genera.

V.3.1.7. Reducción de la calidad del entorno acústico por ruido durante la operación. El ruido en esta etapa es generado por la maquinaria que operará en la planta y puede ser un impacto adverso, aunque esto se reflejaría más en el ámbito laboral que en el medio natural, ya que en las cercanías no existen poblaciones de fauna silvestre que puedan ser afectadas.

Actualmente, en la zona de Topolobampo la contaminación por ruido que pudiera alterar las condiciones normales del ambiente, se reportan para las inmediaciones de la vialidad de acceso No. 32, ocasionadas por el considerable tráfico pesado que circula hacia y desde las instalaciones de la Administración Portuaria Integral (API). En el sitio del proyecto la calidad ambiental acústica es buena, sin que perciba ruido proveniente de las instalaciones de PEMEX ni de la carretera, la cual se encuentra aproximadamente a 1.8 km del área de producción de la planta. De esta forma estas dos áreas a su vez no serán afectadas por el nivel de ruido generado por las instalaciones propuestas.

Sin embargo, en el caso de PEMEX existe una torre de vigilancia en la esquina del terreno, colindante con la planta. Ahí el nivel de ruido estará en la zona de 50 a 55 dB (A), lo cual representa un ruido de fondo bajo. Como referencia de los niveles de ruido esperados, la tabla V.3.2 presenta algunos niveles comparativos de ruido.

Tabla V.3.2. Nivel de intensidad del sonido.				
Intensidad del sonido	Nivel Comparativo		Intensidad del sonido	Nivel Comparativo
100 dB	Perforadora eléctrica.		65 dB	Actividad en una oficina.
85 dB	Tráfico en una calle concurrida.		40 dB	Sala de estar (sin televisión o radio).
70 dB	Aspiradora.		0 dB	Umbral de audición.
Fuente: Davis, 1991.				

La figura V.3.1 presenta el código de colores que representa los diferentes niveles de presión sonora en las figuras V.3.2 y V.3.3. Estas figuras representan dos casos: la planta sin medidas de control del ruido y con la aplicación de medidas de control.

Las fuentes de emisión de ruido más comunes en las plantas de amoniaco incluyen máquinas giratorias grandes tales como compresores y turbinas, bombas, motores eléctricos, enfriadores de aire, calentadores y el proveniente de la despresurización de emergencia.

Aun sin medidas de control, el ruido en el límite del predio se encuentra por debajo de lo establecido en la norma correspondiente, que sería de 65 dB(A) en el horario de las 22:00 a las 6:00 horas

Nivel de Presión Sonora Nivel en dB (A)	
< 40	
40 – 45	
45 – 50	
50 – 55	
55 – 60	
60 – 65	
65 – 70	
70 – 75	
75 – 80	
> 80	

Figura V.3.1. Código de color de los niveles de presión sonora, en dB (A).

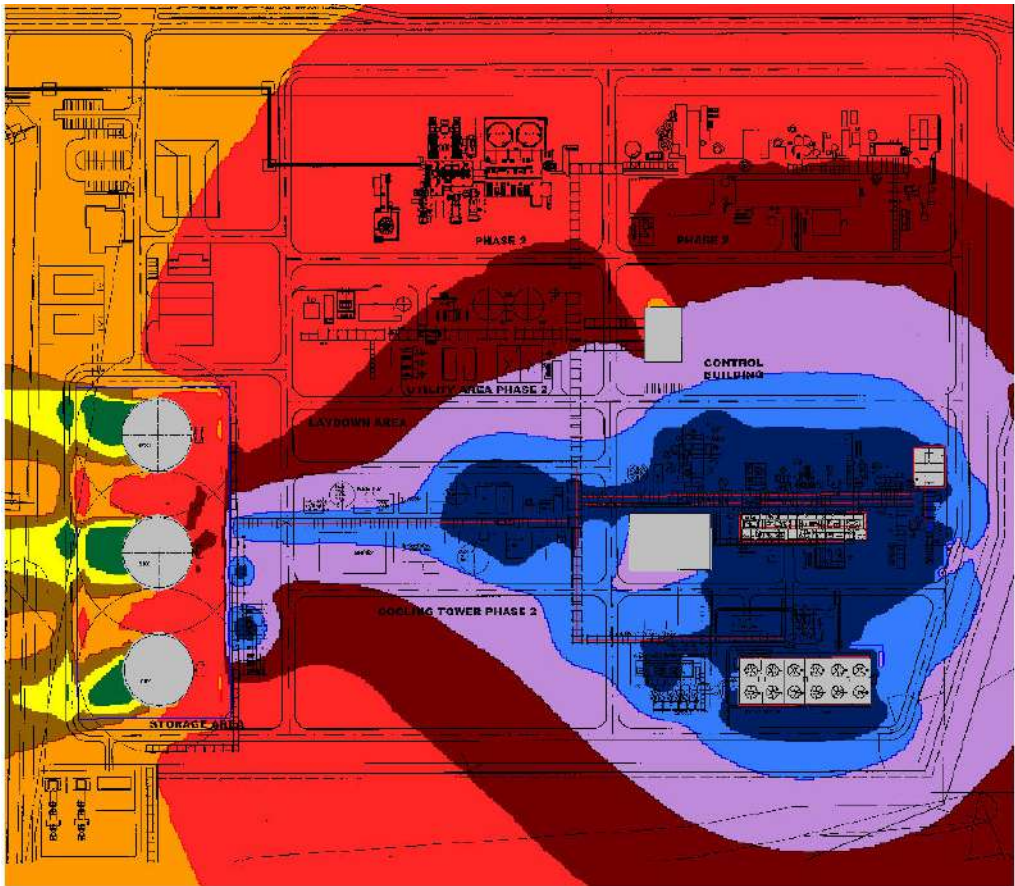


Figura V.3.2. Presión sonora de las instalaciones, en dB (A), sin medidas de control.

Las medidas para el control de ruido que se aplicarán en la planta de amoniaco incluyen al menos las siguientes:

- En el quemador del reformador se colocará una extensión del techo como barrera y para atenuar el ruido del quemador.
- En el área de convección se aislarán los ductos del aire de combustión.
- En el ventilador de la toma de aire de combustión se colocará un silenciador.
- En el gabinete del ventilador de aire de combustión se usará un gabinete aislante.
- En el gabinete del ventilador de la chimenea se usará un gabinete aislante.
- En el gabinete del ventilador de la chimenea (en la salida) se colocará un silenciador a la entrada.
- El edificio de compresoras estará completamente cerrado.
- Se colocará material de aislamiento para las tuberías del área de proceso.
- Si se requiere, se colocarán válvulas silenciosas para el área de proceso.
- Ventiladores silenciosos para la torre de enfriamiento de agua de mar.
- Se usarán atenuadores del ruido por impacto del agua.
- Área cerrada para el compresor de refrigeración.
- Área cerrada para el compresor de aire de instrumentación y la planta.
- La caseta de la compresora tendrá un techo con recubrimiento amortiguador de ruido, que servirá para alcanzar los límites para el entorno laboral.

Con todas estas medidas se reducirá el ruido de forma que se alcancen los niveles que se presentan en la figura V.3.3.

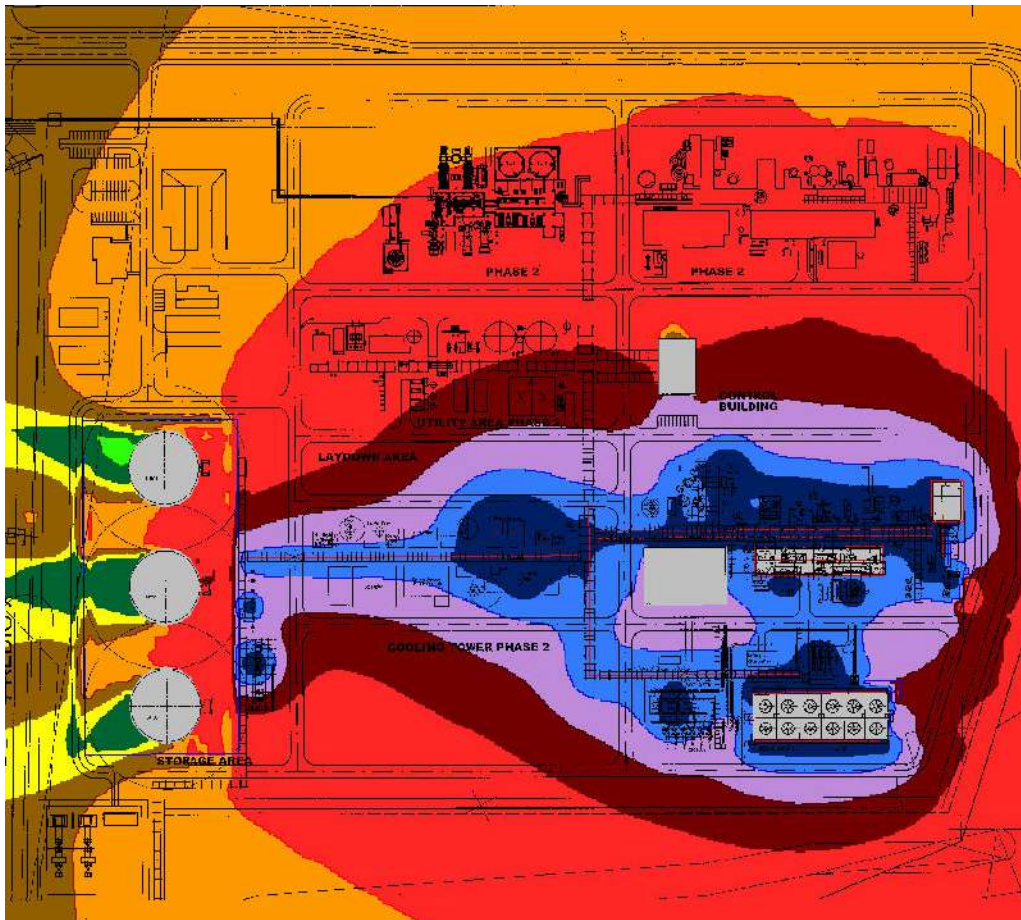


Figura V.3.3. Nivel de ruido de la planta, con medidas de control.

De esta forma se considera que el ruido será más importante como un elemento del entorno laboral que en las áreas adyacentes a la planta por lo que se considera que será un impacto no significativo, permanente durante la operación de la planta.

V.3.2. Geología y Edafología.

V.3.2.1. Pérdida de suelos tipo lacustre por el relleno del terreno. Esta pérdida de suelo que se da durante la preparación del sitio y el relleno no se considera un impacto adverso dado que dicho suelo está desprovisto de vegetación, presenta bajo contenido de materia orgánica y altas concentraciones de sales. En ocasiones, en las zonas inundables estos suelos pueden sustentar gran cantidad de organismos, constituyendo áreas de alimentación para otras especies, pero en el predio esto no ocurre por los prolongados periodos de desecación a los que está sujeto.

V.3.2.2. Pérdida de superficie inundable por la construcción del relleno. La afectación al drenaje superficial por la ocupación de aproximadamente 38 ha del predio, para la planta, la vialidad de acceso y el área de apoyo a la construcción se considera un impacto ambiental no significativo, ya que la superficie afectada respecto al total existente de áreas inundables en el SAR, es muy baja (figura V.3.4).

En particular, la zona que será ocupada está aislada del resto de las áreas inundable por obras de infraestructura como el terraplén de la vía del ferrocarril y la carretera Los Mochis-Topolobampo. Los periodos de desecación de estos terrenos son prolongados, abarcando la mayor parte del año, por lo se limita el desarrollo de vegetación y su productividad es muy baja.

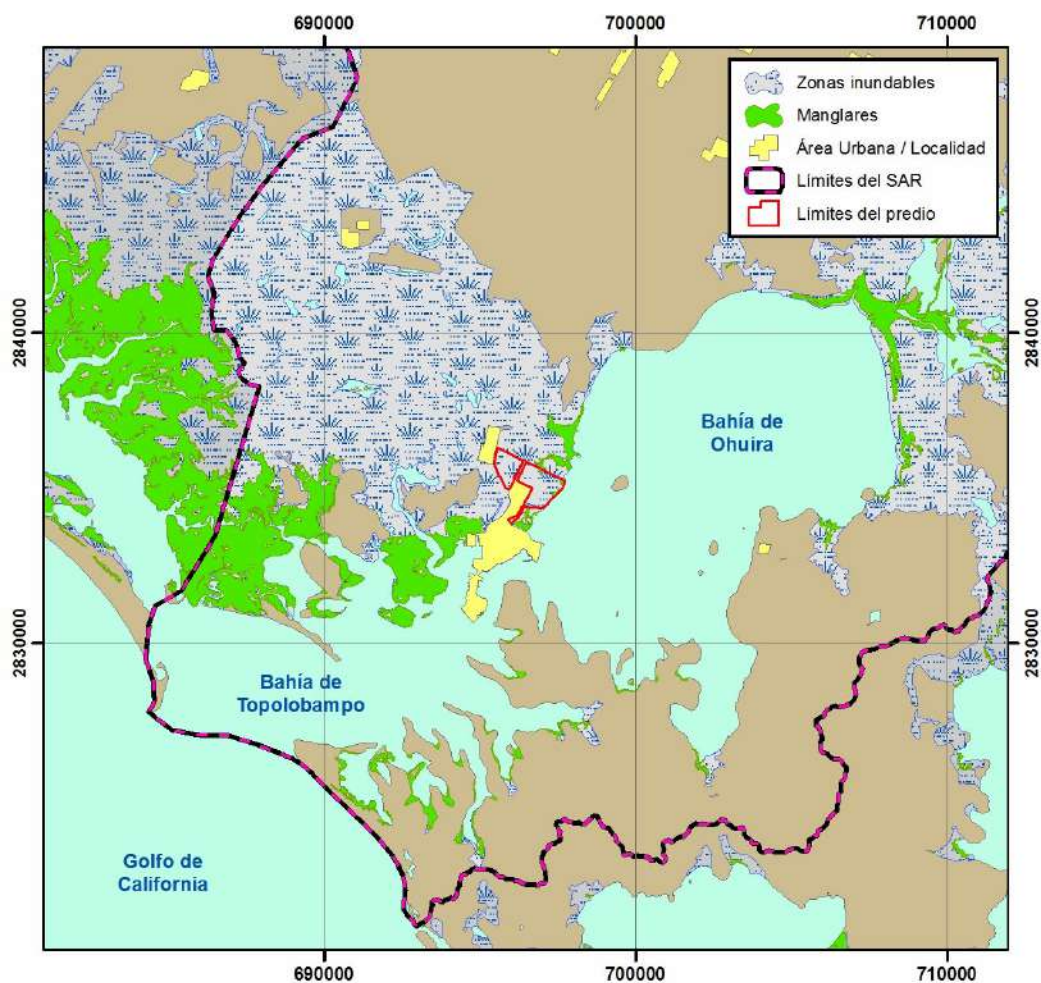


Figura V.3.4. Superficies de terrenos inundables en el SAR.

Por otra parte, por estar adyacente a la Bahía de Ohuira las aguas del subsuelo son salinas, por lo cual no se afectará la recarga de fuentes de agua.

V.3.3. Hidrología.

V.3.3.1. Reducción de la calidad del agua por sólidos suspendidos durante la construcción. En la Bahía de Ohuira, durante la etapa de construcción, habrá una reducción en la calidad del agua por el incremento de partículas en suspensión. Esto se debe a que parte del relleno se realizará en un área de 0.1568 ha de la zona intermareal, siendo sus principales efectos los siguientes:

Durante la colocación del relleno puede incrementarse la turbidez atribuible a las partículas en suspensión durante la colocación de la estructura de contención.



Figura V.3.5. Superficie de terreno intermareal en la zona de relleno.

Aunque en el área que se ocupará no hay plantas bentónicas, en la zona cercana más profunda este tipo de vegetación pueden ser susceptibles a la reducción de la luz y a la

redeposición de partículas suspendidas. Sin embargo, dado que la condición natural de la laguna es de alta turbidez, la flora y fauna en el fondo estaría naturalmente adaptada a un entorno así.

A la zona la Bahía de Ohuira, frente a donde se situará la planta pueden ingresar numerosas especies de peces del Golfo de California. Sin embargo, este tipo de organismos es capaz de alejarse de las zonas en que se presenta alguna alteración o incremento de la turbidez sin ser afectados. Durante la construcción del relleno no se emplearán sustancias tóxicas para la vida acuática, por lo que no se esperan impactos adversos en la fauna por toxicidad. Por lo anterior y tomando en cuenta que la perturbación ocurrir en un área pequeña y será de poca duración, este impacto no se considera significativo en la flora o fauna.

V.3.3.2. Aumento de temperatura en el canal de descarga y zona adyacente. Uno de los impactos que ocasionará el proyecto es el incremento de la temperatura por la descarga de agua de enfriamiento de la planta de amoniaco. En esta zona se encuentran la Bahía de Topolobampo que tiene comunicación directa con el mar de Cortés, el canal de navegación del puerto de Topolobampo y la bahía de Ohuira donde se localiza el terreno de la Planta de Amoniaco.

El impacto se ha considerado de baja magnitud debido a que el aumento de la temperatura del agua que se descargará no será mayor a 3 °C. Esta temperatura es relativamente baja si se considera que existe sistemas de enfriamiento con diferenciales de temperatura de 20 o hasta 30 °C, como podría ser el caso de la descarga de la CFE a la Bahía de Topolobampo. La planta utiliza en sus proceso un sistema de intercambiadores de calor que le permite aprovechar la energía liberada durante la producción del amoniaco para autoabastecerse de electricidad (ver Capítulo II). De esta forma la energía que se libera al medio o al agua en forma de calor es mínima.

No obstante, para determinar cual será la dispersión de la temperatura en el medio ambiente, tomando en cuenta que se utiliza el mismo canal en el que la CFE descarga parte de sus propias aguas de enfriamiento, se realizó una serie de estudios que servirán

para hacer la modelación matemática del sistema, los cuales se presentan junto con la MIA. Los objetivos principales de estos estudios son:

- Modelar la hidrodinámica de la Bahía de Ohuira.
- Modelar la dispersión de la pluma térmica de la planta, considerando que las aguas de enfriamiento se combinan con las aguas tratadas y las de la desaladora.

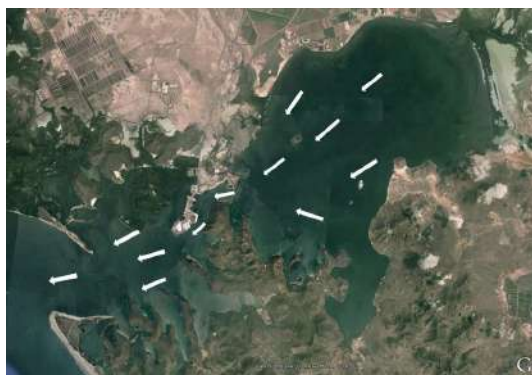
Dentro de los alcances de la modelación de la hidrodinámica, se encuentran el análisis de las corrientes locales, el análisis de los aportes de descargas hidrológicas a la laguna de Ohuira, la influencia de la marea, los efectos del viento, y la determinación de zonas de inundación, principalmente en la zona del terreno de la Planta.

En lo referente a la modelación de la dispersión de la pluma térmica de la planta, este estudio tiene como alcance principal determinar el área de influencia de la pluma dentro de los sistemas acuáticos aledaños, que está fuertemente ligada al comportamiento hidrodinámico de las corrientes. El dominio del estudio se presenta en la figura V.3.6.



Figura V.3.6. Dominio para el estudio de modelación numérica

Corrientes locales. Las corrientes de la zona de estudio se asocian principalmente a las variaciones de la marea. La dirección de la corriente se comporta como lo indica la Figura V.3.7. Se presenta fenómeno de reflujo en bajamar, corrientes en dirección al mar, y fenómeno de flujo en pleamar, corrientes en dirección a la bahía de Ohuira. Esta inversión en las corrientes se presenta hasta en dos ocasiones al día, ya que las mareas son de tipo mixta semidiurna.



Corriente de reflujo en bajamar



Corriente de flujo en pleamar

Figura V.3.7. Patrón global de corrientes en el dominio de estudio

En un ciclo anual las pleamares máximas se presentan en el verano; mientras que las bajamares mínimas suceden durante el invierno, tal como se aprecia en las predicciones de marea 2012 de Topolobampo, Sin, del CICESE (Figura V.3.8).

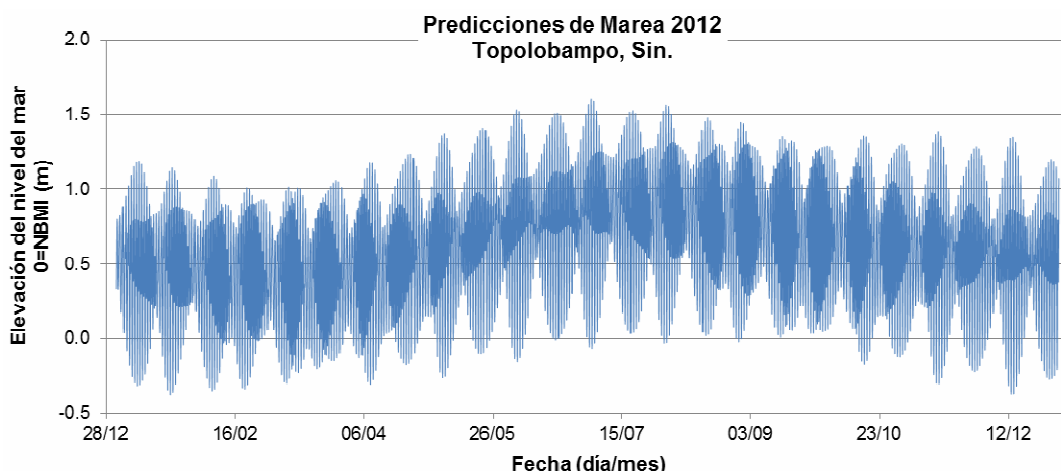


Figura V.3.8. Gráfica de la predicción anual de marea para Topolobampo, Sinaloa

Para medir la variación del nivel del mar se instalaron medidores de presión en diferentes puntos distribuidos en el dominio de estudio. La localización de cada medidor de presión

se ilustra en la Figura V.3.9 con la leyenda TAP. También se instalaron equipos en boyas sumergidas, uno frente al canal de succión de la Central Termoeléctrica de la CFE, y otro frente a la descarga térmica Sur de la Central, tal como se muestra en la Figura V.3.10.



Figura V.3.9. Distribución de los puntos de medición del nivel del mar.



Figura V.3.10. Puntos de medición en las boyas frente a la succión y descarga de la CFE.

Los medidores de elevación del nivel del mar se distribuyeron estratégicamente para determinar la propagación de la marea, las ampliaciones y los periodos, en diferentes puntos desde el TAP7 en la boca de la bahía de Topolobampo hasta el TAP1 en la cabeza de la bahía de Ohuira.

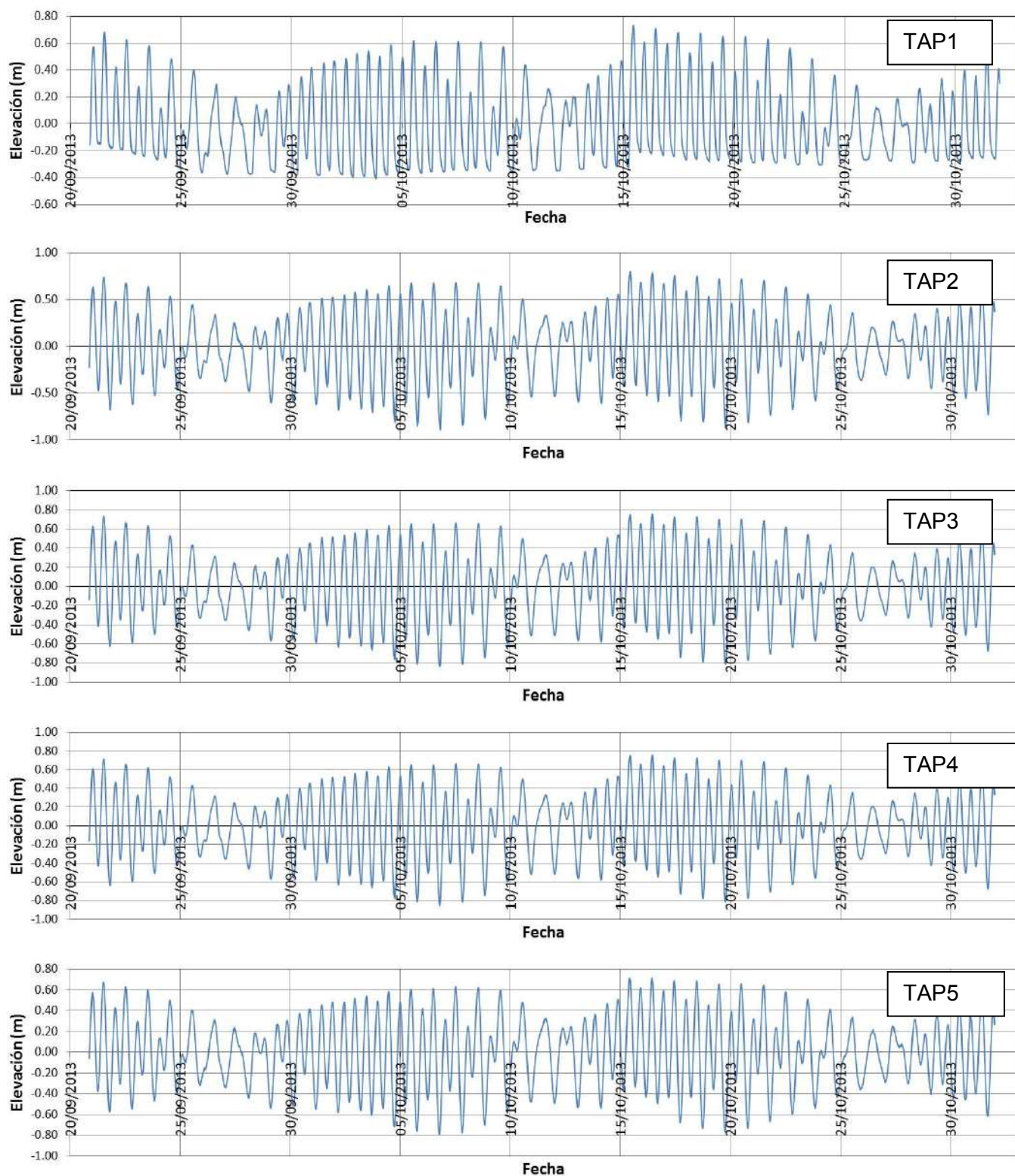
Al centro de la bahía de Ohuira se instaló el medidor que se denota como TAP2. Para medir la variación del nivel de la superficie libre frente al terreno de la planta se instalaron dos medidores, el TAP3 y el TAP4. Finalmente dos medidores más fueron instalados en la bahía de Topolobampo, el TAP5 y el TAP6.

Los equipos que se instalaron frente a los canales de succión y de descarga de la Central Termoeléctrica de la CFE, boyas B1 y B2 de la Figuran V.3.11, respectivamente; también midieron las variaciones del nivel de la superficie libre. Todos los medidores contaron también con termistores que permitieron registrar la temperatura del agua, esto para determinar la influencia de la pluma térmica de la Central. En la Tabla V.3.3 se indican las coordenadas geográficas de cada punto de medición.

Tabla V.3.3 Coordenadas de los medidores de variación del nivel de la superficie libre.								
Medidor	Latitud (° ‘ ‘‘)				Longitud (° ‘ ‘‘)			
TAP1	25	39	53.03475	N	108	55	58.27721	W
TAP2	25	38	40.87482	N	108	58	36.73405	W
TAP3	25	36	47.10824	N	109	2	14.93407	W
TAP4	25	36	37.00528	N	109	1	58.73564	W
TAP5	25	35	48.93350	N	109	4	23.28491	W
TAP6	25	35	32.25894	N	109	5	33.61213	W
TAP7	25	32	46.41720	N	109	6	8.90051	W
B1	25	36	10.90000	N	109	2	15.26000	W
B2	25	35	59.05000	N	109	2	33.56000	W

La variación del nivel de la superficie libre medida por instrumento con respecto al nivel medio del mar se ilustra en la Figura V.3.12. En la Figura V.3.13 se ilustra la variación del nivel de la superficie libre medida a la entrada del canal de succión de la CT de la CFE en la boya B2. Los datos de la boya B1 no se pudieron recuperar de forma satisfactoria debido a fallas en el equipo. El periodo de medición fue entre el 20 de septiembre y el 31

de octubre del 2013. Se observaron dos periodos de mareas vivas y tres periodos de mareas muertas. Como ya se mencionó, la marea es de tipo mixta.



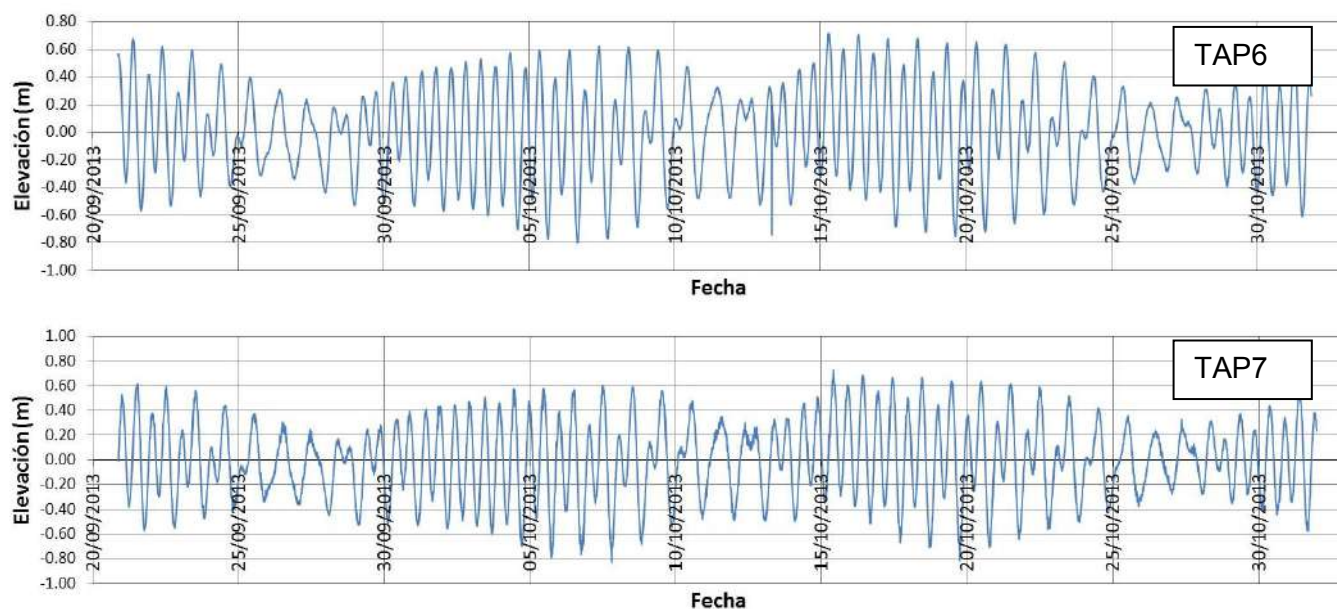


Figura V.3.11. Variaciones del nivel de la superficie libre medidas en el dominio de estudio.

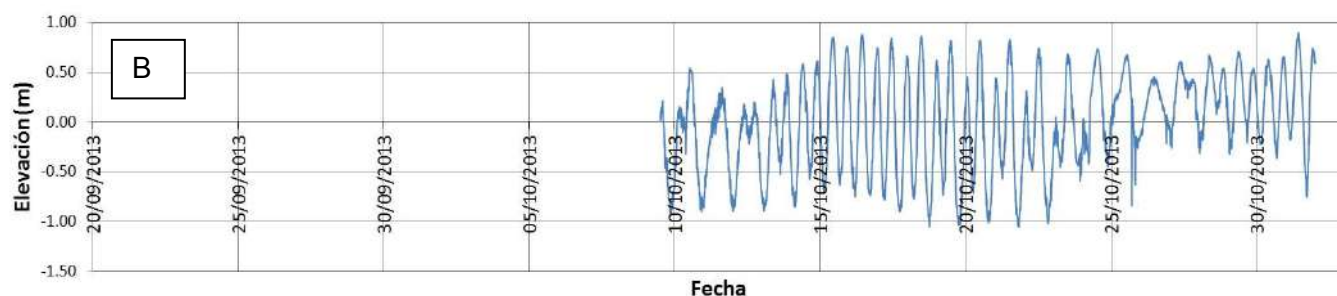


Figura V.3.12. Variación del nivel de la superficie libre en el canal de succión de la CFE.

Comparando las mediciones entre los puntos TAP1 y TAP7, es posible establecer que existe una propagación de la onda de marea en la zona de estudio, iniciando en la boca de la bahía de Topolobampo hacia el interior hasta la bahía de Ohuira que ocurre aproximadamente en poco más de 43 min. Esto se establece comparando el desfaseamiento entre ambas señales, tal como se muestra en la Figura V.3.12 para el caso de las primeras lecturas del día 21 de septiembre del 2013.

Todas las señales presentan la misma frecuencia, obedeciendo al espectro entrante a través de la boca de la bahía de Topolobampo, por lo que se establece que el efecto del viento sobre la superficie libre es poco importante. El rango de marea durante la marea muerta es en promedio de 0.6 m y durante marea viva es de 1.40 m.

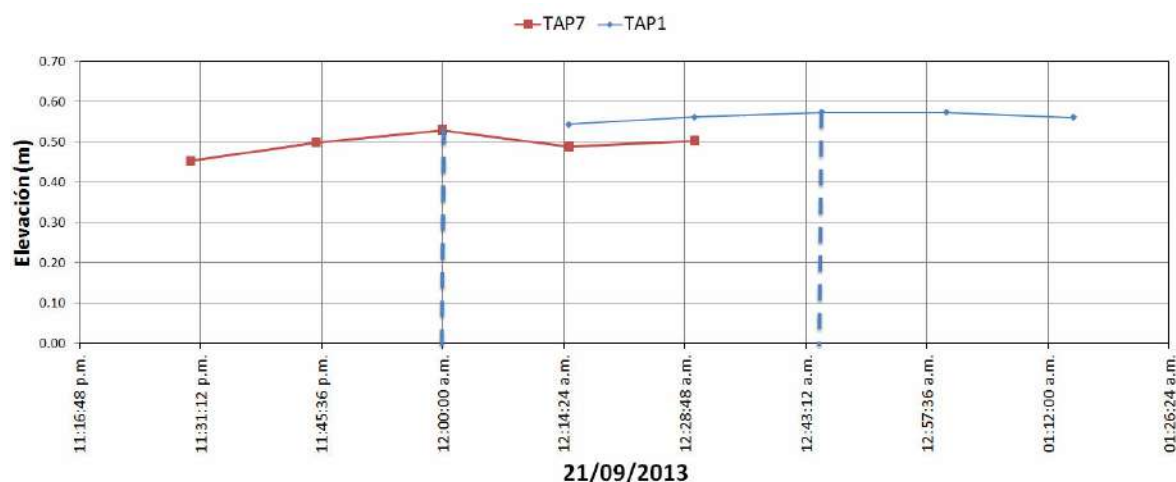


Figura V.3.13. Estimación de la propagación de la marea desde el punto TAP7 y el TAP1.

Zonas de inundación. En el dominio de estudio se presentan diferentes zonas de inundación que son estacionales. En particular, el terreno de la planta es un predio que no está exento de estas inundaciones. La cota topográfica máxima del terreno es la cota 1.40 m, y esta condición lo ubica como una zona vulnerable ante las variaciones estacionales de la marea.

En la Figura V.3.14 se presentan la marea medida en la boca de la bahía de Topolobampo (TAP7), que caracteriza la marea entrante al sistema, y la marea medida justo frente al terreno de la planta dentro de la bahía de Ohuira (TAP3). Ambas señales se muestran con respecto al Nivel de Bajamar Media Inferior (NBMI). También se muestra un acercamiento en la misma Figura V.3.14 para observar con mayor claridad la diferencia entre las señales. Se aprecia que el nivel del agua respecto al NBMI frente al terreno de la planta es mayor que el nivel mostrado por la señal medida en la boca de la bahía de Topolobampo. En promedio, existe una diferencia del nivel del agua de 0.18 m aproximadamente, entre el registro del punto TAP7 y el TAP3. Este sobre incremento del nivel del agua denota un volumen excedente en la bahía de Ohuira, que puede ser debido a los aportes de agua tanto de los escurrimientos naturales, como de los escurrimientos artificiales a través de los canales de irrigación.

Los niveles de pleamar del registro del nivel del agua del punto TAP3 de la Figura V.3.12, revelan que la marea rebasa en ciertos periodos la cota topográfica en la que se encuentra el terreno de la planta (ver Figura V.3.13). Este periodo de mediciones del nivel de la superficie libre del agua se dio en condiciones normales, es decir, sin la presencia

de fenómenos meteorológicos extremos. Considerando además, la ocurrencia de fenómenos meteorológicos extremos como Tormentas Tropicales y lluvias extraordinarias, la sobre elevación por tormenta y el aporte de volúmenes de agua continental extraordinarios generarían un sobre incremento del nivel del agua aun mayor.

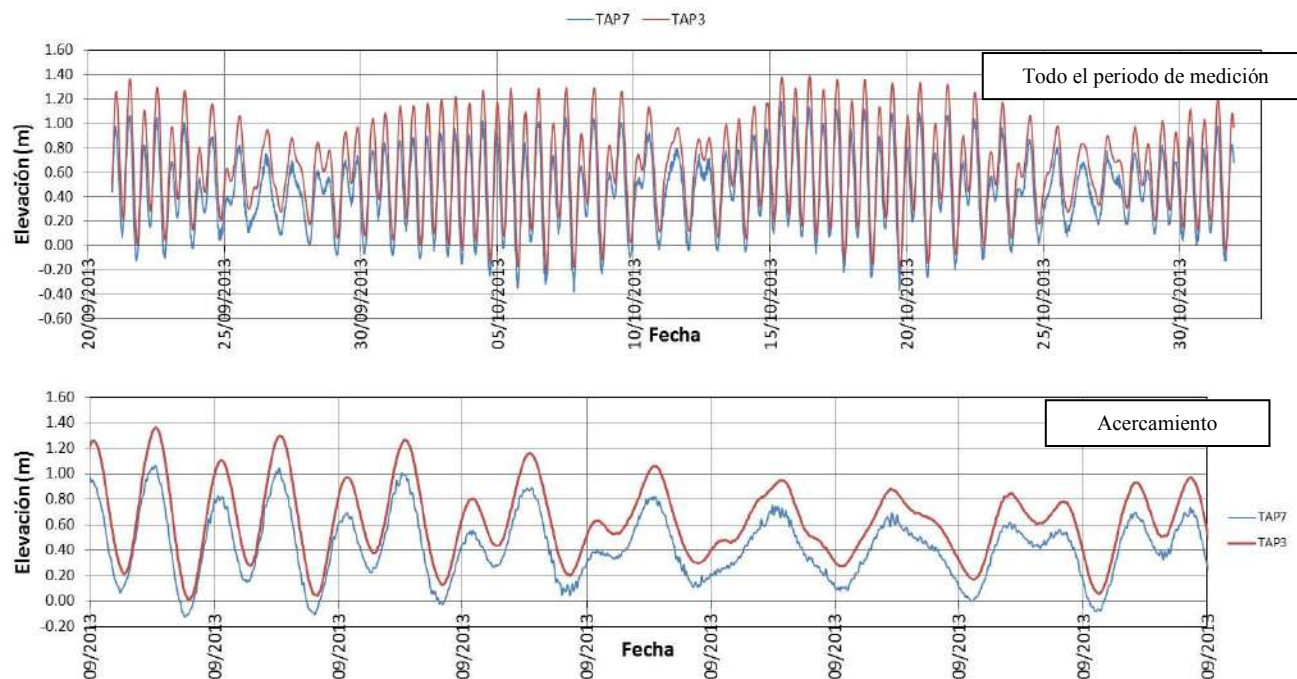


Figura V.3.14. Comparativo de mareas en la boca (TAP7) y frente al terreno (TAP3).

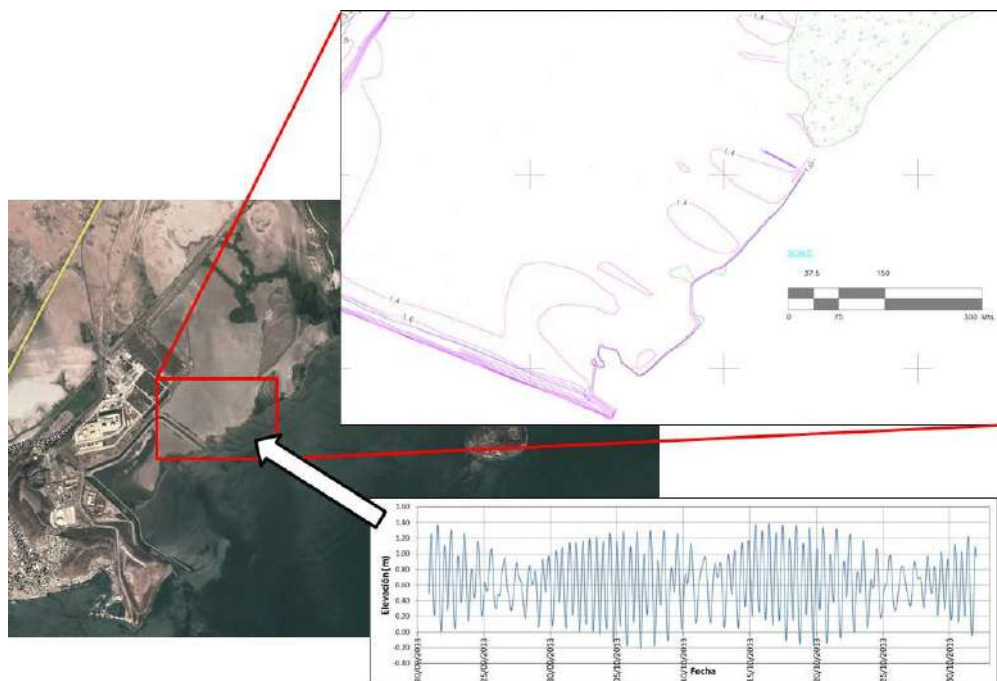


Figura V.3.15. Topografía del terreno de la planta y marea medida en su frente lagunar

Según el estudio oceanográfico, durante un periodo de análisis de 57 años, 18 de los 32 fenómenos meteorológicos que se han presentado cerca del dominio de estudio han alcanzado la categoría de Huracán, dentro de los que se destacan algunos de categoría 3 y 4. La ocurrencia de este tipo de fenómenos meteorológicos trae consigo una marea de tormenta que según la escala de Saffir-Simpson varía entre 1.1 m, en el caso de Tormenta Tropical, y hasta 5.5 m, en el caso de un Huracán categoría 4.

En cuanto a los aportes hidrológicos en la Figura V.3.16 se indican los principales escurrimientos que se detectaron en los estudios de campo y que aportan gasto a la bahía de Ohuira.

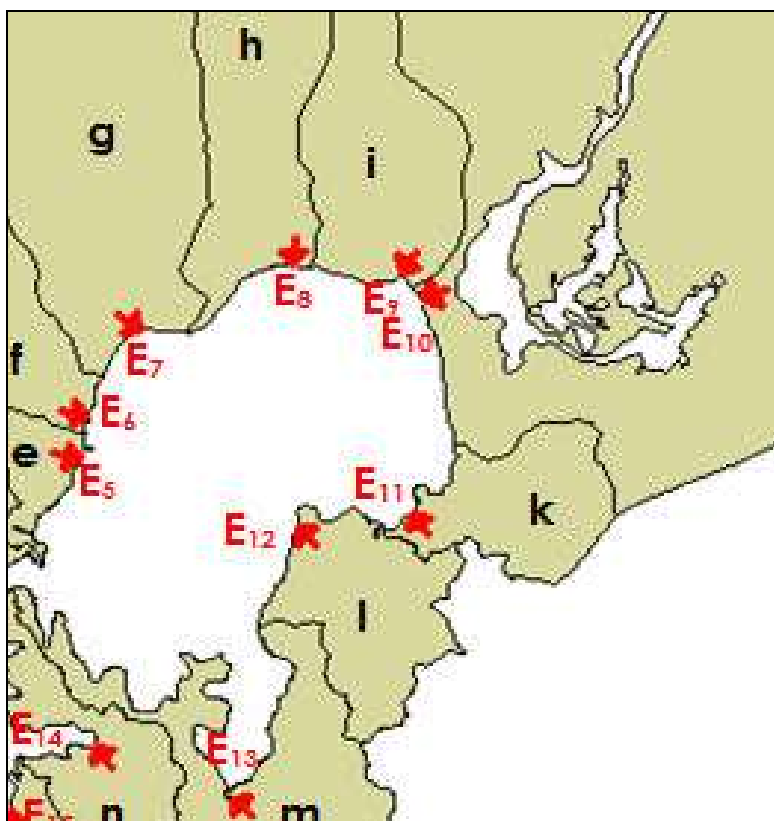


Figura V.3.16. Aportes hidrológicos localizados en la bahía de Ohuira

De acuerdo al análisis hidrológico para diferentes periodos de retorno de cada escurrimiento, la Tabla V.3.4 resume los volúmenes que aportaría cada uno de ellos. En un escenario de 50 años de periodo de retorno se aportarían 121.62 MMm³, en un escenario de 100 años se aportarían 140.64 MMm³ y para 1000 años se aportarían 203.84 MMm³.

Tabla V.3.4. Aporte de los escurrimientos superficiales para diferentes periodos de retorno.			
Escurrecimiento	Periodo de Retorno (años)		
	50	100	1000
	Volumen aportado (MMm ³)		
E5	0.40	0.46	0.67
E6	0.52	0.60	0.87
E7	4.98	5.76	8.35
E8	4.54	5.25	7.61
E9	3.77	4.35	6.31
E10	99.18	114.70	166.24
E11	1.82	2.10	3.05
E12	2.72	3.14	4.55
E13	3.69	4.27	6.19
Total	121.62	140.64	203.84

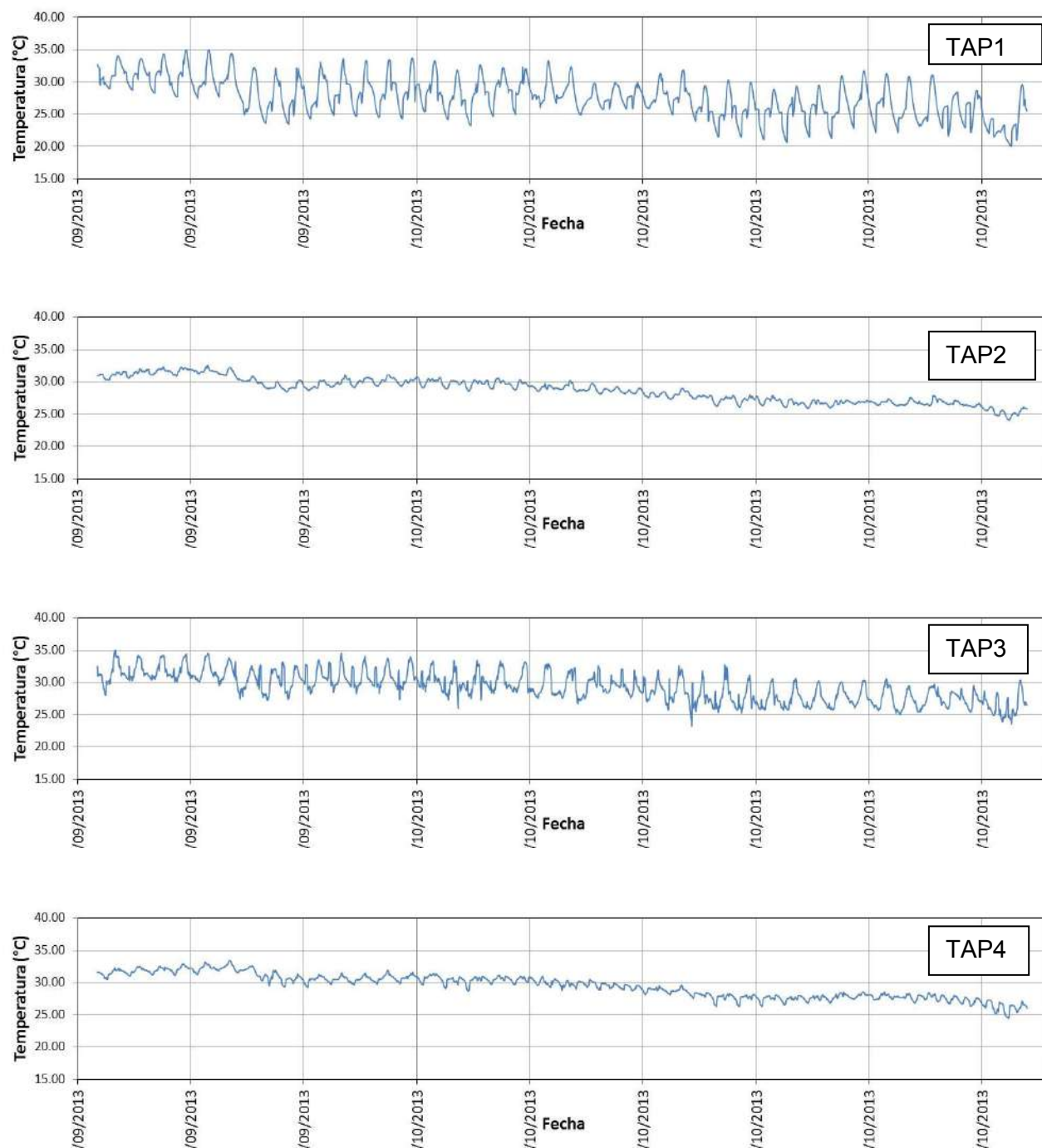
Estimando que aproximadamente la superficie total de la bahía de Ohuira tiene 12,500 ha, estos aportes reportados en la Tabla V.3.4 arrojarían las sobreelevaciones indicadas en la Tabla V.3.5.

Tabla V.3.5. Sobreelevaciones estimadas para diferentes periodos de retorno.			
	Periodo de Retorno (años)		
	50	100	1000
Sobreelevación (m)	0.9679	1.1193	1.6222

Estas sobreelevaciones podrían ser ligeramente menores si se considera un porcentaje de pérdidas por evaporación, sin embargo, resulta considerable el aporte de agua que generan los escurrimientos hidrológicos a la bahía y el incremento del nivel del agua que traerían consigo en condiciones extraordinarias.

Finalmente, en la época del año durante la cual el terreno de la planta se mantiene seco, principalmente en secas durante los meses de enero a mayo, se observa en la predicción anual de marea para Topolobampo de la Figura V.3.8 que el nivel promedio del mar baja casi 0.5 m, con respecto de su nivel más alto que se da durante la época de lluvias, junio a septiembre. Este fenómeno podría explicar por qué el terreno se mantiene seco durante algunos meses en el año.

Para observar la dispersión térmica en el dominio de estudio, particularmente en algunos puntos clave, se realizaron mediciones de temperatura en los mismos puntos de medición del nivel del agua. Los registros obtenidos, se ilustran en las Figuras V.3.17 y V.3.18.



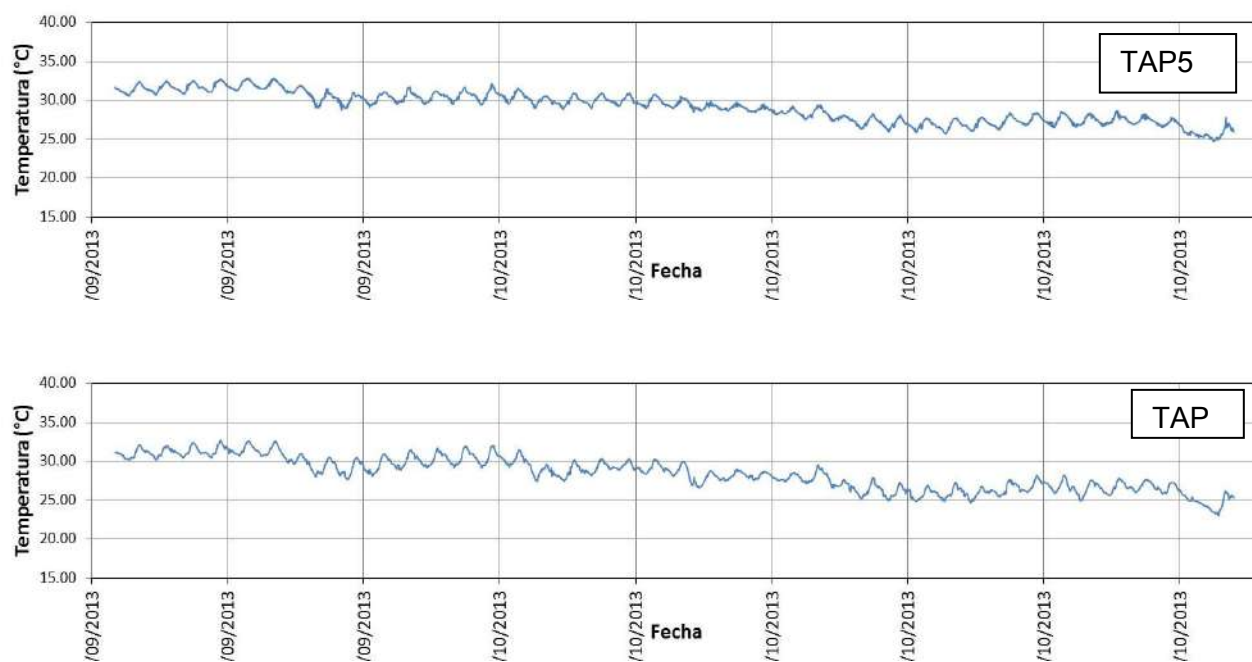


Figura V.3.17. Temperatura del agua en el dominio de estudio (de arriba a abajo TAP1-TAP6).

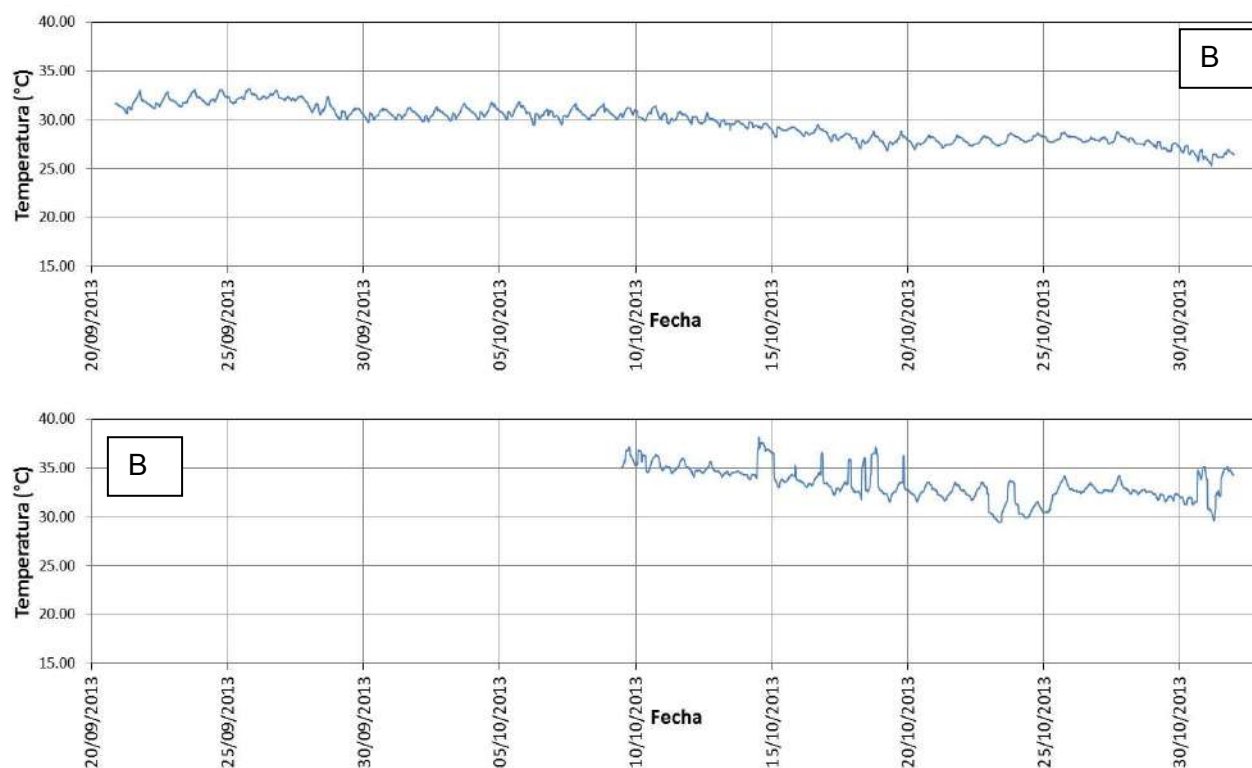


Figura V.3.18. Temperatura del agua medida en las boyas B1 y B2.

En la Figura V.3.18 se puede observar el decremento estacional paulatino de la temperatura en todos los puntos de medición, que va desde los 31°C a finales de septiembre hasta los 25°C a finales de octubre.

Asimismo, se observa la pluma térmica de la Central Termoeléctrica de la CFE a través de la señal de temperatura del punto TAP3 que se ubica justo frente al canal de descarga de la Central Termoeléctrica. Tomando como referencia la temperatura medida en el punto TAP2, que se ubica al centro de la bahía de Ohuira, se observa el incremento de temperatura que se presenta por la pluma de la descarga de la Central Termoeléctrica medido en el punto TAP3. A la distancia que se encuentra el punto de medición TAP4, que es el más cercano al punto TAP3, se observa que los incrementos de temperatura se difunden de forma importante.

En la Figura V.3.19 se muestra la distancia a la cual se encuentra el punto TAP4 con respecto del punto TAP3. En una distancia de 540 m de la descarga térmica de la CT de la CFE, el registro de temperatura TAP4 ya no presenta los picos observados en el punto TAP3, que en algunos periodos ilustra una diferencia de temperaturas de hasta 5.4°C. Esto es permite destacar que la pluma térmica de la Central Termoeléctrica mantiene un efecto meramente local.

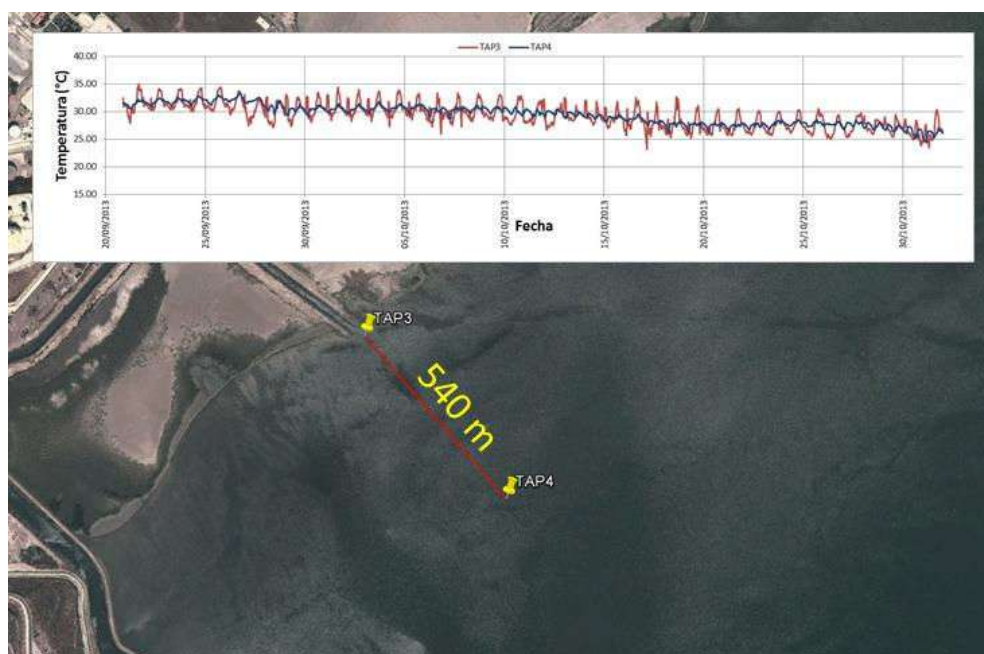


Figura V.3.19. Temperatura en los puntos TAP 3 y TAP4 frente a la descarga de la CFE.

Asimismo, la temperatura medida por la boya 2 (B2), localizada frente a la descarga térmica Sur de la CT de la CFE, permite observar también incrementos de temperatura con respecto a los valores de referencia, como por ejemplo el punto B1 que se encuentra en el canal de succión de la CT de la CFE.

Comparando las señales del punto B1 y B2, se observa que la pluma térmica no recircula hacia la CT de la CFE, es decir, que la descarga térmica Sur se difunde y no alcanza a tener efectos a la distancia del canal de succión. En promedio, existen diferencias de 4.98 °C entre un registro y otro, siendo mayor la del punto B2 (valor calculado durante el periodo que se midió en la boya B2).

Finalmente, para determinar si la temperatura de la bahía de Ohuira es diferente que la temperatura de la bahía de Topolobampo, se presenta la Figura V.3.20. Según las mediciones, se calcula que en promedio la bahía de Ohuira es ligeramente más caliente por 0.4°C que la bahía de Topolobampo.

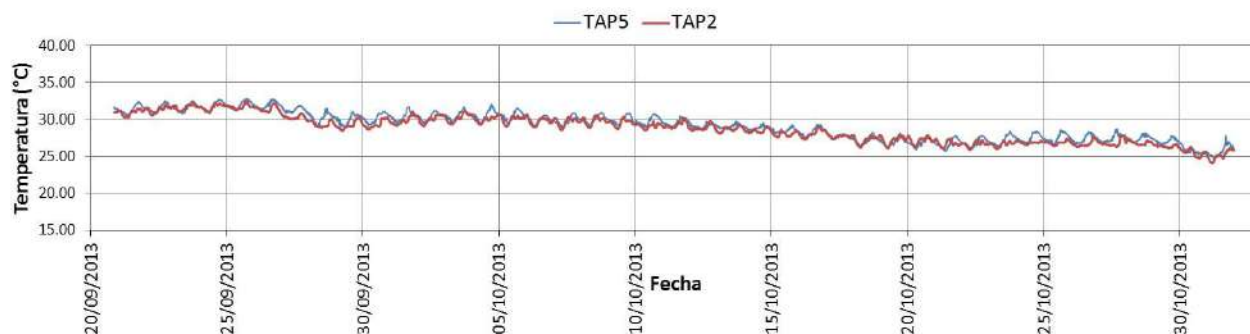


Figura V.3.20. Comparación entre la temperatura medida en los puntos TAP2 y TAP5.

V.3.3.3. Aumento de salinidad en el canal de descarga y zona adyacente. Durante la etapa de operación de la planta se empleará una desaladora para obtener agua dulce para el proyecto. Uno de los impactos de la operación de dicha desaladora es el aumento de la salinidad por la descarga de salmueras.

La planta desaladora tendrá una capacidad de producción de aproximadamente 77 m³/h, para lo cual se requieren 890 m³/h de agua de mar. La descarga será de cerca de 812

m³/h de salmuera, es decir, aproximadamente 19,500 m³ diarios, que se descargarán junto con el agua de enfriamiento. Así, la descarga total será de 1,400 m³/h.

La salmuera tiene una densidad más alta que el agua de mar a causa de su mayor contenido de sales, lo cual produce que esta masa de agua se vaya al fondo y afecte a las comunidades bentónicas. Las descargas de agua con temperaturas elevadas tienden a mantenerse en la parte superior de la columna de agua e interfieren con la productividad de las comunidades pelágicas. En este caso la mezcla de la salmuera y las aguas de enfriamiento probablemente facilitarán el proceso de mezcla desde el canal de la CFE, atenuando los impactos negativos. La salinidad de salida será la salinidad de entrada multiplicada por un factor de 1.795. Por ejemplo, cuando la salinidad en la laguna costera es de 41‰ la salinidad esperada de salida será de 73.6 ‰.

En ocasiones, el vertido de la salmuera en zonas de rompiente, en playas rocosas muy batidas, etc., puede resultar una medida efectiva para favorecer su dilución. Como medida similar también se ha utilizado la evacuación de la salmuera en arroyos de carácter muy torrencial. En el presente caso la descarga se hace en un camal donde ya descarga la CFE sus propias aguas de enfriamiento, por lo que los flujos combinados facilitarán la dilución. El sitio de la descarga y su zona de dispersión posee las características las siguientes:

- a) No se encuentra cerca de zonas de nado recreativo.
- b) No hay presencia de embarcaderos de pesca o la presencia de polígonos destinados a la acuicultura en sus colindancias.
- c) La distancia a espacios naturales protegidos (como las islas o la sierra de Navachiste) es al menos tres veces más que el área de dispersión de la pluma, una distancia mayor a la existente entre el punto de descarga y el punto de toma de agua del proyecto, donde no debe haber alteraciones en la calidad del agua.
- d) No hay formaciones de vegetación acuática que representen hábitats importantes (por ejemplo, la presencia de praderas de pastos marinos).
- e) Dado que se empelará un canal ya existente, no se afectará la morfología de la costa y el régimen de corrientes de la zona.

- f) No hay presencia de polígonos destinados a la producción piscícola
- g) No hay áreas de interés faunístico marinas.
- h) No hay presencia de zonas húmedas que experimenten intercambios de agua con el mar y que pueden verse afectados por incrementos de la salinidad. Al respecto cabe señalar que en el área inundable donde se ubicará la planta, a causa del alto contenido de sal en los suelos en los periodos de inundación la salinidad llega hasta 80‰.

V.3.3.4. Contaminación del agua por efluentes que contengan amoniaco y otros productos. Durante las operaciones rutinarias, las descargas de la planta pueden incluir fugas de condensados de proceso o efluentes de depuración de gases residuales que contienen amoniaco. Los condensados de proceso suelen originarse a partir de la condensación entre los reactores de conversión y la absorción de anhídrido carbónico, y del anhídrido carbónico de la cabeza de destilación. Estos condensados pueden contener amoniaco, metanol y aminas (p.ej., metilaminas, dimetilaminas y trimetilaminas) en baja concentración. Algunas de las medidas de prevención y control consideradas para la operación de la planta incluyen las siguientes:

- Los condensados deberían separarse con vapor para reducir el contenido para reducir el contenido en amoniaco y reutilizarse como agua de abastecimiento de la caldera después del tratamiento de intercambio de iones o enviarse a la planta de tratamiento de aguas residuales para su tratamiento con otras corrientes que contengan amoniaco. Las emisiones del separador por vapor pueden requerir controles adicionales de emisiones de amoniaco;
- El amoniaco absorbido de los gases de purga y del vapor instantáneo debe recuperarse en un circuito cerrado para evitar que se produzcan emisiones de amoniaco acuoso;

Actualmente hay contaminación del agua en la Bahía de Ohuira, principalmente por las descargas de aguas negras sin tratamiento, así como por la descarga de agua caliente proveniente de las instalaciones de CFE, aunque con temperaturas mucho menores que sus descargas a la Bahía de Topolobampo. También existen aportes de concentraciones

altas de fertilizantes con compuestos nitrogenados y fosfatados que llegan a la laguna costera a través de drenes agrícolas, principalmente el situado en la cabecera de este cuerpo de agua. En comparación, cualquiera de estos aportes es alto en comparación a los contenidos de contaminantes en la descarga de la planta.

Esto ocasiona que la calidad del agua que ingresa al proceso tenga de inicio altos contenidos de nutrientes. Por esta razón puede ser necesario realizar ajustes para lograr mantener las concentraciones esperadas en los efluentes de la planta que, en adición a la normatividad mexicana, se muestran en la tabla V.3.6.

Tabla V.3.6. Límites en el efluente de la planta de amoniaco.		
Contaminantes	Unidades	Valor indicativo
pH	S.U.	6 - 9
Temperatura	°C	< 3
NH ₃	mg/l	5
Nitrógeno total	mg/l	15
TSS	mg/l	30
Fuente: International Finance Corporation, 2007.		

Otro contaminante importante que se descargará en el agua será el cloro que se agrega al agua de alimentación de la desaladora para prevenir el desarrollo de organismos en los intercambiadores de calor. En este caso, el cloro se obtendrá por electrocloración.

En las plantas de osmosis inversa el cloro sigue siendo común como biocida, pero en las plantas modernas que utilizan membranas de poliamina, estas son sensibles a los agentes oxidantes. Generalmente se requiere neutralizar los flujos de alimentación antes de que entren a la unidad de OI y puede suponerse que la salmuera también estará libre de cloro. El cloro es un agente oxidante fuerte y un biocida muy efectivo. Los niveles residuales pueden ser tóxicos para la vida marina en el sitio de la descarga, pero tienen una vida corta. El uso del cloro también promueve la formación de compuestos halogenados orgánicos. Estos compuestos pueden ser muy persistentes en el agua de mar y hay evidencias de que tienen efectos carcinogénicos en la fauna. La magnitud de este impacto dependerá en parte de la extensión de la zona de dilución de la descarga combinada de aguas residuales.

V.3.3.5. Reducción de la calidad del agua por grasas y aceites. En la planta de amoniaco las aguas aceitosas son recolectadas en un tanque segregado y de ahí se envían para su disposición final por medio de empresas especializadas, sin descargarlas nunca al medio ambiente. Las aguas aceitosas a las que se refiere este apartado son aquellas provenientes del mantenimiento que se proporciona a los equipos en la terminal de carga de PEMEX. Dichos residuos se deberán manejar de acuerdo a los procedimientos indicados en este documento y en los manuales de operación de la empresa.

En ningún caso se dará mantenimiento a las embarcaciones que arriban al muelle a cargar amoniaco ni se permitirá la descarga de residuos, ya que dichas operaciones son responsabilidad de la API-Topolobampo.

Los impactos adversos se relacionan con la generación de grasas y aceites, principalmente en el área de talleres, las cuales si no se manejan de manera adecuada pueden contaminar el suelo o el agua del canal de descarga de agua de enfriamiento.

V.3.4. Vegetación.

V.3.4.1. Reducción de la cobertura vegetal por las instalaciones de la planta. En general, una de las primeras acciones para la construcción de algún proyecto es la remoción de la vegetación del sitio. Sin embargo, en este caso no existe vegetación en el 95% de la superficie que será ocupada por la planta, por lo que esa parte del terreno está prácticamente lista para iniciar las obras.

Sin embargo, en aproximadamente 5% del terreno existen otros tipos de cobertura, incluyendo matorrales que se desarrollan sobre la base de los taludes que rodean al sitio (figura V.3.21) y vegetación ruderal en los terraplenes. La tabla V.3.7 presenta los diferentes tipos de cobertura en esta área. Dada la ausencia de vegetación no se requerirá de emplear sustancias químicas ni fuego en esta etapa.

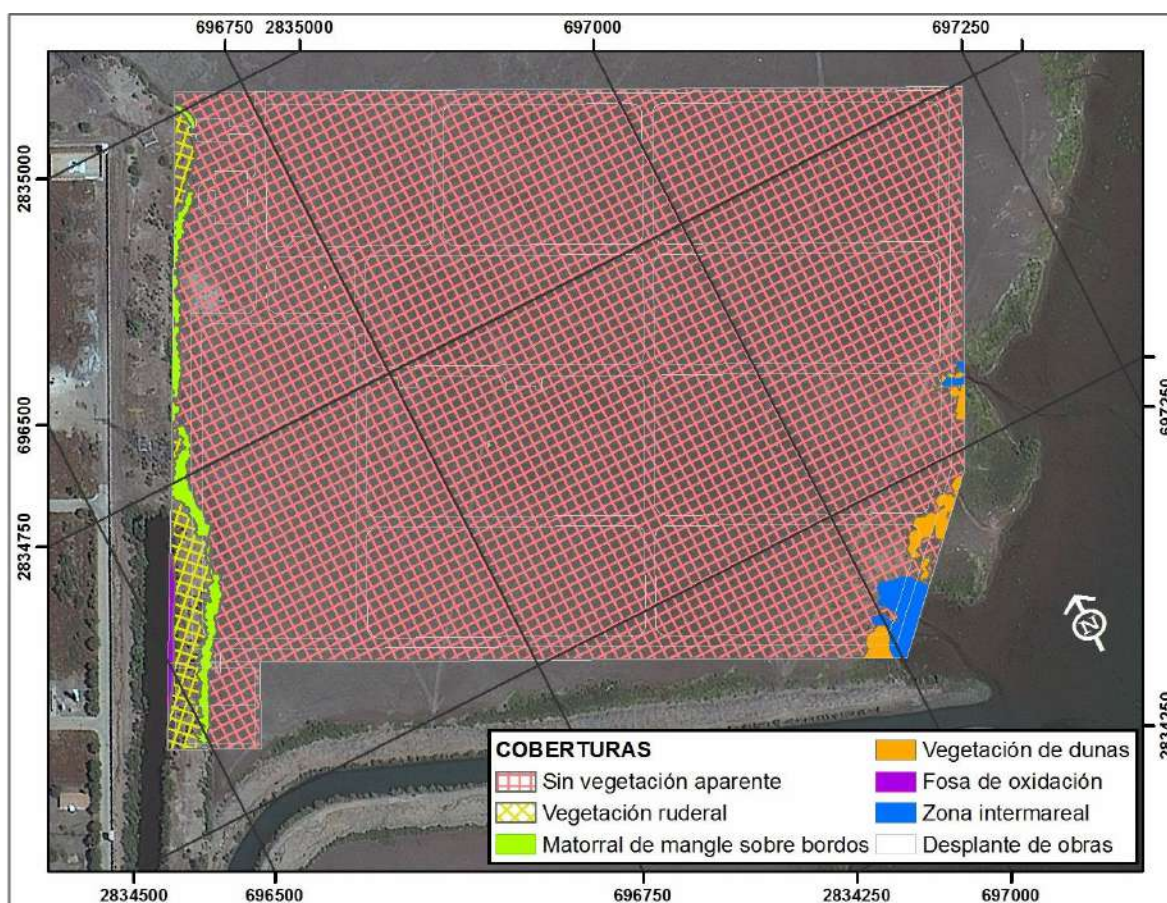


Figura V.3.21. Tipos de cobertura afectados por las instalaciones de la planta de amoníaco.

Tabla V.3.7. Tipos de cobertura en la superficie que ocupará la planta.			
Tipo de Cobertura en el Desplante de la Planta	Superficie (m ²)	Superficie (hectáreas)	%
Sin vegetación aparente	254,379	25.4379	95.06
Vegetación ruderal	5,418	0.5418	2.02
Matorral de mangle sobre bordos	3,044	0.3044	1.14
Vegetación de dunas	2,419	0.2419	0.90
Zona intermareal	1,933	0.1933	0.72
Fosa de oxidación	404	0.0404	0.15
TOTAL	267,598	26.7598	100.00

El impacto por la pérdida de vegetación será permanente en el área de relleno, sin posibilidad de recuperación. Sin embargo, dado que la superficie con vegetación que será afectada es poca y que dicha vegetación no representa ecosistemas naturales, se considera que el impacto será local, permanente, pero no significativo.

V.3.4.2. Reducción de la cobertura vegetal por la construcción de la vialidad de acceso y la zona de apoyo a la construcción. El trazo del camino de acceso ocupará dos zonas diferentes. Entre las vías del ferrocarril y la Bahía de Ohuira se desplantará sobre un área sin vegetación. Entre las vías del ferrocarril y la carretera Los Mochis-Topolobampo se construirá sobre un área con vegetación halófila. Entre el trazo y los terrenos de PEMEX se ocupará una superficie con vegetación ruderal y mangle sobre bordos. La tabla V.3.8 presenta el área correspondiente a cada tipo de cobertura a lo largo del trazo.

Tabla V.3.8. Tipos de cobertura en la superficie que ocupará la vialidad de acceso.			
Tipo de Cobertura en la Vialidad de Acceso	Superficie (m ²)	Superficie (ha)	%
Sin vegetación aparente	58,284	5.8284	63.76
Vegetación ruderal *	23,461	2.3461	25.67
Vegetación halófila (escama grande o chica)	5,462	0.5462	5.98
Matorral de mangle sobre bordos	2,511	0.2511	2.75
Zona industrial o de servicios	597	0.0597	0.65
Equipamiento	471	0.0471	0.52
Camino de terracería	318	0.0318	0.35
Vialidad primaria	239	0.0239	0.26
Vías del ferrocarril	66	0.0066	0.07
TOTAL	91,408	9.1408	100.00
* Incluye parte del área por donde pasará el gasoducto, paralelo a los límites de PEMEX.			

La vegetación afectada incluye vegetación halófila entre las vías y la carretera, vegetación ruderal en el terraplén del ferrocarril y matorral de mangle sobre los bordos.

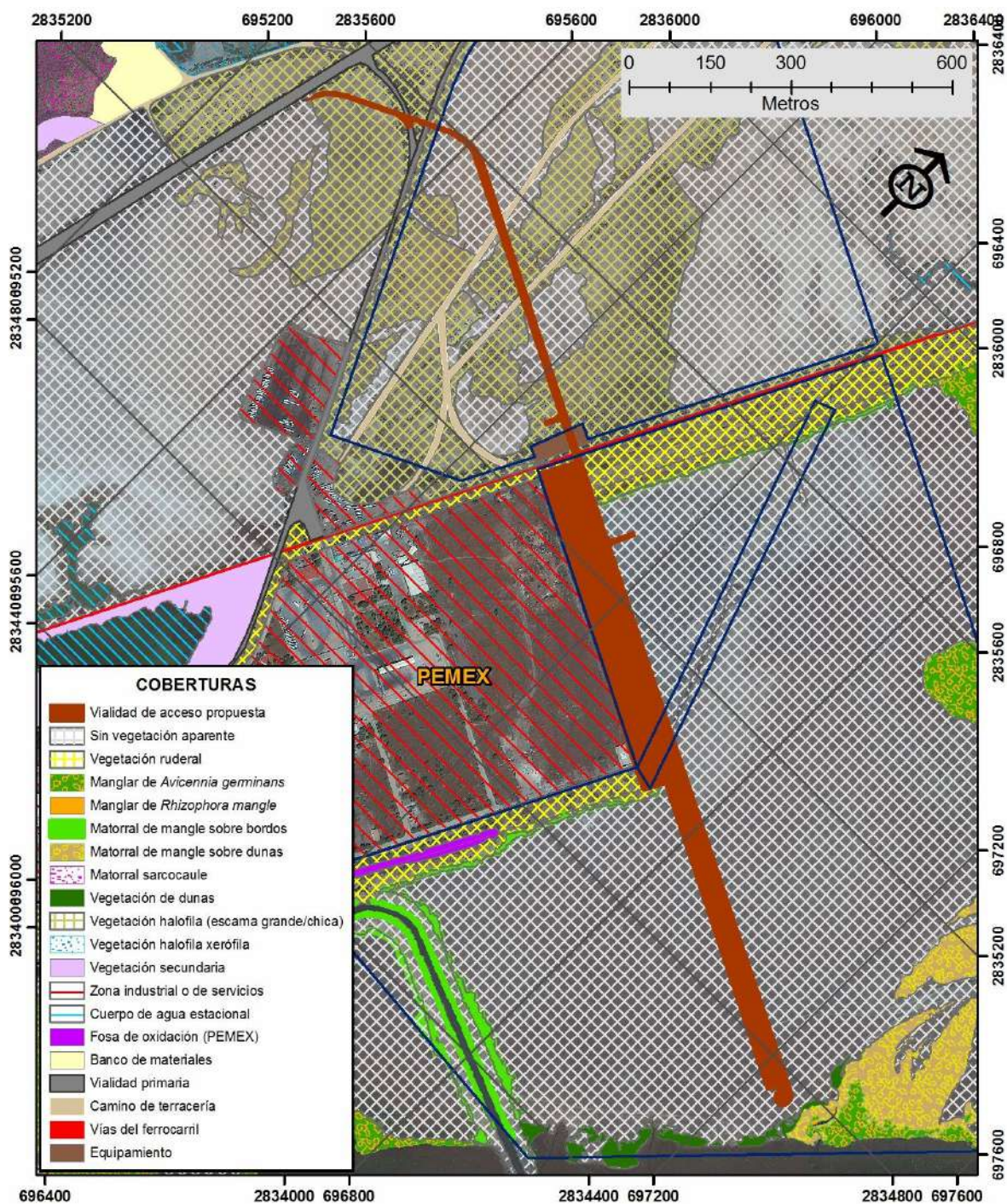


Figura V.3.22. Tipos de cobertura afectados por la nueva vialidad.

Al igual que en el caso del matorral de mangle en el área de la planta, en el punto donde el trazo cruza la vía del ferrocarril hay 46 m² (0.16% del área de desplante) de un matorral de mangle con *Avicennia germinans* que se desarrolla en la base del talud, en este caso el construido para el ferrocarril. La vegetación halófila que se eliminará es una vegetación en el estrato herbáceo con baja cobertura y rodeada de áreas sin vegetación aparente (Figura V.3.23).



Figura V.3.23. Vegetación halófila en la porción oeste del trazo.

El impacto por la pérdida de vegetación será permanente en el trazo de la vialidad, sin posibilidad de recuperación. Sin embargo, en los taludes podrá desarrollarse vegetación, ya sea de manera espontánea o inducida. Dado que la superficie con vegetación que será afectada es poca y que dicha vegetación no representa ecosistemas naturales de gran valor ecológico o de alta productividad, se considera que el impacto será local, permanente, pero no significativo.

V.3.4.3. Conservación de la cobertura vegetal por el corredor del amonioducto.

En el caso del corredor del amonioducto la situación respecto a la vegetación es diferente ya que no se realizará el desmonte de las áreas que se encuentra en la franja por las que pasará. Esto se debe a que el amonioducto estará colocado en un rack por arriba de la

ductería de PEMEX existente. Durante las obras se accederá a los ductos por las áreas que se emplean para mantenimiento.

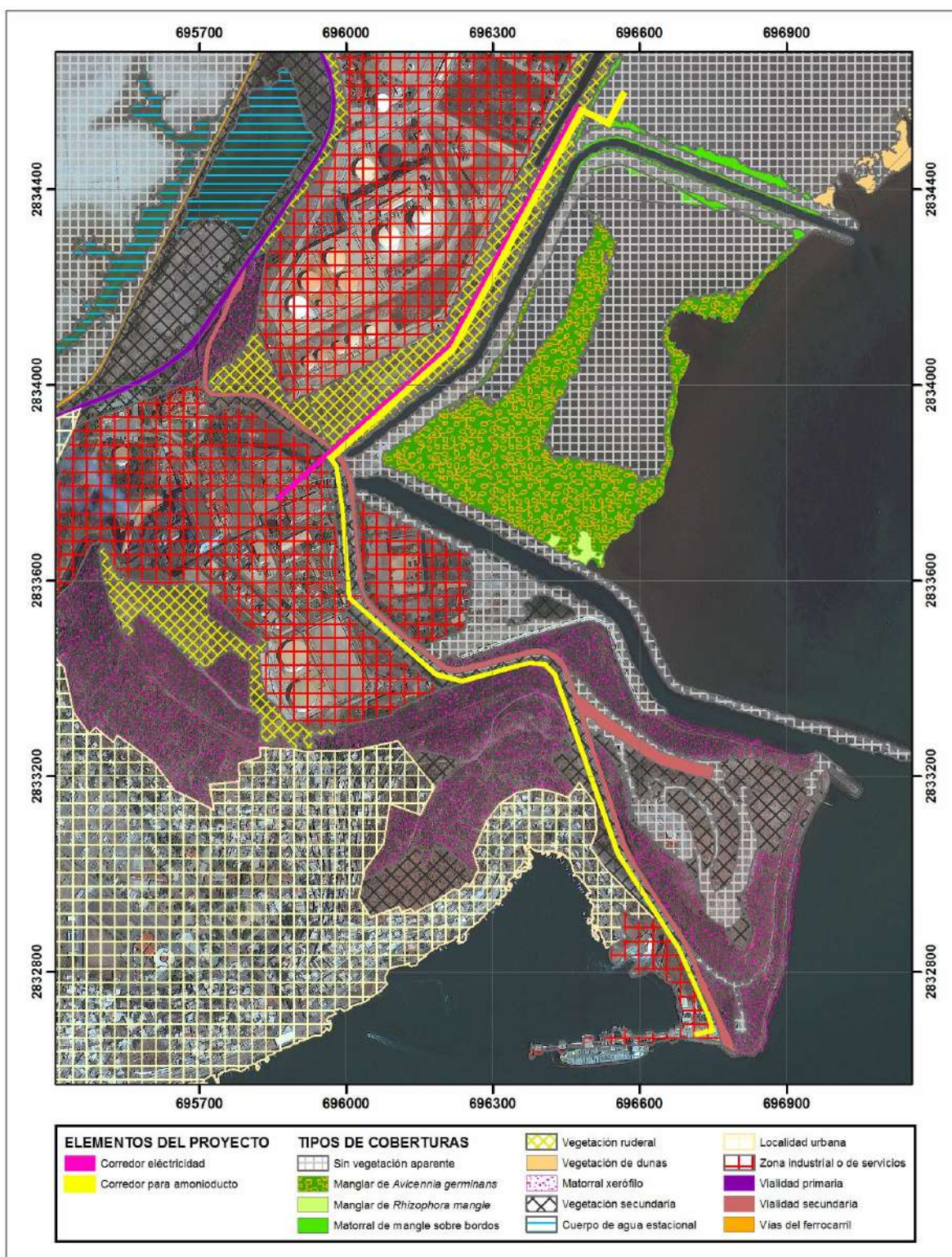


Figura V.3.24. Coberturas en el trazo del amonioducto y el corredor de electricidad.

La tabla V.3.9 presenta los tipos de cobertura a lo largo del trazo, considerando una franja de ancho variable, con 6 m en la zona de la terminal y de 10 m entre el canal y PEMEX.

Tabla V.3.9. Tipos de cobertura en la superficie del corredor del amonioducto.			
Tipo de Cobertura en Corredores	Superficie (m ²)	Superficie (hectáreas)	%
Vegetación ruderal *	27,821	2.7821	71.46
Vegetación secundaria	8,579	0.8579	22.03
Sin vegetación aparente	1,058	0.1058	2.72
Zona industrial o de servicios	1,050	0.1050	2.70
Matorral xerófilo	244	0.0244	0.63
Matorral de mangle sobre bordos	97	0.0097	0.25
Vialidad secundaria	83	0.0083	0.21
TOTAL	38,932	3.8932	100.00
* Aquí se incluyen las aproximadamente 2 hectáreas de vegetación ruderal entre PEMEX y el canal de CFE, por donde corren la línea eléctrica subterránea.			

Dado que las áreas a ocupar son ya parte del corredor de PEMEX, no se considera que se presente un impacto sobre la vegetación en la franja descrita. Sin embargo, al ampliar el uso de la infraestructura para ductos se promoverá una mejor definición del derecho de vía evitando en el futuro la ocupación del mismo por obras o actividades incompatibles.

V.3.5. Fauna.

V.3.5.1. Pérdida de fauna silvestre por reducción del hábitat y remoción de la cubierta vegetal. Al eliminar la vegetación en los bordos del sitio del proyecto en la etapa de preparación del sitio se perderá el hábitat conformado por la vegetación ruderal y el matorral de mangle. Los organismos residan ahí se verán obligados a desplazarse a las áreas colindantes. El tráfico de vehículos durante la construcción puede representar un riesgo para la fauna que aun quede en el predio o que provenga de los predios vecinos. Este riesgo abarca sólo a la fauna silvestre menor, ya que no hay especies mayores en la zona. Por tratarse de una superficie relativamente baja y con áreas de vegetación lineales, se considera que el impacto será adverso no significativo.

V.3.5.2. Desplazamiento de individuos de iguana negra de los bordos. Generalmente durante la preparación del sitio para los proyectos de desarrollo se suele registrar el mayor número de impactos por la alteración o remoción de la cubierta vegetal y, por tanto, del hábitat de la fauna silvestre. Además de la especies menores de mamíferos como conejos y ardillas, en los bordos, entre las rocas, habitan algunos ejemplares de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*). Esta es la única especie incluida en alguna categoría de protección de la NOM-059-SEMARNAT-2010 encontrada en el sitio. En este caso se debe evitar un impacto negativo sobre esta especie mediante un programa de reubicación.

V.3.5.3. Alteración de la fauna bentónica por descargas de agua. El proyecto contempla la descarga de 1,400 m³/h de una mezcla de aguas de enfriamiento, salmuera y residual tratada al canal de la CFE. Dado que ese canal ya es utilizado por la termoeléctrica para descargar sus aguas de enfriamiento, es de esperarse que las comunidades de organismos bentónicos de la zona estén compuestas por especies tolerantes al estrés térmico. Sin embargo, ahora se adicionara el estrés por aumento de la salinidad lo cual podrá reflejarse en aspectos biológicos como crecimiento y reproducción así como en la abundancia y la distribución.

Debido a que la zona de dispersión de las descargas es limitada, el impacto no será significativo sobre las poblaciones de todo el sistema lagunar, especialmente porque el canal se encuentra alejado de los mayores cuerpos de manglar de la laguna. No obstante será importante establecer un programa de monitoreos que permita detectar de manera temprana si hay afectaciones que puedan indicar un efecto mayor al esperado.

V.3.5.4. Desplazamiento de aves con presencia estacional en los terrenos inundables. Al rellenar y ocupar una parte de los terrenos que se inundan en la época de lluvias se reducirá la superficie que actualmente es utilizada por las aves de la región para descanso y alimentación. Las aves, ya sean residentes o migratorias, no habitan el predio ni tienen zonas de anidación ahí. Este impacto abarca aproximadamente 36 de las 136.8 hectáreas que integran la porción del predio localizada entre la Bahía de Ohuira y las vías del ferrocarril por la que perdida de este servicio ambiental es parcial.

Por otro lado, el sitio que será ocupado no presenta cobertura vegetal y por lo prolongado de los periodos en los que permanece seco, no hay comunidades de infauna que representen una fuente importante de alimentos. Los organismos invertebrados más frecuentes en la zona se encuentran en las cercanías de los bordos y son cangrejos que aparentemente se alimentan de la vegetación de los taludes. En la época en que se inunda el alimento disponible para las aves es principalmente el que material que arrastran el agua desde zonas adyacentes.

Durante el tiempo que duren las alteraciones es probable que las aves se alejen, pero una vez que haya cesado la construcción no habrá impedimento para que utilicen las zonas no alteradas. No se prevén actividades que causen daño directo a estas aves. En este caso el impacto se considera local y temporal para las áreas adyacentes a la planta y permanente para la superficie que será ocupada. La magnitud se considera baja dado que el predio no constituye una zona de importancia para las aves como si lo serían las islas y los manglares.

V.3.6. Ecosistemas del SAR.

V.3.6.1. Pérdida de superficie susceptible a la recolonización. El área que ocupará la planta de amoniaco actualmente carece de cobertura vegetal en un 95% de su superficie con depósitos lacustres en los que predominan los suelos arcillosos con lentes de arena intercaladas. De acuerdo con las imágenes históricas del sitio, estas áreas anteriormente no presentaban ningún tipo y no han sido adecuadas para la expansión de las asociaciones vegetales que la rodean. De acuerdo con esto, no se perderán áreas naturales ni áreas que eventualmente pudiesen constituir un sistema natural relevante.

Un aspecto importante del sitio es que a pesar de ser una zona inundable, los periodos de desecación son muy prolongados durante el estiaje, lo cual evita el desarrollo de vegetación acuática. Al mismo tiempo, los suelos tienen una salinidad muy alta que no permite el desarrollo de vegetación terrestre. Estas limitantes provocan que la porción del predio que será ocupada no participe de los procesos ecológicos del SAR, lo cual no será un impacto significativo por que en la actualidad no se detectaron servicios ambientales importantes en este lugar.

V.3.7. Paisaje.

V.3.7.1. Reducción de la calidad visual del paisaje. El impacto sobre el paisaje contiene elementos subjetivos, por lo cual es difícil de calificar el efecto que tendrán las nuevas estructuras de la planta. Sin embargo, la tendencia en las áreas vecinas del predio ha sido el desarrollo de industrial, con las instalaciones de PEMEX, CFE y la API, por lo que el paisaje ya incluye elementos artificiales relacionados con esas industria. El impacto en el paisaje sería visible desde:

- La carretera de Los Mochis Topolobampo
- El Camino al Muelle.
- Las aguas de la Bahía de Ohuira.

Algunas estructuras son de bajo perfil que sólo serán apreciadas desde zonas cercanas, mientras que otras son altas, como las torres de enfriamiento y las instalaciones de producción, que podrán ser vistas a distancia. En este sentido, la cuenca visual estaría limitada a una zona pequeña y poco poblada, sin que las instalaciones propuestas sean visibles desde la zona urbana de Topolobampo.

V.4.7.2. Reducción de la calidad del paisaje nocturno por contaminación lumínica.

Las instalaciones industriales requieren de una buena iluminación, tanto de día como de noche. En el sitio propuesto para la planta actualmente existen fuentes de luz nocturna tanto en PEMEX como en la CFE. Sin embargo, no se ha reportado que estas luces representen un problema para las áreas naturales cercanas. No obstante, debe tenerse cuidado de no aumentar la contaminación lumínica del sitio a un grado tal que comience a alterar el medio natural.

La contaminación lumínica se puede definir como aquella que ocurre cuando se permite que las luces artificiales abarquen áreas que no pretendía iluminar. La colocación de luces en sitios erróneos y en horas inadecuadas puede tener efectos negativos, tanto en las personas como en la fauna silvestre.

El Sistema Santa María-Topolobampo-Ohuira forma parte de importantes rutas migratorias para aves de Norteamérica. El sitio además se ubica a una distancia relativamente corta de dos AICAs (122 y 227) que pueden ser importantes para especies migratorias. Las luces brillantes a lo largo de estas rutas pueden provocar que las aves en migración nocturna se desorienten y se desvíen de su ruta natural e incluso que algunas sigan esa luz hasta su origen y se estrellen contra las estructuras.

Otro impacto adverso que ocurre cuando las fuentes de luz se sitúan cerca de áreas de anidación es que las aves se mantienen despiertas, a causa del resplandor artificial que emula el resplandor que antecede el amanecer. Los juveniles de algunas especies de aves marinas pueden confundirse por estos resplandores en sus primeros vuelos, estrellándose en las estructuras iluminadas o sin poder regresar después a áreas seguras.



Figura V.3.25. Paisaje nocturno con las luces de CFE (al centro) y PEMEX.

En el caso de la planta de amoniaco es posible que se presenten al menos tres formas de contaminación lumínica que pueden afectar a la población aviar de la Isla de Los Patos:

- **Deslumbramiento:** Este es uno de los tipos de contaminación por luz que puede generar las mayores molestias, afectar la visibilidad y ocurre en instalaciones con sistema de iluminación con fallas de diseño. Su impacto depende de la cantidad y la dirección de las fuentes de resplandor, las condiciones fisiológicas de los sujetos afectados, las condiciones del sitio expuesto y los niveles de luz ambiental en los alrededores.
- **Intrusión.** Este tipo de contaminación tiene lugar cuando la fuente de iluminación emite luz en direcciones que exceden el área que se pretende iluminar. En general, se debe al uso de luminarias excesivamente altas, que no sólo iluminan el área necesaria sino que emiten luz que incide en los edificios y regiones cercanas.
- **Resplandor.** Esta contaminación se refiere al brillo anaranjado o rosáceo que se puede ver desde muchos kilómetros alrededor de pueblo, ciudades o grandes plantas industriales. Este fenómeno se debe a la interacción entre las moléculas del aire, las moléculas de los agentes contaminantes y el polvo en suspensión con la luz, produciéndose lo que se conoce como difusión. Su resultado es que un haz luminoso que inicialmente tenía una dirección concreta, acaba siendo dispersado por estos agentes en múltiples direcciones, especialmente hacia el cielo. Cuanto menos orientado y concentrado esté el haz de una fuente de luz (es decir, cuanta más luz desperdicie en horizontal o en vertical), más luz será difundida hacia el cielo.

V.3.8. Medio Socioeconómico.

V.3.8.1. Aumento de la oferta de empleo en Topolobampo y Los Mochis. La construcción de planta traerá consigo demanda de mano de obra en la etapa de construcción, que será cubierta preferentemente por la población local.

Tal condición permitirá reducir el déficit de empleo y complementar los ingresos económicos de una parte de los residentes de Topolobampo y Los Mochis ocupados en el sector de la construcción, así como de los residentes de comunidades agrícolas y pesqueras que estacionalmente requieren de otras fuentes de ingreso.

Además, las empresas constructoras cuentan con personal propio que se traslada a los sitios de las obras según sea requerido, lo cual amplía el alcance de los beneficios derivados de la creación de empleos.

Al incrementar la oferta de empleo en las zonas urbanas, se propicia una mejoría en las condiciones de vida de la población económicamente activa, así como el incremento en sus ingresos, por lo que se considera benéfico. La oferta de empleo sólo durará en tanto se construyen las instalaciones y la vialidad de acceso, por lo que el efecto en el tiempo es temporal. Por su carácter temporal y alcance regional, aunado a la población beneficiada, el impacto se considera significativo y benéfico.

Una vez concluida la construcción se crearán empleos especializados para la operación de la planta. Estos empleos serán para personal capacitado en el manejo de equipos especiales, aunque por la cantidad de personal requerido, el impacto no será significativo.

Adicionalmente, la producción de amoniaco repercutirá de forma positiva sobre otras actividades del sector agrícola e industrial estimulando la creación de nuevos empleos de para la producción y por los servicios de apoyo. Esto será un impacto benéfico indirecto con alcance regional.

V.3.8.2. Aumento en la posibilidad de incidentes viales por el aumento de vehículos en circulación durante la construcción. El mayor tráfico vehicular será producto de los vehículos que transporten el material de relleno para la los terrenos de la planta en la etapa de construcción. El mayor impacto ocurrirá en el cruce de la carretera Los Mochis-Topolobampo, donde deberán colocarse las señales necesarias de precaución. Además, los conductores deberán ser capacitados y supervisados para la prevención de accidentes.

Dado que en la zona en la que se ubica el proyecto hay actividades que involucran volúmenes de tráfico vehicular de carga, se prevén impactos adversos por incremento de la carga vehicular en esta vía de acceso.

V.3.8.3. Aumento en la posibilidad de incidentes relacionados con la seguridad laboral. Los peligros relacionados con la higiene y la salud laboral en planta han sido identificados en base a los análisis de seguridad laboral y evaluaciones de peligros y riesgos a través del análisis de riesgo laboral, correspondiente a la planta de amoniaco. Con esto se logrará que los riesgos puedan administrarse para proporcionar condiciones seguras a los trabajadores. Para mayor información acerca de este tema se recomienda consultar el estudio indicado.

V.3.8.4. Aumento en la posibilidad de incidentes que involucren a la población. Además de los riesgos a la población por la presencia y la operación de la planta que han sido analizados en el estudio de riesgo y considerados como aceptables, existen algunas interacciones que podrían afectar la seguridad pública en el sitio del proyecto. Las principales son:

- Accesos sin autorización a la zona de trabajo durante la construcción.
- Acceso de personal no autorizado a las instalaciones e la planta.

En el primer caso, la planta será construida dentro de un predio extenso, lejos de los límites del mismo. Esto limita el acceso por error del público ya que es necesario atravesar una gran distancia antes de llegar al sitio de la obra. Los terrenos tendrán vigilancia y letreros para evitar que esto ocurra. Con la restricción de acceso al público se evitará que este quede expuesto a los riesgos provocados por la maquinaria pesada en operación.

Estas medidas de seguridad formaran parte de las prácticas a las que deberá sujetarse la empresa constructora e incluyen las siguientes acciones:

- Cercar las áreas en las que haya trabajos en proceso.
- Colocar todas las señales preventivas necesarias, incluyendo las dirigidas a los trabajadores.

- Proveer vigilancia las 24 horas.
- Al concluir los trabajos en un área, eliminar cualquier objeto o condición que pueda representar un riesgo posteriormente.

Tomando en cuenta estas medidas, se considera que este es un impacto zonal no significativo.

V.3.8.5. Tráfico marítimo con aprovechamiento del potencial portuario del terminal de PEMEX. En la etapa de operación de la planta se espera recibir embarcaciones de forma regular. El puerto puede recibir este incremento de tráfico marítimo sin alterar las operaciones actuales. Este se considera un impacto benéfico no significativo.

V.3.8.5. Desarrollo del potencial económico de Topolobampo. En la etapa de operación los impactos benéficos son debido a que el amoniaco que se produzca es una materia prima importante para diversas industrias regionales y nacionales.

Por otra parte, al construir la planta se consolidará el uso de suelo para actividades industriales en una parte, pero en una forma que maximiza los beneficios derivados de la ocupación de esa área.

Al mismo tiempo el proyecto permitirá que se desarrollen procesos de planeación en los que una inversión de esta magnitud sea un hecho garantizado y permita reducir la presión sobre otras áreas. Para el proceso de planeación también será importante considerar que se establecen bases para ampliar la zona de conservación del proyecto de manera que se incorporen el estero con mangle al norte del predio.

V.4. Resumen de los Impactos Ambientales por Etapa.

En el presente estudio, en muchos casos la razón por la que se ha considerado que los impactos adversos son de baja magnitud se relaciona con las características de la tecnología a emplear y con las medidas de control de contaminación y reducción de

riesgos que están incorporados en el diseño. Asimismo, a pesar de encontrarse en una región de gran valor ecológico por la presencia de grandes extensiones de manglares y humedales, el predio sobre el que se propone realizar el proyecto proporciona escasos servicios ambientales por la ausencia de cobertura vegetal, por los prologados periodos de desecación y por las modificaciones de sus entorno por la construcción de infraestructura como las vías del ferrocarril y la zona industrial de Topolobampo. A continuación se describen los impactos ambientales que se presentan en cada etapa del desarrollo del proyecto.

V.4.1. Selección del sitio.

En este caso la etapa de selección del sitio del proyecto incluyó diversos estudios no invasivos, los cuales arrojaron que desde el punto de vista técnico y económico el sitio seleccionado es prácticamente el único viable en la porción norte del litoral de Sinaloa.

Por otra parte, desde el punto de vista ambiental la construcción de la planta se ha propuesto en un área en su mayoría sin vegetación y aislada en parte de los procesos hidráulicos y ecológicos de la región por obras de infraestructura como el terraplén del ferrocarril que lo separa del resto de las áreas inundables del municipio y el canal de descarga de agua de la CFE, para cuya construcción se eliminó parte de un estero en las décadas pasadas.

V.4.2. Preparación del sitio.

Generalmente en esta etapa (que incluye el arribo de la maquinaria y el personal de construcción al sitio) suelen ocurrir los mayores impactos adversos sobre la superficie física del proyecto. Sin embargo, dadas las características del sitio los cambios que ocurran serán permanentes en las áreas previamente alteradas, actualmente desprovistas de vegetación o con cobertura muy baja. Estos cambios son atribuibles al relleno y la nivelación del terreno y conllevan la desaparición de suelos lacustres de textura fina a media, con muy alto contenido de sales.

Por otra parte, en esta etapa también ocurre la delimitación de las zonas de conservación del manglar y el matorral de mangle, lo cual forma parte de las medidas de compensación a ejecutar y que permite obtener el beneficio de conservar sin afectación los rasgos naturales más importantes del predio.

V.4.3. Construcción.

Durante la construcción se presentarán pocos impactos ambientales adicionales y ninguno de ellos se considera significativo. En el medio terrestre los impactos son aquellos que normalmente se asocian a las actividades de la construcción, como son la presencia del personal de construcción (con generación de residuos sólidos y aguas residuales de origen sanitario), emisiones a la atmósfera y ruido generado por los equipos de construcción. Estos impactos serán controlados mediante la aplicación de los planes de manejo de residuos correspondientes.

V.4.4. Operación y Mantenimiento.

En la etapa de operación los impactos que se presentarán están asociados principalmente a la descarga de agua de mar con incremento de temperatura, salinidad y otros compuestos. Además, habrá emisiones a la atmósfera desde la planta y generación de ruido, aunque estas respetarán los niveles establecidos en la normatividad y no representarán un peligro para el medio ambiente.

La generación de residuos peligrosos, incluyendo catalizadores gastados, grasas y aceites es un impacto ambiental adverso no significativo, que se asocia a la producción de amoniaco. Para esto podrán aplicarse medidas de mitigación incorporadas al programa de manejo de residuos, además de que se contratará una empresa autorizada que se encargue de la disposición final.

Un aspecto muy importante es que las medidas de seguridad y control integradas en el proceso de producción desde la etapa de diseño, contribuyen en gran manera a reducir los impactos adversos del proyecto.

VI. ESTRATEGIAS PARA LA PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES, ACUMULATIVOS Y RESIDUALES DEL SISTEMA AMBIENTAL REGIONAL.

VI.1. Clasificación de las Medidas de Mitigación.

Las medidas que permitirán cumplir los objetivos del proyecto en el sentido de no contribuir al deterioro del entorno lagunar de la Bahía de Ohuira, se pueden clasificar de la siguiente manera:

- **Prevención.** Aquellas medidas tendientes a evitar un impacto negativo son las preventivas. En el caso de las actividades cotidianas que se realizarán en la construcción obras, estas se enfocan a evitar impactos adicionales a los que ocurrirán por el relleno del terreno, así como los generados por el uso de maquinaria pesada, vehículos y la presencia del personal en la construcción y vehículos ligeros. Aquí se incluyen las prácticas adecuadas en el manejo de los residuos sólidos y líquidos.

El segundo grupo de medidas de prevención, que son las más importantes, se ha integrado al proyecto desde el diseño con el uso de las mejores estrategias disponibles para limitar la contaminación del aire y del agua por el proceso de producción de amoniaco.

- **Mitigación.** Son las medidas que buscan reducir los efectos adversos de los impactos inevitables del proyecto.
- **Remediación.** Son las que, una vez causado el impacto adverso, permiten eliminar sus efectos y restablecer en lo posible las condiciones previas del sitio afectado. En este caso, dado que se parte de un sitio prácticamente sin vegetación ni características naturales notables, la aplicación de medidas de remediación es limitada.

- **Rehabilitación.** En el caso de encontrar elementos ambientales dañados o la ocurrencia de impactos, por causas ajenas a la construcción de la planta, como serían la urbanización previa o la presencia de especies invasoras en un área natural, se puede considerar la realización de obras de rehabilitación. En este caso no se presentan las condiciones mencionadas.
- **Compensación.** Finalmente en el caso de no poder encontrar medidas que prevengan, remedien o rehabiliten, elementos propios de la obra y la operación de la terminal, causados por esta se clasifican como de compensación. En este caso se consideran medidas de compensación a fin de cumplir con la normatividad aplicable a las especies de mangle en el sitio, dado que no es posible mantener la franja de 100 m de distancia con el mangle de los bordos.

VI.2. Agrupación de los Impactos de Acuerdo con las Medidas de Mitigación Propuestas.

A través de la revisión de impactos realizada en el capítulo anterior ha sido posible determinar que el proyecto para la construcción y operación de la planta de amoniaco no provocará impactos ambientales significativos y que los impactos no significativos que ocurrirán son pocos y, en algunos casos, pueden reducirse aún más mediante la aplicación de algunas medidas sencillas.

La tabla VI.1 presenta las medidas de mitigación propuestas. Es importante señalar estas medidas consideran que el proyecto incluye en su diseño numerosas medidas para reducir y controlar sus emisiones a la atmósfera y las descargas de agua, con lo cual se busca mantener las condiciones ambientales en la planta y sus alrededores, ya que esta no está asociada a impactos adversos significativos.

Tabla VI.2.1. Medidas de control y mitigación ambiental, aplicables a la planta de amoniaco.					
Impacto	Medida Aplicable	Tipo	Objetivo	Momento de Ejecución	Responsable de su Aplicación
Atmósfera y Ruido					
V.3.1.1. Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la maquinaria de construcción.	Verificación y mantenimiento periódico de los vehículos y maquinaria	P	Reducir la cantidad de emisiones a la atmósfera.	Construcción	Promovente/ Empresa constructora
V.3.1.2. Reducción de la calidad del aire por polvo durante la construcción.	Emplear lonas para cubrir la carga de los camiones que transporten el material de relleno	P	Reducir la cantidad de polvo disponible para resuspensión por el viento.	Construcción	Promovente/ Empresa constructora
	En la época seca, mantener húmedos los materiales pétreos para el relleno y rociar la zona de trabajo según sea necesario.	M		Construcción	Promovente/ empresa constructora
V.3.1.3. Reducción de la calidad del aire por emisiones a la atmósfera de la planta de amoniaco.	Cumplir con todas las medidas para reducción y control de emisiones incluidas en el diseño de la planta y establecer un programa de monitoreo ambiental para verificar el cumplimiento de dichas medidas.	P	Reducir la cantidad de emisiones a la atmósfera durante la operación de la planta.	Operación	Promovente
V.3.1.4. Reducción de la calidad del aire emisiones fugitivas.		P		Operación	Promovente
V.3.1.5. Reducción de la calidad del aire emisiones de vehículos de la empresa durante la etapa de operación.		P		Operación	Promovente
V.3.1.6. Reducción de la calidad del entorno por ruido en la construcción.	Dar mantenimiento adecuado a la maquinaria para evitar rebasar los niveles de ruido permitidos en la normatividad aplicable.	P	El nivel de ruido se mantendrá dentro de los límites establecidos en las normas mexicanas	Construcción	Promovente
V.3.1.7. Reducción de la calidad del entorno acústico por ruido durante la operación.	Aplicar todas las medidas propuestas para el control del ruido en el diseño de la planta. Respetar la normatividad aplicable.	P	Dar a los trabajadores condiciones de trabajo adecuadas y evitar la degradación del entorno de la planta.	Operación	Promovente

Tabla VI.2.1. Medidas de control y mitigación ambiental, aplicables a la planta de amoniaco.					
Impacto	Medida Aplicable	Tipo	Objetivo	Momento de Ejecución	Responsable de su Aplicación
Hidrológica					
V.3.3.1. Reducción de la calidad del agua por sólidos suspendidos durante la construcción.	Colocar mallas de geotextil alrededor del área de relleno en la zona intermareal.	P	Evitar la degradación del agua de la Bahía de Ohuira por incremento de la turbidez.	Durante toda la operación.	Promoviente
V.3.3.2. Aumento de temperatura en el canal de descarga y zona adyacente.	La descarga a aguas superficiales será monitoreada para garantizar el cumplimiento de los límites establecidos en las normas mexicanas.	P	Evitar la degradación del agua de la Bahía de Ohuira por contaminación térmica	Durante toda la operación.	Promoviente
V.3.3.3. Aumento de salinidad en el canal de descarga y zona adyacente.	La descarga a aguas superficiales será monitoreada para garantizar que no se generen condiciones adversas al entorno.	P	Evitar la degradación del agua de la Bahía de Ohuira por contaminación salina	Durante toda la operación.	Promoviente
V.3.3.4. Aumento de efluentes con contenido de amoniaco y otras sustancias.	La descarga a aguas superficiales será monitoreada para garantizar el cumplimiento de los límites establecidos en las normas mexicanas.	P	Evitar la degradación del agua de la Bahía de Ohuira por nutrientes.	Durante toda la operación.	Promoviente
V.3.3.5. Reducción de la calidad del agua por grasas y aceites.	La descarga a aguas superficiales será monitoreada para garantizar el cumplimiento de los límites establecidos en las normas mexicanas.	P	Evitar la degradación del agua de la Bahía de Ohuira.	Durante toda la operación.	Promoviente
V.3.4.1. Reducción de la cobertura vegetal por las instalaciones de la planta.	Adquirir terrenos para establecer un área de protección en los alrededores de la planta.	C	Prevenir la emisión de contaminantes a la atmósfera y el riesgo de incendios sin control.	Después del desmonte y durante el resto de esta etapa.	Promoviente
V.3.4.2. Reducción de la cobertura vegetal por la construcción de la vialidad de acceso y la planta de amoniaco.	Dar un manejo adecuado de residuos sólidos y no quemar los restos de vegetación.	P	Evitar la contaminación de los terrenos aledaños con restos de vegetación.	Preparación del Sitio.	Promoviente/ empresa constructora

Tabla VI.2.1. Medidas de control y mitigación ambiental, aplicables a la planta de amoniaco.					
Impacto	Medida Aplicable	Tipo	Objetivo	Momento de Ejecución	Responsable de su Aplicación
V.3.5.1. Pérdida de fauna silvestre por reducción del hábitat y remoción de la cubierta vegetal.	Diseñar y aplicar un programa de captura y reubicación de reptiles en el bordo y la vegetación ruderal donde pasarán los ductos.	M	Rescatar a los reptiles que se encuentren en la zona que atravesarán los ductos.	Inmediatamente antes de iniciar los trabajos, progresando al ritmo de las obras.	Promovente/ empresa constructora
	Prohibir la captura y caza de cualquier especie silvestre con fines de consumo o para su comercio.	P	Proteger a las especies del sitio.	Durante toda esta etapa.	Promovente/ empresa constructora
V.3.5.2. Desplazamiento de individuos de iguana negra de los bordos.	Diseñar y aplicar un programa de rescate de iguanas en el bordo colindante al área por rellenar, incluyendo una unidad para su cuidado temporal.	M	Evitar la pérdida de iguanas.	Inmediatamente antes de iniciar el relleno del área colindante al bordo de PEMEX y del ferrocarril,	Promovente/ empresa constructora
V.3.7.1. Reducción de la calidad visual del paisaje.	Sin sacrificar funcionalidad, construir estructuras equilibradas, en buen estado de conservación y, en lo posible, con colores que reduzcan el contraste visual.	M	Reducir los impactos en el entorno visual.	Al inicio del proyecto ejecutivo y al final, en los acabados.	Promovente
V.3.7.2. Reducción de la calidad del paisaje nocturno por contaminación lumínica.	Diseñar el sistema de iluminación de la planta de forma que no afecte el entorno natural	P	Prevenir la contaminación lumínica del sitio.	En el proyecto ejecutivo y al final, en las instalaciones.	Promovente
V.3.8.2. Aumento en la posibilidad de incidentes viales por el aumento de vehículos en circulación durante la construcción.	Realizar una campaña permanente de seguridad para sus conductores, a fin de prevenir accidentes.	P	Evitar daños al personal y las instalaciones de la planta.	Durante toda la operación.	Promovente
V.3.8.3. Aumento en la posibilidad de incidentes relacionados con la seguridad laboral.	Colocar señales referentes a las medidas de seguridad pertinentes	P	Reducir la posibilidad de accidentes dentro de las instalaciones de	Durante toda la operación.	Promovente

Tabla VI.2.1. Medidas de control y mitigación ambiental, aplicables a la planta de amoniaco.					
Impacto	Medida Aplicable	Tipo	Objetivo	Momento de Ejecución	Responsable de su Aplicación
	Todos los empleados serán instruidos en los procedimientos para reportar la respuesta a desastres y emergencia	P	la empresa.	Durante toda la operación.	Promoviente
	Los procedimientos y los números telefónicos de respuestas a desastres y emergencias serán colocados en sitios clave por toda la planta.	P		Durante toda la operación.	Promoviente
	Se realizarán simulacros anunciados y no anunciados para evaluar la efectividad del entrenamiento.	P		Durante toda la operación.	Promoviente
V.3.8.4. Aumento en la posibilidad de incidentes que involucren a la población.	Se colocarán señales de advertencia.	P	Evitar la posibilidad de accidentes dentro de las instalaciones de la empresa por la presencia de personal no autorizado.	Durante toda la operación.	Promoviente
	Se tendrá una cerca perimetral. Adicionalmente, la planta se ubica lejos del límite del predio.	P		Durante toda la operación.	Promoviente
	Se tendrá personal de vigilancia durante las 24 horas.	P		Durante toda la operación.	Promoviente
V.3.8.5. Transporte Marítimo	Cumplir los requisitos establecidos por la Capitanía de Puerto y PEMEX.	P	Prevenir daños al entorno o la seguridad por las navegación	Durante toda la operación.	Promoviente
Tipos de medidas: M = Mitigación; P = Prevención; C = Compensación; R = Rehabilitación; D = Remediación.					

Impacto V.3.3.3. Con relación a los impactos de las descargas de salmueras a las aguas marinas de México existe poca información, en parte a causa de que este tipo de tecnología no está muy difundida, siendo la mayor parte de las unidades en operación de dimensiones pequeñas. Aunque no se tenga la certeza absoluta de que este residuo genere contaminación o produzca un impacto negativo generalizado en el ambiente, es probable que ciertos ecosistemas marinos o costeros se vean de cualquier manera

afectados según las cantidades que de ella se viertan al mar (sobre todo tratándose de un área limitada), el tipo de proceso de desalación que se utilice, y la propia fragilidad marina y/o costera del lugar donde se arroje (Nava Escudero, 2007).

Por esta razón, se deberá tener un enfoque precautorio para el establecimiento de la planta, principalmente mediante la aplicación de la mejor tecnología disponible (BAT) para la protección del medio marino y la prevención de riesgos potenciales. Los aspectos posibles de la operación sobre los que se aplica este enfoque precautorio serán:

- La descarga al mar debe estar diseñada y construida para mejorar la dilución y para minimizar la alteración del medio marino y el transporte de sedimentos.
- Se deben reemplazar las sustancias antiescalantes con aquellas con menor impacto para el medio ambiente y con otros aditivos inocuos.
- Se deben eliminar los compuestos férricos, no solo por aspectos estéticos sino para prevenir los riesgos potenciales para la vida marina por concentraciones altas y la acumulación a largo plazo.

Impacto V.3.4.1. Con relación a las medidas de compensación por la ocupación de áreas a una distancia menor a 100 m de la vegetación de manglar, la empresa ha considerado la adquisición de una porción de terrenos para integrarlos a su predio como zona de conservación (Figura VI.1.1).

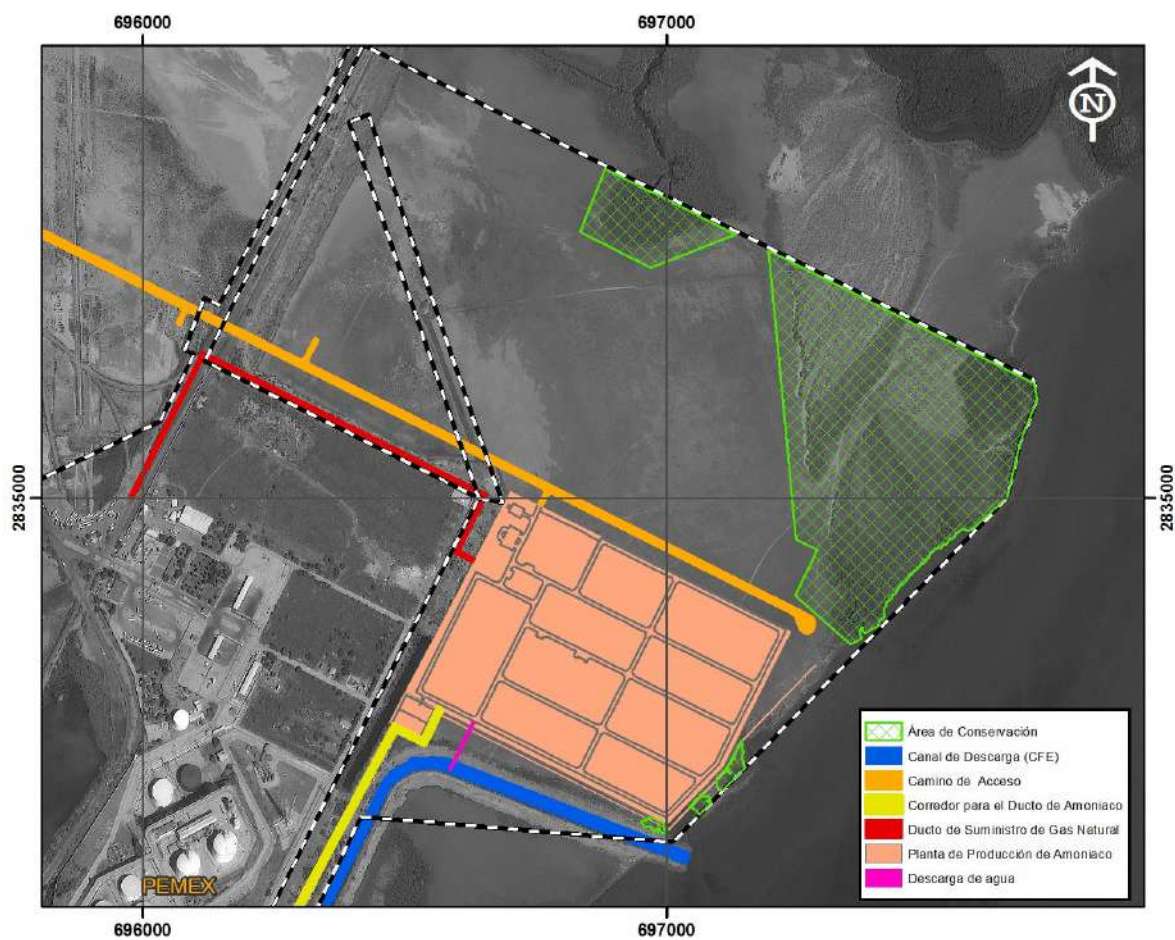


Figura VI.1.1. Áreas de conservación que se establecerán en el predio de la empresa.

VI.3. Descripción de la Estrategia o Sistema de Medidas de Mitigación.

VI.3.1. Selección del Sitio.

En la etapa de selección del sitio del proyecto no hay impactos ambientales por mitigar, ya que como se explicó anteriormente sólo se realizaron los estudios pertinentes para el desarrollo del diseño y planos de estructuras. Las únicas medidas que pudieron aplicarse fueron preventivas, al evitar la selección de un sitio inadecuado para el desarrollo. Tales medidas habrían sido como se describe a continuación:

- Se verificó que el proyecto cumpliera con los planes de desarrollo estatales y municipales. En este caso no hay un conflicto aunque posteriormente la presencia de la planta deberá tomarse en cuenta en los procesos de desarrollo de planes y programas de ordenamiento.
- Se verificó que en el sitio elegido no existiesen elementos naturales que requirieran de protección especial o que fuesen irremplazables. Este criterio se cumple ampliamente por la ubicación del sitio en una zona previamente alterada por la construcción de bordos y taludes para el ferrocarril, PEMEX y los canales de la CFE, así como por la ausencia de vegetación y fauna residente en la zona de inundación.
- Se verificó que el proyecto no afectara los criterios de inscripción de la región como el sitio Ramsar y que no hubiese áreas de importancia para las aves. Se encontró que sólo en la época de lluvias, que coincide con las mayores amplitudes de la marea, el predio ofrece un área para que se posen aves acuáticas, pero sin que existan ahí áreas de anidación.

VI.3.2. Preparación del sitio.

En esta etapa el sitio se alistaré para la construcción de la planta de amoniaco, y será en este momento cuando ocurra el impacto previsible e irreversible por la modificación de la topografía del terreno. Igualmente, será en este momento cuando se elimine la vegetación

sobre parte del camino de acceso, para acondicionarlo, y en el bordo de los terrenos de PEMEX, debido a los preparativos para el relleno.

En la parte de los bordos que se modificará se aplicará el programa de rescate de iguana negra para garantizar que dicha especie no será afectada por el proyecto.

VI.3.3. Construcción.

Durante la construcción se presentarán pocos impactos ambientales y ninguno de ellos se considera significativo. Estos pueden atenuarse a través de las siguientes medidas:

- Los residuos sólidos como material de empaque, restos de alimentos y basura en general, generados por el personal encargado de la construcción del conjunto de obras de la planta deberán concentrarse en tambos metálicos de 200 L de capacidad, con la finalidad de ser transportados al sitio que el municipio designe. Deberá contarse con contenedores para separar los diferentes tipos de basura en, por lo menos, orgánicos e inorgánicos.
- Se deberá proveer agua para consumo humano y de uso general, la cual deberá almacenarse en tinacos y suministrarse por medio de garrafones de plástico de 20 L para facilitar su manejo y su control. Se deberá contar con sistemas que permitan que el agua se distribuya entre los trabajadores sin contaminarla. El agua uso general podrá suministrarse y almacenarse en tiboires de plástico de 200 L.
- El ruido en la etapa de construcción será producto de la maquinaria empleada y por el hincado de pilotes. Este se considera como un impacto ambiental inevitable ya que este es generado por la maquinaria que operará en la zona. El ruido no afectará áreas pobladas y su impacto en el entorno laboral será mitigado proporcionando a los trabajadores del equipo de seguridad adecuado como lo son tapones y orejeras antirruído.
- La generación de grasas y aceites durante la construcción es un impacto ambiental adverso que será mitigado evitando su disposición sobre el suelo,

almacenándolo en tambos de 200 L, para posteriormente disponer de ellos a través de una empresa especializada en su manejo.

- **Tráfico vehicular.** El mayor tráfico vehicular será producto de los vehículos de transporte del material para el relleno. Esto implica un gran número de camiones que deben recorrer un tramo de la carretera Los Mochis-Topolobampo.

Para reducir la posibilidad de accidentes será necesario trabajar en coordinación con las autoridades correspondientes para colocar señalización, semáforos y/o personal que auxilie en el control del tráfico.

Una vez que lleguen a la vialidad de acceso en el predio, y dado que en la zona para la construcción no hay otras empresas que generen tráfico de vehículos, no se prevén problemas por congestionamientos de las vías de acceso.

VI.3.4. Operación y Mantenimiento.

VI.3.4.1. Residuos sólidos. Los residuos sólidos que se generen pueden controlarse fácilmente si se colocan contenedores con tapa en las áreas donde se generen los residuos. Los residuos deberán enviarse a sitios autorizados por el municipio para su disposición final.

VI.3.4.2. Tráfico vehicular. El tráfico vehicular en esta etapa será producto de los vehículos de transporte de personal. Para esto existirá el nuevo camino pavimentado a la planta y dado que en la zona para la construcción no hay otras empresas que generen tráfico de vehículos, no se prevén problemas por congestionamientos de las vías de acceso.

Como medida de prevención para evitar la contaminación del aire, aplicable a las etapas siguientes, se deberán observar las siguientes Normas Oficiales Mexicanas en todos los vehículos de la empresa relacionados al proyecto, de acuerdo con sus características:

- **NOM-041-SEMARNAT-2006** que establece los niveles máximos permisibles de emisión de gases contaminantes provenientes de los vehículos automotores en circulación que usan gasolina como combustible.
- **NOM-045-SEMARNAT-2006**, que establece los niveles máximos permisibles de opacidad del humo proveniente del escape de vehículos automotores en circulación que usan diesel o mezclas que incluyan diesel como combustible, tomando en cuenta que excluyen de su aplicación la maquinaria equipada con motores a diesel empleada en las actividades agrícolas, de la construcción y de la minería.

VI.3.4.3. Ruido. El ruido en esta etapa es generado por los equipos para la producción que tendrá la planta y será mitigado mediante las medidas de control descritas en el Capítulo V y proporcionando a los trabajadores el equipo de seguridad adecuado como lo son tapones y orejeras antirruído.

VI.3.4.4. Mantenimiento de equipos en la terminal de PEMEX. El mantenimiento al que se refiere este apartado es el que se proporciona a los equipos del proyecto. En ningún caso se deberá permitir el mantenimiento de las embarcaciones que arriban al muelle ni la descarga de residuos. Se deberá reportar a las autoridades del muelle cualquier caso en que una embarcación descargue al mar aguas residuales o de sentina mientras se halla en la posición de atraque de para la carga del producto de la planta. Respecto al mantenimiento a los equipos de la empresa se deberán adoptar las siguientes medidas:

Para prevenir la fuga de combustibles y lubricantes de la maquinaria en uso, esta deberá estar siempre en buen estado mecánico, evitando además realizar reparaciones, cambios de aceite o carga de combustible en áreas con el suelo sin protección o en áreas desde donde pueda haber derrames hacia el canal de navegación. El mantenimiento y la reparación de los vehículos únicamente deben realizarse en la zona designada para este fin.

La mejor opción de manejo para los residuos generados como aceites gastados, envases vacíos y materiales impregnados que se generen en la terminal durante la operación es enviarlos a un centro de acopio tan pronto como han sido generados. Esto es más práctico que almacenarlos temporalmente en el lugar, ya que la cantidad generada es baja y por estar en una zona industrial-portuaria probablemente todos los días podrán enviarse fuera del sitio.

En caso de alerta de huracán o tormenta se deberán remover todos los combustibles y residuos, para llevarlos a sitios seguros donde no haya riesgo de derrames o dispersión.

VI.4. Medidas Aplicables No Relacionadas con Impactos Específicos.

A continuación se presentan una serie de medidas y recomendaciones que se integrarán en manuales de Buenas Prácticas para la empresa responsable de la construcción del muelle, los patios y las demás estructuras de la terminal. Estas medidas no están orientadas a impactos específicos.

Tabla VI.4.1. Medidas de Gestión Ambiental no relacionadas con impactos específicos.			
Obra / Concepto	Medida Aplicable	Objetivo	Momento De Ejecución
Maquinaria de construcción (Contaminación por hidrocarburos).	Aplicar medidas de seguridad en el manejo de grasas y aceites.	Evitar la contaminación del suelo y agua.	Durante toda la etapa de construcción.
	Prevenir la fuga de combustibles y lubricantes	Evitar la contaminación del suelo y agua.	
Maquinaria de construcción (Almacenamiento de combustible).	Construir una plancha de concreto pobre con pendiente al centro y un canal colector alrededor	Retener cualquier derrame accidental que pueda llegar al canal.	Durante la etapa de construcción.
	El transporte de combustible al área de construcción deberá hacerse en carros tanque o en tambos metálicos nuevos de 200 L	Evitar cualquier derrame accidental.	Durante la etapa de construcción.
Generación de Residuos peligrosos.	Mantener un control de los residuos peligroso generados durante el mantenimiento y disponer de ellos adecuadamente.	Evitar que este tipo de residuos pueda contaminar la Bahía de Ohuira	Durante toda la operación.
	Control estricto de envases de pintura y otras sustancias empleadas para el mantenimiento de las estructuras de la planta.	Evitar el riesgo de contaminación de suelos y del sistema lagunar por este tipo de materiales.	Durante toda la etapa de operación.

VI.4.1. Maquinaria de construcción (Contaminación por hidrocarburos).

Para prevenir la fuga de combustibles y lubricantes de la maquinaria de construcción en uso, esta deberá estar siempre en buen estado mecánico, evitando además realizar reparaciones, cambios de aceite o carga de combustible en áreas sin protección contra derrames. El mantenimiento mayor y reparaciones deberán realizarse preferentemente en talleres fuera del área del proyecto.

La mejor opción de manejo para los residuos generados como aceites gastados, envases vacíos y materiales impregnados que se generen durante la obra es enviarlos a un centro de acopio tan pronto como han sido generados. Esto es más práctico que almacenarlos temporalmente en el lugar, ya que la cantidad generada es baja y por estar cerca de una zona portuaria e industrial, incluyendo a PEMEX, probablemente todos los días podrán enviarse fuera del sitio del proyecto.

Es muy importante señalar que se debe evitar la aplicación de los aceites gastados para el control del polvo durante la construcción de la planta. Se debe tener presente la importancia de evitar que los aceites contaminen el suelo ya que, por su persistencia, este tipo de sustancias pueden llegar eventualmente a las zonas bajas, a la laguna costera y las aguas subterráneas.

El abastecimiento de combustible a la maquinaria pesada deberá realizarse mediante bombeo, evitando el vaciado directo desde otros bidones o el uso de embudos, a fin de evitar derrames al suelo o escurrimientos superficiales, especialmente hacia la Bahía de Ohuira.

Los cambios de aceite de la maquinaria se deben hacer en talleres o en zonas designadas para este fin, cuando se trate de equipos pesados. Para prevenir que haya derrames es necesario colocar los contenedores en que se almacena temporalmente el aceite en bandejas colectoras, que retengan todo el aceite que salpique o escurra.

Si se da algún tipo de mantenimiento de emergencia a la maquinaria, cuando se manejen piezas aceitosas estas se deben colocar en charolas que atrapen el aceite y nunca

directamente sobre el suelo. Si es necesario enjuagar algo que esté cubierto de aceite o que haya sido utilizado para contener aceite, se debe hacer en lavaderos especiales los cuales se deberán señalizar de manera apropiada. Si se utilizan solventes, una vez usados no se deben mezclar con el aceite.

Los materiales desechables usados para limpiar partes grasosas son potencialmente peligrosos por estar contaminados con grasas y aceites. Las estopas sucias se deben almacenar en recipientes que no absorban el aceite y que no tengan fugas. Estos recipientes deben estar en las áreas de trabajo y no se deben utilizar para otro tipo de desperdicios. Los trapos y estopas parcialmente usados deben ser almacenados en un lugar separado. En caso de que ocurra un derrame accidental se debe retirar rápidamente el material contaminado y almacenarlo en un tabor vacío hasta que se pueda disponer de él adecuadamente.

Un punto muy importante es mantener separado el aceite de otros residuos. Aun cuando no hay normas que prohíban mezclar otras sustancias con el aceite, el hacerlo así limita las posibilidades de reciclar el aceite usado. Es recomendable reunir todo el aceite en tambores etiquetados claramente con la leyenda: “**únicamente aceite**”.

VI.4.2. Maquinaria de construcción (Almacenamiento de combustible).

En la zona de almacenamiento de combustibles para la maquinaria, así como para otros materiales que puedan generar contaminación al suelo se recomienda que como medidas mínimas de seguridad se realicen las siguientes acciones:

Construir dentro de los límites de la planta, pero fuera de la zona de trabajo, una plancha de concreto pobre del tamaño adecuado al volumen esperado, con pendiente al centro y un canal colector alrededor de la plancha, con la finalidad de retener cualquier derrame. Este sitio deberá estar lejos de cualquier fuente de ignición, cubierto para protegerlo de los rayos solares y con ventilación para evitar la acumulación de vapores.

El transporte de combustibles al área de construcción deberá hacerse en carros tanque o en tambores metálicos nuevos de 200 L sobre un vehículo con una plataforma estable que

permita transportarlos de forma vertical y asegurándolos adecuadamente para evitar el posible derramamiento accidental.

Se recomienda que el volumen de almacenamiento de combustibles sea únicamente el necesario para garantizar la continuidad de las operaciones, aplicando las precauciones necesarias para reducir los riesgos que implica el manejo de combustibles. En caso de alerta de huracán o tormenta se deberán remover todos los combustibles y residuos, para llevarlos a sitios seguros donde no haya riesgo de derrames o dispersión.

VI.4.4. Generación de residuos peligrosos.

Como se señalo en el punto anterior, al dar mantenimiento a los equipos de la empresa se generarán diversos residuos considerados peligrosos por el Reglamento de la LGEEPA en Materia de Residuos Peligrosos, el Reglamento para el Transporte Terrestre de Materiales y Residuos Peligrosos, así como las normas NOM-052-SEMARNAT-2005 y NOM-053-SEMARNAT-1993.

Estos residuos deben manejarse con apego a la normatividad vigente incluyendo la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, así como su reglamento tomando en cuenta una posible inclusión en la categoría de gran generador. Además de los residuos derivados del proceso (lubricantes y catalizadores gastados) los residuos pueden incluir latas vacías de pintura del mantenimiento así como envases de lubricantes, solventes, aditivos, estopas o trapos impregnados de estos productos, filtros y aceites gastados de los vehículos de servicio, entre lo más relevante.

Para el manejo de todos estos residuos se deberán emplear los servicios de una empresa autorizada por SEMARNAT para el traslado de los residuos al sitio de disposición definitiva, donde se manejen de acuerdo a los reglamentos aplicables, las normas NOM-003-SCT-2008, la NOM-011-SCT-2-2003 y las demás aplicables.

VI.5. Programa de Salud, Higiene y Medioambiente .

Gas y Petroquímica de Occidente, S.A. de C.V., empresa promotora del proyecto para la construcción de una planta de amoníaco en Topolobampo contará con un Programa de Salud, Higiene y Medioambiente a través del cual se dará seguimiento al cumplimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación señalando los procedimientos para hacer, en caso necesario, las correcciones y los ajustes para que dichas medidas cumplan su objetivo.

En lo referente al medio ambiente el PSHM abarcará las siguientes áreas:

1 Medio ambiente

- 1.1 Emisiones al aire y calidad del aire ambiente.
- 1.2 Conservación de la energía.
- 1.3 Aguas residuales y calidad del agua ambiente.
- 1.4 Conservación del agua.
- 1.5 Manejo de materiales peligrosos.
- 1.6 Manejo de residuos.
- 1.7 Ruido.
- 1.8 Suelos contaminados.
- 1.9 Conservación de flora y fauna.

A través del programa se llevarán a cabo acciones de seguimiento ambiental de todas aquellas actividades identificadas por su potencial impacto en el medio ambiente, durante las operaciones normales y en condiciones alteradas. Las actividades de seguimiento ambiental se basarán en indicadores directos e indirectos de emisiones, efluentes y uso de recursos aplicables al proyecto concreto.

La frecuencia del seguimiento debería permitir obtener datos representativos sobre los parámetros objeto del seguimiento. Los datos de seguimiento se analizarán y revisarán con regularidad, y se compararán con las normas vigentes para así adoptar las medidas correctivas necesarias.

VI.5.1. Objetivos del Programa.

- Implementar un sistema de trabajo que permita la ejecución del proyecto de forma ágil y regular, asegurándose que dentro de esta metodología, se incluya el cumplimiento completo de las obligaciones ambientales contenidas en la MIA-R y en el resolutivo correspondiente, y que a su vez, permita detectar y corregir oportunamente los impactos ambientales atribuibles en las etapas de construcción u operación del proyecto.
- Vigilar el desarrollo y seguimiento de las medidas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales relevantes identificados para las distintas etapas del proyecto consignadas en la MIA-R y la demás información complementaria presentada, así como aportar datos para la toma de decisiones respecto a posibles desviaciones en los resultados de las mismas.
- Registrar y ordenar la información sobre el estado que guarda cada etapa, integrar los datos obtenidos en los reportes necesarios y dar seguimiento oportuno a la gestión inherente.

VI.6. Programa General de Monitoreo.

Durante las etapas de construcción y de operación se implementarán los programas de monitoreo y los de protección ambiental que sean requeridos (tabla VI.6.1), tomando como base los programas particulares que se describen a continuación.

Cada uno de los programas se desarrollará considerando, sin ser limitativa, la siguiente estructura base:

- Antecedentes.
- Objetivos.
- Principios y lineamientos.
- Descripción de Actividades.
- Resultados.
- Indicadores y evaluación del cumplimiento.

Tabla VI.6.1. Programas ambientales para aplicar en las etapas de construcción y operación.		
Programa	Etapa de aplicación	
	C	O
Programa de monitoreo de emisiones a la atmósfera.	✓*	✓
Programa de monitoreo de ruido.	✓*	✓
Programa de monitoreo de agua residuales antes de la descarga.		✓
Programa de monitoreo de calidad del agua de la Bahía de Ohuira.	✓*	✓
Programa de reubicación de iguana negra (<i>Ctenosaura pectinata</i>).	✓	
Programa de monitoreo de hábitats.	✓*	✓
Programa de manejo de residuos.	✓*	✓
* Línea Base. C = construcción: O = operación.		

Las actividades que cada una de las áreas señaladas serán los elementos que facilitarán el cumplimiento ambiental y la evaluación del mismo, de tal forma que se disponga de los elementos necesarios para validar la acción de la administración del proyecto.

Cada una de las actividades a realizar estará relacionada con el mecanismo de evaluación por medio de indicadores específicos que se integrarán a los reportes de cumplimiento.

Los Indicadores Ambientales son la herramienta a través de la cual se evaluará el cumplimiento ambiental de cada uno de los siete ámbitos que integran el Programa General de Monitoreo, entendiéndose estos indicadores como un "parámetro cuantificable o el valor resultante de un conjunto de parámetros, que ofrece información sobre un fenómeno, con un significado más amplio que el directamente asociado a la configuración del parámetro, el cual está abierto a la interpretación y nos permite evaluar el estado y la variación de la calidad ambiental". Los aspectos básicos de los programas propuestos, que posteriormente se desarrollarán de forma detallada, se describen a continuación:

VI.6.1. Programa de reubicación de iguana negra (*Ctenosaura pectinata*).

Antes del inicio de los trabajos de relleno en los bordos que serán afectados por el proyecto se deberá diseñar y ejecutar un programa para el rescate y reubicación de las iguanas que habitan esas áreas. Este programa deberá contener como mínimo:

- Delimitación del área de aplicación del programa.
- Metodología para búsqueda y captura de las iguanas.
- Instrucciones para el manejo de los organismos.
- Selección de materiales y equipos.
- Descripción de instalaciones para alojamiento temporal, si se requieren.
- Evaluación de los posibles sitios de liberación.
- Metodología para la evaluación del éxito de la reubicación.

VI.6.2. Programa de monitoreo de emisiones a la atmósfera.

VI.6.2.1. Calidad del Aire Ambiente. La calidad del aire ambiente será monitoreada para determinar la presencia de amoniaco en 4 ubicaciones estratégicas dentro del sitio de la planta. El polvo, dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y sulfuro de hidrogeno se medirán periódicamente en 3 ubicaciones, 2 a sotavento y una a barlovento de las chimeneas.

VI.6.2.2. Emisiones de Chimenea. El dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno y el material particulado serán muestreados en los puertos de muestreo de la chimenea en el reformador y la unidad de calderas. Las emisiones de chimenea se harán cada año con el promedio de una hora por día durante tres días consecutivos.

- La concentración de CO₂ será muestreada en el sistema de remoción.
- El amoniaco se muestreará en el sistema de venteo.

VI.6.3. Programa de monitoreo de emisiones de ruido.

VI.6.3.1. Niveles de Presión Sonora. Los niveles presión sonora se medirán en tres puntos estratégicos durante el encendido y durante varias fases de carga primero trimestralmente y posteriormente dos veces al año. La frecuencia y el número de monitoreos podrán revisarse posteriormente. Estos monitoreos se refieren únicamente al ruido en el medio ambiente. El ruido desde el punto de vista laboral tendrá su propio programa de monitoreo.

VI.6.4. Programa de monitoreo de descarga de agua residuales.

Durante la etapa de operación la calidad del agua en los diferentes efluentes que integran las aguas que se descargarán al canal de CFE deben ser monitoreadas en la frecuencia y los parámetros especificados para los siguientes flujos de manera individual:

- Tanque de Neutralización de Aguas Residuales – descarga mensual promedio / concentración de pH, SST y Temperatura.
- *Planta de Tratamiento de Aguas Residuales* – descarga mensual promedio/ concentración de DBO, pH, SST y conteo de coliformes fecales.
- *Aguas Aceitosas* – Volumen generado/concentración de grasas y aceites, pH, Temperatura y SST. Estas aguas se envían a una fosa segregada.

Además, en el punto de descarga se deberá realizar el monitoreo de la mezcla de aguas, donde se incluyen las aguas de enfriamiento y las de la desaladora:

- *Descarga de efluentes combinados* – monitoreo continuo diario de temperatura, pH, Demanda Química de Oxígeno (DBO), Sólidos Suspendidos Totales (SST), Sólidos Disueltos Totales (SDT), grasas y aceites y amoniaco. El volumen promedio diario deberá registrarse y reportarse. La toxicidad deberá determinarse de forma anual. El monitoreo de los metales traza debe realizarse trimestralmente (Vanadio, Cobre, Zinc, Cromo y Mercurio).

VI.6.5. Programa de monitoreo de calidad del agua de la Bahía de Ohuira.

Debido a que la descarga se hará a un cuerpo de agua semicerrado, donde existen otras descargas industriales y de áreas agrícolas, para este programa se contempla la realización de muestreos trimestrales en la Bahía de Ohuira, iniciando antes del diseño, para determinar la línea base y continuando una vez que la planta entre en operación. El monitoreo básico consiste de campañas de un día, de acuerdo con la tabla VI.6.2.

Tabla VI.6.2. Programa de muestreo y parámetros a determinar en la Bahía de Ohuira.					
Parámetros	Número de estaciones	Días	Muestras		Observaciones
Físicoquímicos			S	F	
Profundidad (m)	3	1	1	-	Sondaleza (<i>in situ</i>)
Transparencia (m)	3	1	1	-	Disco Secchi (<i>in situ</i>)
Temperatura del agua (°C)	3	1	1	1	Termómetro <i>in situ</i>
Salinidad (‰)	3	1	1	1	Salinómetro <i>in situ</i> *
pH	3	1	1	1	Potenciómetro (<i>in situ</i>)
Oxígeno Disuelto	3	1	1	1	Oxímetro <i>in situ</i> **
DBO ₅	3	1	1	1	Laboratorio
Nitrógeno amoniacal	3	1	1	1	Laboratorio
Nitritos (mg·L ⁻¹)	3	1	1	1	Laboratorio
Nitratos (mg·L ⁻¹)	3	1	1	1	Laboratorio
Nitrógeno total	3	1	1	1	Laboratorio
Fósforo soluble (mg·L ⁻¹)	3	1	1	1	Laboratorio
Fósforo disuelto (mg·L ⁻¹)	3	1	1	1	Laboratorio
Sólidos Suspendidos Totales	3	1	1	1	Laboratorio
Sólidos Disueltos Totales	3	1	1	1	Laboratorio
Sólidos Sedimentables	3	1	1	1	Laboratorio
Grasa y aceites	3	1	1	-	Laboratorio
Biológicos					
Coliformes totales	3	1	1	-	Laboratorio
Coliformes fecales	3	1	1	-	Laboratorio
Clorofila "a" (mgC/m ³)	3	1	1	-	Laboratorio
Fitoplancton	3	1	1	-	Laboratorio
Zooplancton	3	1	1	-	Laboratorio
S = Superficie; I = Intermedia; F = Fondo.					
* Puede también determinarse por conductividad, en combinación con la medición de temperatura.					
** También puede fijarse el oxígeno y hacer la determinación en el laboratorio.					

Las muestras para análisis fisicoquímicos y para análisis biológicos se obtendrán en 3 estaciones. Se muestreará trimestralmente durante la operación.

VI.6.5.2. Tasa de Dispersión del Agua de Enfriamiento. La tasa de dispersión de la torre de enfriamiento debe monitorearse dos veces al año (durante el primer año).

VI.6.6. Programa de monitoreo de hábitats.

VI.6.6.1. Sedimentos Marinos. Los sedimentos marinos deben muestrearse y analizarse en las cercanías de la descarga en un radio de 100 m del punto de descarga al menos dos veces de manera estacional antes de la entrada en operación de la planta y repetirlos dos veces por año (estaciones de secas y lluvias) durante la operación para determinar la abundancia de las comunidades bentónicas y las concentraciones de metales traza (Vanadio, Cobre, Zinc, Cromo y Mercurio).

VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES REGIONALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

VII.1. Construcción de Escenarios.

A partir de la información disponible se han desarrollado los escenarios que se presentan en la tabla VII.1.1 considerando el sitio con y sin el proyecto.

Tabla VII.1.1. Escenarios para el sitio del proyecto con o sin la planta de amoniaco.		
Conceptos.	Escenario sin el Proyecto.	Escenario con el Proyecto.
Emisiones a la atmósfera.	No habrá nuevas fuentes fijas de emisiones a la atmósfera en la zona del proyecto.	Habrà emisiones de la planta pero sin un aumento perceptible en las concentraciones en el aire en el sitio de la planta o en Topolobampo.
Generación de ruido.	No habrá nuevas fuentes de ruido en la zona del proyecto.	Habrà emisiones de ruido de la planta de amoniaco pero dentro de los límites establecidos por la normatividad y sin rebasar los límites del predio del proyecto.
Descarga de aguas residuales.	No habrá nuevas descargas de agua residual a la Bahía de Ohuira.	Habrà nuevas descargas de agua residual pero estas serán tratadas para cumplir con los límites establecidos en la normatividad.
Expansión del área de dispersión de la pluma térmica.	No se incrementarán la descarga de aguas de enfriamiento a la Bahía de Ohuira.	Habrà un aumento de aproximadamente 20% del volumen de agua de enfriamiento que actualmente se descarga, pero su dispersión en la laguna será efectiva y no causará daños.
Área de dispersión de la pluma salina.	No habrá nuevas descargas de agua del proceso de desalinización a la Bahía de Ohuira.	Habrà una descarga de salmueras, pero su dispersión en la laguna será efectiva y no tendrá efectos más allá de la zona inmediata al canal de la CFE.
Ingresos públicos por impuestos municipales, estatales y federales.	Se perderán los ingresos públicos potenciales.	Aumentará los ingresos públicos por los diferentes impuestos recaudados durante la operación de la planta-
Reducción en el futuro del costo de los fertilizantes para el sector agrícola.	No habrá oferta de fertilizantes de producción local, por lo que seguirán las importaciones.	Los productores agrícolas locales se beneficiarán con la disponibilidad de amoniaco de producción local, sin costos de transporte.
Desarrollo de otras industrias que requieren amoniaco como materia prima.	No habrá un estímulo para el desarrollo de otras industrias que requieran de amoniaco a menor costo que el de importación.	La disponibilidad de amoniaco a menor costo podrá estimular otras industrias que requieren de esta sustancia.

Tabla VII.1.1. Escenarios para el sitio del proyecto con o sin la planta de amoniaco.		
Conceptos.	Escenario sin el Proyecto.	Escenario con el Proyecto.
Aumento en la oferta de empleo	No habrá oferta de nuevos empleos en el sector industrial.	Habrá oferta de 143 nuevos empleos permanentes en el sector industrial.
Desarrollo completo del potencial del gasoducto El Oro-Topolobampo	El gasoducto aprovisionará la termoeléctrica de CFE.	Con la planta de amoniaco se hará un mejor uso de la capacidad instalada, sin necesidad de ampliar dicho gasoducto.
Aumento en los riesgos por la actividad industrial.	No habrá nuevos riesgos por la actividad industrial.	Habrá riesgos por la actividad de la planta de amoniaco, pero dentro de un rango tolerable.
Condiciones para la planeación del desarrollo regional futuro.	No habrá condicionantes para la planeación del desarrollo regional futuro	La presencia del proyecto deberá tomarse en cuenta para planes futuros de desarrollo pero, este se encuentra en una zona que anteriormente ha sido considerada para el desarrollo industrial y representará una inversión ya aplicada y no una inversión potencial.

Por otra parte, se considera que el escenario considerando el desarrollo del proyecto con y sin la aplicación de las medidas de mitigación no presenta diferencias significativas. Esto se debe a que desde el diseño del proyecto contempla la incorporación de las mejores tecnologías y procesos para mitigar el impacto al medio ambiente.

VII.2. Conclusiones.

El proyecto propuesto se desarrollará en un área costera del municipio de Ahome, colindante con la ciudad de Topolobampo. En esta zona es necesario lograr un equilibrio entre la tendencia a establecer áreas de conservación en la región, la presión que ya ejercen las actividades humanas como la agricultura con uso de fertilizantes, así como las actividades industriales y portuarias. Todo esto hace necesario que cualquier actividad adicional que se realice en la zona garantice que no se provocarán daños a los elementos y la función de los ecosistemas existentes en la zona.

Para entender el sitio se definió un Sistema Ambiental Regional (SAR) que abarca no sólo los elementos hidráulicos relacionados con la Bahía de Ohuira, de donde el proyecto tomará agua de mar, sino que también incluye a los principales núcleos urbanos cercanos y grandes extensiones de terrenos inundables y zonas agrícolas. En este sentido el efecto del SAR sobre el sistema lagunar es mayor que el que tiene el proyecto sobre el SAR, excepto en los aspectos socioeconómicos, lo cuales se verán ampliamente beneficiados por el proyecto.

Para reforzar el análisis documental y de fotointerpretación para este estudio se realizaron trabajos en campo puntuales que dan certeza a las conclusiones que se presentan a continuación. Dichos trabajos incluyen la identificación y el análisis de la distribución de la vegetación en el predio a lo largo de 30 años. Cabe señalar que la información disponible señala que el predio es un área previamente modificada y no un sistema natural con alto grado de conservación y que después de las alteraciones el sitio tiende a mantenerse en el mismo estado al paso del tiempo.

Asimismo, a pesar de ser un área inundable, la altura del terreno respecto a las mareas ocasiona que el terreno quede seco la mayor parte del año, lo cual evita la expansión de la vegetación hidrófila y limita el desarrollo de la infauna.

De acuerdo con los estudios de riesgo que acompañan este documento, la planta de producción de amoniaco en Topolobampo, Sinaloa, se considera una empresa de Alto Riesgo por la cantidad de almacenamiento de amoniaco anhidro (75,000 toneladas

métricas), sin embargo, debido a todos los sistemas y dispositivos de seguridad y a los programas de capacitación y simulacros, se puede considerar como una **Empresa Segura** siempre y cuando mantengan los equipos en óptimas condiciones y se dé seguimiento a los programas de seguridad y mantenimiento. Los riesgos generados a los componentes del medio ambiente, daño al personal, daño a la población, pérdida de producción y daños a la instalación, fueron considerados la mayoría de los riesgos como riesgos aceptables.

La aceptabilidad y en su caso la reducción de los posibles riesgos analizados dependerá de la utilización de tecnología de punta e instalaciones de primer nivel, la estricta aplicación de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de toda la planta (incluyendo el amonioducto, el muelle de carga y el gasoducto), con la finalidad de garantizar una eficiente etapa operativa así como de los sistemas de seguridad a implementar en todas y cada una de las instalaciones de la planta, tanto en el interior como en el exterior de la misma.

También se considera que el proyecto de construcción de una planta de amoniaco no representa una fuente de impactos ambientales significativos ya que desde su diseño ha tomando en cuenta la normatividad nacional y las Guías sobre Medio Ambiente, Salud y Seguridad del IFC, así como las restricciones legales aplicables. Como medida de compensación se incluye la adquisición de terrenos con manglar en buen estado de conservación para establecer un área de protección. Las principales conclusiones son las siguientes:

- El predio del proyecto forma parte de una gran extensión de terrenos bajos, generalmente planos y con depresiones que cubren gran parte del municipio de Ahome. Sin embargo, el terraplén por donde actualmente corre el ferrocarril y posteriormente la carretera Los Mochis-Topolobampo rompen la continuidad de este sistema dejando al predio aislado de la mayor parte de los terrenos inundables.
- Por ser terrenos bajos en la zona costera, en la base de las obras de infraestructura que delimitan el predio se ha desarrollado un matorral con *Avicennia germinans*. Esta especie es la que ha logrado desarrollarse ahí tanto por

su tolerancia a la alta salinidad del suelo como a los largos periodos de desecación del terreno durante parte del año.

- El proyecto no afectará áreas naturales de manglar, la evidencia fotográfica nos indica que los cuerpos de mangle al norte y en la esquina noreste del predio no dependen de los flujos de dicha área y se mantiene dentro de los mismos límites a pesar de las intensas transformaciones previas realizadas por PEMEX y la CFE.
- El mangle al norte del predio forma parte de un estero que se comunica a la Bahía de Ohuira en un punto fuera del área de influencia del proyecto. El mangle en la esquina noreste depende directamente de la circulación en la margen de la laguna, la cual no será alterada por el proyecto.
- Como medida de compensación se ha propuesto establecer un área de conservación dentro del predio de la empresa, la cual abarcará las áreas de manglar ya señaladas. Esta medida se propone dado que no es posible mantener la franja de 100 m entre la infraestructura y la franja con mangle en el bordo del canal de la CFE (especificaciones 4.14 y 4.16). A largo plazo esto contribuirá a incrementar la calidad ambiental del sitio.

Uno de los instrumentos legales y de planeación considerado relevante para hacer uso de esta área es el Artículo 60-Ter de la Ley General de Vida Silvestre (publicado en el DOF el jueves 1 de febrero de 2007). Como ya se señaló, el proyecto se desarrolla en una zona previamente transformada que, por la presencia del terraplén del ferrocarril y otra infraestructura, ha sido aislada de las áreas de inundación que dominan la región. El relleno para la construcción de la planta se hará lejos de los cuerpos de manglar de la Bahía de Ohuira y no afectará los flujos hidrológicos que los alimentan. El sitio que ocupa el manglar en los bordos anteriormente se encontraba sin ningún tipo de vegetación, por lo que este mangle no constituye un sistema natural.

El sitio del proyecto se encuentra en su mayor parte desprovisto de vegetación y sin fauna residente, por lo que su productividad natural es muy baja y no hay un intercambio de materia o energía que le otorgue un papel relevante para el ecosistema regional. En el sitio existe una zona de manglar sobre la línea de costa que depende directamente de la

Bahía de Ohuira. Este cuerpo de manglar no será alterado de ninguna manera por el proyecto.

- El proyecto no afecta flujos hidrológicos a manglares debido a que se desarrolla en una zona que, por la presencia del terraplén del ferrocarril y otra infraestructura, ha sido aislada de las áreas de inundación que dominan la región.
- El proyecto no afecta la productividad natural ni la capacidad de carga natural del ecosistema, ya que el mangle en el sitio no se desarrolla en condiciones naturales y esta sujeto a largos periodos de desecación.
- Su ubicación respecto al límite de inundación provoca que no se encuentren ahí zonas de anidación, reproducción, refugio, alimentación y alevinaje de especies acuáticas.

A. Áreas con valor ecológico. En relación con las áreas que por su valor ecológico, en un marco de referencia local y regional, se considera importante señalar lo siguiente:

- El valor ecológico del predio adyacente a la Bahía de Ohuira está relativamente limitado por una combinación de alta salinidad de los suelos (que excluye a especies de flora terrestre) y los largos periodos de desecación del predio (que excluye a especies que soportan la salinidad pero requieren de alta humedad).

Esto factores determinan que la parte central del predio se encuentre desprovista de vegetación y por lo tanto no ofrezca un hábitat adecuado para ninguna especie terrestre de la región. Sin embargo, cuando el predio se inunda, sirve como área de descanso para una gran variedad de aves.

B. Áreas protegidas por instrumentos legales. Al analizar las áreas del predio en relación con los instrumentos legales vigentes, se encontró que:

- En la actualidad, no hay ningún decreto de ninguno de los tres niveles de gobierno (municipal, estatal o federal) que pudiese provocar un conflicto con el

aprovechamiento de los terrenos con fines de construcción de la planta de amoniaco.

C. Áreas reguladas por instrumentos de planeación. Respecto a la definición de las áreas del predio que están sujeta a los criterios de desarrollo de algún instrumento de planeación vigente se tiene que:

- En la actualidad, no hay ningún instrumento de planeación vigente de carácter municipal o estatal que regule o limite el desarrollo de la zona. No obstante, el proyecto ha tomado en cuenta las tendencias de desarrollo de la zona, mismas que han sido consideradas en la planeación de la región.

VIII. IDENTIFICACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS METODOLÓGICOS Y ELEMENTOS TÉCNICOS QUE SUSTENTAN LOS RESULTADOS DE LA MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.

VIII.1. Formatos de Presentación.

VIII.1.1. Fotografías.

En el cuerpo del documento se incluye la memoria fotográfica del sitio del proyecto.

VIII.1.2. Videos.

En el presente estudio no se han incluido videos.

VIII.2. Otros Anexos.

Junto con el presente documento se incluyen los anexos descritos en el texto, los cuales consisten de lo siguiente:

- Anexo A. Acta Constitutiva de la empresa.
- Anexo B. Poder del Representante legal.
- Anexo C. Hoja de Datos de Seguridad del amoniaco.

VIII.3. Glosario.

A continuación se definen los términos técnicos que se utilizan en la Manifestación de Impacto Ambiental para la construcción de la planta de amoniaco de 2200 TMPD en Topolobampo, municipio de Ahome. Los asteriscos señalan las definiciones que provienen de la legislación mexicana.

- **Absorción.** Transferencia de un componente soluble de una mezcla gaseosa a un líquido absorbente cuya volatilidad es baja en las condiciones del proceso.
- **Banco de material.** Sitio donde se encuentran acumulados en estado natural los materiales que utilizarán en la construcción de una obra.
- **Basura.** Residuos domésticos, de comida y operacionales (excluyendo pescado fresco y sus partes, drenaje y aguas residuales) generadas durante las operaciones normales y que pueden producirse de manera continua.
- **bar a.** La presión absoluta en bar (bar a, barA, barabs) es la presión manométrica (bar o barG) mas la presión atmosférica.
- **batería(s), límite de (battery limits).** Parte de una planta química, en nuestro caso de amoniaco, en la que se efectúan los procesos industriales, con el objeto de distinguirla de las oficinas administrativas y almacenes.
- **Batimetría.** Medida de la profundidad en los cuerpos de agua y estudio topográfico de su piso.
- **Betún, st. (bitumen).** Brea mineral rica en asfaltenos y otros compuestos de elevado peso molecular. Estas mezclas de hidrocarburos pesados y de resinas sirven para dar consistencia y adhesividad al cemento asfáltico y al asfalto.
- **Buquetanque.** Nombre generalizado para designar embarcaciones que transportan petróleo o sus derivados, aunque en la actualidad también se designa como buquetanque al que transporta líquidos a granel. En cuanto a su plural, la Real

Academia Española de la Lengua recomienda que cuando la palabra se escriba separada se pluralice como buques tanque, cuando la palabra se escriba junta se pluralice buquetanques.

- **Calado.** Distancia vertical medida entre el nivel del agua y el borde inferior de la quilla. Generalmente el calado en la popa es mayor que en la proa. El calado de popa es el que se define como calado de la embarcación.
- **Calentador (heater).** Aparato o equipo que conduce calor a los líquidos, mediante el quemado de algún combustible líquido (combustóleo, gasóleo industrial, etc.) o gaseoso (gas de refinería, gas combustible, etc.) y en algunos casos sólido fluidizado (coque fluidizado, etc.) o, para algunos de los calentadores pequeños y de uso doméstico, mediante resistencias eléctricas.
- **Cambiadores de calor (heat exchangers).** Equipos con entradas y salidas de dos corrientes y arreglos internos especiales para intercambiar calor entre un producto frío y otro caliente.
- **Catalizador.** Sustancias que facilitan las reacciones químicas, dado que aumentan la velocidad con que se producen o, en casos reducidos, las retardan (catalizadores inhibidores). Su finalidad puede estar determinada y encauzarse a obtener productos deseables o bien se utilizan para liberar a un producto específico de sustancias indeseables. Terminada la reacción química que desencadena el catalizador, este último regresa a su estado químico original. En atención al estado físico de las sustancias que intervienen en una reacción química y los catalizadores, las reacciones resultantes suelen dividirse en dos rubros, a saber, sistemas homogéneos y sistemas heterogéneos.
- **Catalizador gastado.** Cualquier material utilizado para alterar la velocidad de reacción de algún proceso, cuya calidad no permita usarlo nuevamente.
- **Condensador(es), st. (condensers).** Equipo de intercambio de calor utilizado para eliminar calor latente en lugar de calor sensible, licuando los vapores correspondientes.

- **Daño a los ecosistemas:** Es el resultado de uno o más impactos ambientales sobre uno o varios elementos ambientales o procesos del ecosistema que desencadenan un desequilibrio ecológico. *
- **Daño ambiental:** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso. *
- **Daño grave al ecosistema:** Es aquel que propicia la pérdida de uno o varios elementos ambientales, que afecta la estructura o función, o que modifica las tendencias evolutivas o sucesionales del ecosistema. *
- **Desequilibrio ecológico grave:** Alteración significativa de las condiciones ambientales en las que se prevén impactos acumulativos, sinérgicos y residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.
- **Desmonte.** Remoción de la vegetación existente en las áreas destinadas a la instalación de la obra.
- **Duración.** El tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.
- **Flash Drum.** Tanque donde se realiza la vaporización instantánea.
- **Impacto ambiental acumulativo.** El efecto en el ambiente que resulta del incremento de los impactos de acciones particulares ocasionado por la interacción con otros que se efectuaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente. *
- **Impacto ambiental residual.** El impacto que persiste después de la aplicación de medidas de mitigación. *
- **Impacto ambiental significativo o relevante:** Aquel que resulta de la acción del hombre o de la naturaleza, que provoca alteraciones en los ecosistemas y sus recursos naturales o en la salud, obstaculizando la existencia y desarrollo del hombre y de los demás seres vivos, así como la continuidad de los procesos naturales. *

- **Impacto ambiental sinérgico.** Aquel que se produce cuando el efecto conjunto de la presencia simultánea de varias acciones supone una incidencia ambiental mayor que la suma de las incidencias individuales contempladas aisladamente. *
- **Impacto ambiental.** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.
- **Irreversible.** Aquel cuyo efecto supone la imposibilidad o dificultad extrema de retornar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.
- **Incoloy.** Marca registrada usada como prefijo a varias aleaciones de metales resistentes a altas temperaturas y corrosión, producidas por Special Metals Corporation. Estos Incoloy o súper-aleaciones están hechas con base de níquel, y tienen características que incluyen gran resistencia a la corrosión en ambientes acuosos, excelente fuerza y resistencia a la oxidación en altas temperaturas, y facilidad para hacer fabricaciones.
- **Magnitud.** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cuantitativos.
- **Medidas de mitigación.** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para atenuar los impactos y restablecer o compensar las condiciones ambientales existentes antes de la perturbación que se causare con la realización de un proyecto en cualquiera de sus etapas. *
- **Medidas de prevención:** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente. *
- **Naturaleza del impacto.** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre el ambiente.
- **Quemador, st. (burner).** Medio seguro de disposición de gases de desecho de combustión y líquidos de desfogue.

- **Relleno.** Conjunto de operaciones necesarias para depositar materiales en una zona terrestre generalmente baja.
- **Reversibilidad.** Ocurre cuando la alteración causada por impactos generados por la realización de obras o actividades sobre el medio natural puede ser asimilada por el entorno debido al funcionamiento de procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.
- **Sistema ambiental.** Es la interacción entre el ecosistema (componentes abióticos y bióticos) y el subsistema socioeconómico (incluidos los aspectos culturales) de la región donde se pretende establecer el proyecto.
- **Torre de enfriamiento (cooling tower).** Equipo en el cual se enfría el agua por medio de corrientes de aire. El agua de este tipo de torre se utiliza para enfriar los productos intermedios y finales de las refinerías o plantas industriales (aceite, gasolina, gas, etcétera) y en otros servicios de enfriamiento.
- **Vaporización instantánea (flash).** Tipo de destilación de una parte de una mezcla líquida ya sea mediante calor ó reducción de presión. Para lograr lo anterior se debe lograr que la mezcla a destilar se encuentre entre los puntos de rocío y de burbuja Si a esa mezcla se le deja alcanzar el equilibrio es posible separar la fracción vapor de la fracción líquida, lográndose así la concentración de los componentes más volátiles en la fase gaseosa y la de los más pesados en la fase líquida.
- **Vegetación ruderal (del latín ruderis, "escombros").** Tipo de vegetación que aparece en hábitats alterados por la acción del ser humano, como bordes de caminos o zonas urbanas. En este caso se hace la distinción con la vegetación secundaria dado que no se originó a partir de un tipo de vegetación previa, sino que se desarrollo en las áreas de relleno, donde antes no había vegetación (sin vegetación aparente).

VIII.4. Bibliografía.

Aburto-Oropeza, O., E. Ezcurra, G. Danemann, V. Valdez, J. Murray y E. Sala. 2008. *Mangroves in the Gulf of California increase fishery yields*. PNAS 30(15):10456-10459.

Aranda, M. 2000. *Huellas y Otros Rastros de los Mamíferos Grandes y Medianos de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México, México.

Arizmendi, Ma. del Coro (Ed.) y Laura Márquez-Valdemar (Ed.). 2000. *Áreas de Importancia para la Conservación de las Aves en México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga, L., J. M. Espinoza, C. Aguilar, E. Martínez, L. Gómez y E. Loa (coordinadores). 2000. *Regiones Terrestres Prioritarias de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga Cabrera, L.; V. Aguilar Sierra; J. Alcocer Durán; R. Jiménez Rosenberg; E. Muñoz López y E. Vázquez Domínguez (coords). 1998. *Regiones Hidrológicas Prioritarias; Fichas Técnicas y Mapa (escala 1:4,000,000)*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Arriaga Cabrera, L.; Ella Vázquez-Domínguez; Jaime González-Cano; R. Jiménez Rosenberg; E. Muñoz López y Verónica Aguilar Sierra (coords). 1998a. *Regiones Prioritarias Marinas de México*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Ayala Rodríguez, Germán Arón. 2008. *Grupos Funcionales del Fitoplancton y Estado Trófico del Sistema Lagunar Topolobampo-Ohuira-Santa María*. Tesis de Maestría en Ciencias en Manejo de Recursos Marinos. Instituto Politécnico Nacional. México.

Balart, E. F., Castro A., J. L. y R. Torres O. B., 1992. *Ictiofauna de las bahías de Ohuira, Topolobampo, y Santa María, Sinaloa, México*. Invest. Mar. CICIMAR 7 (2): 91-103.

Bray, J.R. y J.T. Curtis. 1957. *An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin*. Ecological Monographs 27(4): 325-349

Cabrera, A.L. y A. Willink. 1980. *Biogeografía de América Latina*. Monografía Científica. Serie de Biología. N° 13, 2ª edición. Secretaría General de la O.E.A., Washington, D.C. 177 p.

Calderón, C., G. Anaya, M.A. de la Cueva y O. Aburto. 2008. *Balandra: El bosque costero de La Paz*. CONABIO. Biodiversitas 78: 1-7.

Chao, A., R.L. Chazdon, R.K. Colwell y T.J. Shen. 2005. *A new statistical approach for assessing similarity of species composition with incidence and abundance data*. Ecology Letters 8: 148-159.

Ceballos, G. y G. Oliva. 2005. *Los mamíferos silvestres de México*. CONABIO Y FCE. México. 986 pp.

Challenger, A. 1998. *Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. UNAM, Agrupación Sierra Madre, S.C. México, D.F. 847 p.

CNA, 2000. *Expediente Técnico justificativo del Acuífero del Río Sinaloa para la publicación de la disponibilidad en El Diario Oficial de la Federación*.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2008. *Manglares de México*. México D.F. 36 pp.

CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad). 2009. *Sitios de manglar con relevancia biológica y con necesidades de rehabilitación ecológica*. CONABIO, México D.F.

CONANP (Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas). 1978. *Propuesta para el Programa de Manejo Específico "Isla de Patos" Área de Protección de flora y fauna - Islas del Golfo de California*. CONANP y Habitat (consultoría ambiental y proyectos). 183 pp.

Curtis, J.T. y R.P. McIntosh. 1951. *An upland forest continuum in the pariré-forest border region of Wisconsin*. Ecology 32: 476-496

De Silava-Dávila, R., Avendaño-Ibarra, R., Palomares-García, R., Zavala-Norzagaray, A., Vázquez-López, G., 2005. *Distribución espacio-temporal del zooplancton del sistema Lagunar Topolobampo, Sinaloa*. Informe Técnico Final de Investigación, Instituto Politécnico Nacional.

Díaz Gaxiola, Jesús Manuel. 2012. *Macroinvertebrados Asociados a Manglar como Indicadores del Impacto en el Hábitat de Las Bahías de Ohuira y Topolobampo, Sinaloa, México*. Tesis de Doctorado. Universidad Autónoma Indígena de México. México.

Escobedo-Urías, D., 1997. *Hidrología, nutrientes e influencia de las aguas residuales en la Laguna de Santa María, Sinaloa*. Tesis de Maestría. CICIMAR-IPN. 87 p.

Escobedo-Urías D., Jiménez-Illescas A., Martínez-López A., Hernández-Real M. T., Reyes-Salinas A., Herrera-Moreno N., Ulloa-Pérez E., Alvarez-Ruiz P., Zavala-Norzagaray A. y Chiquete-Ozono Y. 2003. *Dinámica Oceanográfica de la Laguna de Navachiste, Sinaloa*. IX Congreso de la Asociación de Investigadores del Mar de Cortés y III Simposium Internacional sobre el Mar de Cortés. AIMAC-CICIMAR-UABCS. 5-9 de Mayo de 2003. La Paz, B.C.S.

Flores-Villela, O. A. y P. Geréz. 1994. *Biodiversidad y conservación en México: vertebrados, vegetación y uso del suelo*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/ Universidad Nacional Autónoma de México. México, D. F.

García, E. 1973. *Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen*. Instituto de Geografía, UNAM. México, D.F.

Gilmartin, M. and N. Revelante, 1978. *The phytoplankton characteristics of the Barrier Islan Lagoons of the Gulf of California*. Estuarine and Coastal Marine Science. Academic Press Inc. (London) Ltd. 7, 29-47.

Gutiérrez-Barreras, A. 1999. *Ictiofauna de fondos blandos de la Bahía de Topolobampo, Sinaloa, México*. Tesis de Maestría. IPN-CICIMAR. 108 p.

Hernández-Real, M.T. y A. Fierro M. 1994. *Evaluación preliminar de contaminación por plaguicidas en el Norte de Sinaloa*. Mem. V Congreso AIMAC. 24-27 de Abril de 1994.

Hernández-Real, M.T., D. Escobedo-Urías y A. Fierro-Martínez, 1994. *Estado de la Contaminación Marina de las bahías de Topolobampo, Ohuira y Santa María, Sinaloa*. Investigaciones Científicas de las bahías de Topolobampo, Ohuira y Santa María, Sinaloa. Secretaría de Marina-Armada de México. DIGONAV. EIPOC. Editores. pp. 5-

Hernández-Real, M.T., D. Escobedo y M. Grajeda. 1995. *Water quality at the lagoon complex of Topolobampo, Sinaloa, México*. Resum. First International Meeting of Microbial Ecology. 8-12 Mayo de 1995. CINVESTAV-IPN. México, D.F.

Hernández-Real, M.T. y D. Escobedo-Urías, 1996. *Calidad del agua del sistema lagunar de Topolobampo, Sinaloa. Período 1987-1995*. Informe Técnico. S.M. DIGONAV, EIOPC. 22 p.

INEGI, 2011. *Censo de Población y Vivienda 2010; Principales resultados por localidad (ITER)*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI, 2010. *Censo General de Población y Vivienda*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

INEGI. 2009. *Anuario Estadístico del Estado de Sinaloa*. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, México.

International Finance Corporation, 2007. *Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad para la producción de fertilizantes nitrogenados*. Guías sobre medio ambiente, salud y seguridad, Grupo del Banco Mundial.

Lankford, R. R. 1977. *Coastal lagoons of Mexico: Their origin and classification*. pp. 182-215. En: M. Wiley (ed.). *Estuarine Processes*. Academic Press. New York.

Lecuanda, R., 1967. *Ecología y sedimentación de los manglares en las lagunas de Topolobampo, Sinaloa, México*. Resultados preliminares. III Congreso Nacional de Oceanografía.

Magurran, A.E. 1998. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press, New Jersey, EUA. 179 pp.

Moreno, C.E. 2001. *Métodos para medir la biodiversidad*. Manuales & Tesis SEA, vol.1. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED), Oficina regional de ciencia y tecnología para América Latina y el Caribe, UNESCO (ORCYT) y Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA). Zaragoza, España. 84 pp.

Muhech, H. E., 1990. *Distribución granulométrica y contenido de carbón orgánico en sedimentos de la bahías de Ohuira, Topolobampo y Santa María, Sinaloa, México*. SEC. MAR. DIGONAV/EIOPC.

Muhech, H. E. y J. Orozco, 1994. *Coliformes totales y fecales en sedimentos del sistema lagunar Topolobampo y su relación con la distribución sedimentaria y el carbono orgánico*. Res. V Simp. AIMAC. 24-27 Abril de 1994. La Paz, B.C.S.

Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010. *Protección Ambiental. Especies Nativas de México de Flora y Fauna Silvestre. Categorías de Riesgo y Especificaciones para su Inclusión, Exclusión o Cambio-lista de Especies en Riesgo*. 2ª Sección. Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales. Diario Oficial de la Federación. Ciudad de México.

Núñez-Moreno, A., 1991. *Variación temporal del zooplancton en el sistema lagunar de Santa María-Topolobampo-Ohuira, Sinaloa, México*. S.M. EIOT. 22 p.

Obeso-Nieblas, M., A. R. Jimenez I., y D. Escobedo U., 1995. *Mediciones de corriente en las bahía de Topolobampo, Ohuira y Santa María, Sinaloa, México*. Res. VI Congr. Latinoamer. de Ciencias del Mar. 535.

Ochoa-Izaguirre, M.J., Aguilar Rosas, R. y Aguilar Rosas, L.E. 2007. *Cátalogo de Macroalgas de las lagunas costeras de Sinaloa*. Serie de Lagunas Costeras de Sinaloa. 304 p.

Olivares-Beltrán, G., 1969. *Acceso a la Bahía de Topolobampo, Sinaloa, México*. En: *Lagunas Costeras, Un Simposio*. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO pp. 407-420.

Páez Osuna, F., Ramírez Reséndiz, G., Ruiz Fernández, A.C. y Soto Jiménez, M.F. 2007. *La contaminación por nitrógeno y fósforo en Sinaloa: Flujos, Fuentes, Efectos y opciones de manejo*. Instituto de Ciencias del Mar y Limnología, Universidad Nacional Autónoma de México. Serie Lagunas Costeras de Sinaloa. 304 p.

Pennington T. D. y Sarukhán, J. 2005. *Árboles Tropicales de México manual para la identificación de las principales especies*. UNAM-Fondo de Cultura Económica, México.

Phleger, F. A. y A. Ayala-Castañares, 1969. *Marine Geology of Topolobampo lagoons, Sinaloa, México*. en: *Lagunas Costeras, Un Simposio*. Mem. Simp. Intern. Lagunas Costeras. UNAM-UNESCO pp. 101-136.

Ramamoorthy, T. P., R. Bye, A. Lot y J. Fa. 1999. *Diversidad biológica de México, Orígenes y Distribución*. Instituto de Biología. Universidad Nacional Autónoma de México. 791 p.

Poder Legislativo. 2000. *Ley General de Vida Silvestre*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. Diario oficial, 3 de julio de 2000.

Rapoport, E.H. 1968^a. *The Nearctic-Neotropical frontiers*. XIII Int. Cong. Entom., Moscow, 1968:211 (resumen).1971, vol. 2:190-191 (Proceedings, Nauka, , Leningrado).

Rzedowski, J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México.

Rzedowski, J. 1986. *Claves Para la Identificación de los Géneros de la Familia Compositae en México*. Universidad Autónoma de San Luis Potosí. México. 143 pp.

Rzedowski, J. y Calderón de Rzedowski, G. 2001. *Flora Fanerogámica del Valle de México*. CONABIO-Instituto de Ecología; Patzcuaro, Mich. México. 1405 pp.

SEMARNAT. 2003. *Norma Oficial Mexicana NOM-022-SEMARNAT-2003, Que establece las especificaciones para la preservación, conservación, aprovechamiento sustentable y restauración de los humedales costeros en zonas de manglar*. Diario Oficial del 10 de abril de 2003. México.

SEMARNAT. 2010. *Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo*.

Sigala-Morales, R., 1990. *Observaciones de corrientes superficiales obtenidas mediante el método Euleriano y distribución de temperatura y salinidad en el sistema lagunar de Topolobampo, Sinaloa*. SEC. MAR. DIGONAV/EIOPC. 60 pp.

S.R.H., 1971. *Informe sobre el estudio de la influencia de los pesticidas sobre las condiciones ecológicas de la Bahía de Topolobampo*. EI-71-52/22-14.

IUCN (World Conservation Union). 2005. *IUCN Red list*. Version 3.1, IUCN Species Survival Commission. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, United Kingdom.

Verdi-Lara, A., J.C. Faustch, J. Luna, J. Juárez y H. Wogau, 1982. *Estudio preliminar de las condiciones hidrológicas de la Bahía Topolobampo, Sinaloa*. S.M. EIOT.01-82. 40 p.

Wallace, A.R. 1876. *The Geographical distribution of animals with a study of the relations of living and extinct faunas as elucidating the past changes of the earth's surface*. 1962, 2nd Ed. Hafner publishing Company. New Cork y Londres.

DECLARATORIA.

DE ACUERDO CON LO ESTABLECIDO EN EL ARTÍCULO 36 DEL REGLAMENTO DE LA LEY GENERAL DEL EQUILIBRIO ECOLÓGICO Y LA PROTECCIÓN AL AMBIENTE EN MATERIA DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL LOS ABAJO FIRMANTES, BAJO PROTESTA DE DECIR LA VERDAD, MANIFIESTAN QUE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN LA "MANIFESTACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL, PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA PLANTA DE AMONIAO DE 2200 TMPD EN TOPOLOBAMPO, SINALOA ", SE OBTUVIERON A TRAVÉS DE LA APLICACIÓN DE LAS MEJORES TÉCNICAS Y METODOLOGÍAS COMÚNMENTE UTILIZADAS POR LA COMUNIDAD CIENTÍFICA DEL PAÍS Y DEL USO DE LA MAYOR INFORMACIÓN DISPONIBLE, Y QUE LAS MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN SUGERIDAS SON LAS MÁS EFECTIVAS PARA ATENUAR LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

OCEAN. EDUARDO MARTINEZ ACOSTA
RESPONSABLE TÉCNICO DEL ESTUDIO

ING. CARLOS MANUEL LLAMAS SOTELÓ.
REPRESENTANTE LEGAL DE GAS Y
PETROQUÍMICA DE OCCIDENTE, S.A. DE C.V.

FECHA DE CONCLUSIÓN DEL ESTUDIO: DICIEMBRE DEL 2013.

ELABORADO POR:



PARA:

PROTEGIDO POR LA
LFTAIPG

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DE
UNA PLANTA DE AMONIACO DE 2200 TMPD EN TOPOLOBAMPO,
SINALOA.



CONSULTA PÚBLICA

DICIEMBRE DE 2013

**ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PARA EL
ESTABLECIMIENTO DE UNA PLANTA DE AMONIACO DE
2200 TMPD EN TOPOLOBAMPO, SINALOA**

Contenido

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO	8
I.1 NOMBRE DEL PROYECTO	8
I.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	8
I.3 ALCANCES	14
I.4 UBICACIÓN.....	15
I.4.1. Coordenadas aproximadas	17
I.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	19
I.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMONIACO	21
I.6.1. Naturaleza del proyecto	21
I.6.5. Dimensiones del proyecto	22
I.6.6. Descripción general del proceso	23
I.6.6.1 Sustancias involucradas en el proceso	24
I.6.7. Infraestructura requerida	30
I.6.8. Tanques de almacenamiento	34
I.6.9. Obras de toma de agua de mar	38
I.6.10. Descarga de agua al mar	40
I.6.11. Crecimiento a futuro.	41
I.7 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL.	42
I.7.1. Dimensiones del proyecto	42
I.7.2. Operación Normal.	43
I.7.2. Desviaciones en la Operación Normal	43
I.7.3. Filtrado.....	46
I.7.4. Medición	47
I.7.5. Regulación.....	47
I.7.6. Operaciones de arranque del regulador.	48
I.7.7. Operaciones de paro del regulador.....	49
I.7.8. Válvulas de relevo	49

I.7.9. Válvulas de bloqueo	51
I.7.10. Válvulas de Cierre Automático - Operación	51
I.7.11. Dispositivos especiales (Operación)	51
I.8 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE AMONIACO	52
I.8.1. Dimensiones del proyecto	53
I.8.2. Infraestructura requerida	57
I.8.3. Muelle de carga a buque tanques	57
I.9 USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS	62
I.9.1. Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Mochis-Topolobampo.	62
I.9.2.. Plan Director de Desarrollo Urbano del Puerto de Topolobampo.....	63
I.10 IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE ÁREAS IDENTIFICADAS COMO VULNERABLES	67
I.11 BASES DE DISEÑO DE LA PLANTA	71
I.11.1 Proyecto civil planta	71
I.11.1 Preparación del sitio y construcción del gasoducto y del amonioducto.....	75
I.11.1.1. Gasoducto	75
I.11.1.2. Amonioducto	79
I.11.3. Proyecto sistema contra-incendio	80
I.11.4. Tanques de Almacenamiento.....	83
I.11.4.1. Pruebas de verificación	83
I.12 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AMONIACO.....	84
I.13 CONDICIONES DE OPERACIÓN	98
I.13.1 Operación de la planta	98
I.14. DISEÑO ELECTRICO	101
I.14.1. Filosofía de diseño	101
I.14.2. DIAGRAMA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION	103
I.14.3. ALUMBRADO.....	106
I.14.4. SISTEMA DE TIERRAS	107
I.15. INSTRUMENTACION	107
I.15.1. FILOSOFIA DE DISEÑO.....	107
I.15.1.1. Objetivos del Sistema de Control.....	107
I.15.1.2. Descripción General del Sistema de Control	108
I.15.1.3. Instrumentos de Campo	108
I.15.1.4. Señales de Nivel	108
I.15.1.5. Cableado	109
I.15.1.6. Requerimientos Eléctricos.....	110
I.15.1.7. Unidades Modulares	111

I.15.2. SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (SCD).....	112
I.15.2.1. Generalidades	112
I.15.2.2. Sistema de Control.....	112
I.15.2.3. Instalación Central de Procesamiento	112
I.15.2.4. Configuración del Sistema	113
I.16. SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD (SIS)	119
I.16.1. General.....	119
I.16.2. Nivel de Requerimientos de la Integridad del Sistema	119
I.16.3. Interface del Operador.	120
I.16.4. Redundancia	121
II. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	122
II.1. Identificación de riesgos Potenciales	122
II.1.1. Análisis de Fugas no controladas.	122
II.1.1.1. Análisis de Fugas de gasoducto.	123
II.1.1.2. Análisis de Fugas en el amonioducto y garzas.....	123
II.1.1.3. Análisis de Fugas de tanques de almacenamiento.	124
II.1.1.4. Análisis de Fugas en las tuberías del proceso.....	124
II.1.1.5. Análisis de Fugas en almacén de sustancias químicas.....	124
II.1.2. Análisis de Fugas controladas.	124
II.1.2.1. Análisis de Fuga de amoniaco en el sistema de venteo.....	124
II.1.3. Análisis por eventos naturales.	124
II.2. Medidas correctivas.	125
II.3. Antecedentes de accidentes e incidentes	125
II.3.1. Análisis Histórico de Accidentes	125
II.3.1.1. Marco General.....	126
II.4. Estadística General de Accidentes:	126
II.4.1. Estadísticas de fallecimientos relacionados con el manejo, transporte de gas natural.....	135
II.5. Identificación de las causas de los accidentes.	136
II.6. Alcance de los daños causados:.....	139
I.15.1 Antecedentes de accidentes e incidentes en plantas de amoniaco	142
I.15.2 Antecedentes de accidentes e incidentes en ductos de transporte de amoníaco.....	147
II.7. Accidentes por amoniaco a nivel Internacional.....	154
II.8 Metodologías de identificación y jerarquización.....	161
III. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES ..	183
III.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	183
III.2. INTERACCIONES DE RIESGO.....	194
III.3. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL	200
IV. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.	202
IV.1. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS	202

IV.1.1. NORMAS Y PROCEDIMIENTOS	209
IV.1.1.1.- Reglamentación Interna.....	209
IV.1.1.2.- Documentación Disponible	210
IV.1.1.3.- Asignación de Funciones y Responsabilidades.	210
IV.1.1.4.- Apoyo a los Responsables de la Seguridad.....	216
IV.2. Sistemas de seguridad	217
IV.1.2.1. Área de Procesos	217
IV.1.2.2. Sistema de Quemadores	217
IV.1.2.3. Otros Sistemas de Seguridad	218
IV.1.2.4. Características de Diseño del Cuarto de control.	218
IV.1.2.5. Señales de Dirección	220
IV.1.2.6. Puntos de Reunión	220
IV.1.2.7. Combate a incendios	220
V. RESUMEN	229
V.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.....	229

TABLA

TABLA 1 COORDENADAS APROXIMADAS DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, DE LA PLANTA DE AMONIAO. .	17
TABLA 2 COORDENADAS APROXIMADAS DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, DESDE LA INTERCONEXIÓN HASTA LA CASETA DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DE LA PLANTA DE AMONIAO.	18
TABLA 3 COORDENADAS APROXIMADAS DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, DESDE EL ÁREA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA DE AMONIAO HASTA EL MUELLE DE PEMEX.	18
TABLA 4 INFRAESTRUCTURA Y CAPACIDAD DE PROCESO (MILES DE TONELADAS).....	20
TABLA 5 LISTADO DE SUSTANCIAS (NOMBRE CANTIDAD DE ALMACENAMIENTO, FORMA DE CONTENCIÓN Y RIESGOS DE ACUERDO AL CÓDIGO DE LA NFPA).	26
TABLA 6 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL RECOMENDADO (MODELO RECTÁNGULO).	27
TABLA 7 LISTADO DE CATALIZADORES.....	28
TABLA 8 LISTA DE QUÍMICOS	29
TABLA 9 DISTANCIAS APROXIMADAS DE COLINDANCIAS MÁS PRÓXIMAS, CON CADA UNO DE LAS INSTALACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS.....	67
TABLA 10 DISTANCIAS APROXIMADAS DE COMERCIOS, CENTROS RECREATIVOS Y TEMPLOS, ESCUELAS, CLÍNICAS DE TOPOLOBAMPO Y EJIDO DE ROSENDO CASTRO, CON CADA UNO DE LAS INSTALACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS.....	68
TABLA 11 TELÉFONOS DE EMERGENCIA DE TOPOLOBAMPO.....	70
TABLA 12 DISTANCIAS MÍNIMAS DE PROTECCIÓN	77
TABLA 13 ANÁLISIS ANUAL ESTATAL (PERÍODO 1993-2002).	127
TABLA 14 SUSTANCIAS INVOLUCRADAS EN LOS ACCIDENTES REPORTADOS ENTRE 1993 Y 2002.....	129
TABLA 15 ACCIDENTES REPORTADOS EN EL PAÍS ENTRE 1993 Y 2009.....	130
TABLA 16 MEDIO DE TRANSPORTE INVOLUCRADO EN ACCIDENTES EN EL PAÍS ENTRE 1993 Y 2009.....	132
TABLA 17 LOCALIZACIÓN Y TIPO DE ACCIDENTES.	133
TABLA 18 ANÁLISIS NACIONAL Y ESTATAL DE LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES, INFORME DEL SEGUNDO TRIMESTRE DEL 2005.	134
TABLA 19 ESTADÍSTICAS DE FALLECIMIENTOS RELACIONADOS CON EL TRANSPORTE (1989). FUENTE: COMPENDIO NTSB VOL. 9, No.S. PROGRAMA DE MANEJO: DAMES & MOORE, 1996.	135
TABLA 20 ESTADÍSTICAS DE FALLECIMIENTOS RELACIONADOS CON ACCIDENTES EN EE.UU 1989.	136

TABLA 21 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DAÑOS A LA POBLACIÓN, OCASIONADOS POR LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA DURANTE EL PERÍODO 1993 - 2009.	140
TABLA 22 ANÁLISIS ESTATAL DE DAÑOS A LA POBLACIÓN, (PERÍODO 1998 - 2009).	141
TABLA 23 RESUMEN DE ACCIDENTES POR EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE AMONIACO	152
TABLA 24 CONDICIONES DE ESTABILIDAD METEOROLÓGICA DE PASQUILL.	163
TABLA 27 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DE RIESGO CON AMONIACO ANHIDRO CON EL PROGRAMA ARCHIE.	187
TABLA 28 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DE RIESGO CON GAS NATURAL CON EL PROGRAMA ARCHIE.	191
TABLA 29 PERSONAL REQUERIDO PARA LA OPERACIÓN DE LA PLANTA	210

FIGURAS

FIGURA 1 UBICACIÓN DEL PREDIO PARA LA PLANTA DE AMONIACO, GASODUCTO (AMARILLO) Y TRAZO DEL AMONIODUCTO (VERDE) HASTA EL MUELLE DE PEMEX.	15
FIGURA 2 UBICACIÓN DEL SITO DEL PROYECTO, A UN COSTADO DE LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE PEMEX.	16
FIGURA 3 UBICACIÓN DE LA GRANJA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.	36
FIGURA 4 CÓDIGO DE NFPA 704 Ó NOM-114-STPS-1994.	37
FIGURA 5 TRAZO DE LA INSTALACIÓN DE LA TOMA DE AGUA DE MAR	39
FIGURA 6 EJEMPLO DE UNA PLATAFORMA CON EQUIPO DE BOMBEO.	40
FIGURA 7 TRAZO DE LA INSTALACIÓN DE LA DESCARGA DE AGUA DE MAR	41
FIGURA 8 EJEMPLO DE ÁREA DE LLENADERAS PARA CARROTANQUE DE FERROCARRIL.	42
FIGURA 9 EJEMPLO DE GARZAS DE DESCARGA DE AMONIACO EN UN MUELLE DE PEMEX.....	58
FIGURA 10 CORTE DE TUBERÍAS QUE CORREN PARALELO A LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN.....	60
FIGURA 11 CORTE DE TUBERÍAS QUE CORREN SOBRE EL CORREDOR EXISTENTE DE PEMEX.	61
FIGURA 12 CORREDOR DUCTOS DE PEMEX A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE.....	61
FIGURA 13 PROPUESTA DE INSTALACIÓN DE CARGA EN MUELLE DE PEMEX.	62
FIGURA 14 DIAGRAMA DE BLOQUES.	86
FIGURA 15 REFORMADOR DE VAPOR Y CO SHIFT.....	89
FIGURA 16 SISTEMA DE REMOCIÓN DE CO ₂ AMDEA.....	91
FIGURA 17 CICLO DE SÍNTESIS DEL AMONIACO.....	94
FIGURA 18 SISTEMA DE VAPOR.....	98
FIGURA 19 DIAGRAMA DE ALCANCES INTERNOS EN LA PLANTA DE 2200 MTPD DE AMONIACO.....	99
FIGURA 20 DIAGRAMA ELÉCTRICO.....	105
FIGURA 21 DISTRIBUCIÓN ESTATAL DE LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA DURANTE EL PERIODO 1993 - 2009.	128
FIGURA 22 DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA DURANTE EL PERIODO 1993 - 2009.	128
FIGURA 23 ANÁLISIS DE LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA DURANTE EL PERIODO 1993 - 2009.....	129
FIGURA 24 UBICACIÓN DE LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES (1993 – 2009).....	131
FIGURA 25 MEDIO DE TRANSPORTE INVOLUCRADO EN EMERGENCIAS AMBIENTALES (1993 – 2009). ...	132
FIGURA 26 TIPO DE ACCIDENTES (1993 – 2009).	134
FIGURA 27 IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE ACCIDENTES.	139
FIGURA 28 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DAÑOS A LA POBLACIÓN OCASIONADOS POR LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA DURANTE EL PERIODO 1993 - 2009.	140

FIGURA 29	DESARROLLO Y DISPERSIÓN DE UNA NUBE DE GAS PESADO.	162
FIGURA 30	PANORÁMICAS DE COLINDANCIAS.	196
FIGURA 31	DIAGRAMA DE ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA.	211
FIGURA 32	ADMINISTRACIÓN DE CALIDAD, MEDIO AMBIENTE, HIGIENE Y SEGURIDAD (CSH Y MA).	212
FIGURA 33	OPERACIONES.	213
FIGURA 34	INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO.	214
FIGURA 35	SERVICIOS TÉCNICOS.	215
FIGURA 36	MATERIALES.	215
FIGURA 37	SERVICIOS CORPORATIVOS.	216
FIGURA 38	DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIOS.	221

ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1	UBICACIÓN DE LOS PREDIOS DEL PROYECTO EN RELACIÓN CON TOPOLOBAMPO.	22
ILUSTRACIÓN 2	RED INTERNA DE GAS NATURAL	33
ILUSTRACIÓN 3	EJEMPLO DE ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN.	34
ILUSTRACIÓN 4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CONTENCIÓN COMPLETA	35
ILUSTRACIÓN 5	TRAZO DE AMONIODUCTO DE 18"	53
ILUSTRACIÓN 6	ACCESO A LAS INSTALACIONES DE CFE Y SEGMENTO DE CODOS DE EXPANSIÓN	54
ILUSTRACIÓN 7	CRUZAMIENTO DE ACCESO A TOPOLOBAMPO Y CODOS DE EXPANSIÓN.	55
ILUSTRACIÓN 8	CRUZAMIENTO PARA EL ACCESO A LAS INSTALACIONES DEL MUELLE DE PEMEX Y SEGMENTO DE CODOS DE EXPANSIÓN	56
ILUSTRACIÓN 9	UBICACIÓN DEL SITIO EN EL PDDU DEL CORREDOR LOS MOCHIS-TOPOLOBAMPO.	63
ILUSTRACIÓN 10	UBICACIÓN DEL SITIO Y ÁREA DE ESTUDIO DEL PDDU DEL PUERTO DE TOPOLOBAMPO..	65
ILUSTRACIÓN 11	ZONIFICACIÓN PRIMARIA EN EL PDDU DEL PUERTO DE TOPOLOBAMPO.	66
ILUSTRACIÓN 12	ZONIFICACIÓN SECUNDARIA ESTABLECIDA EN EL PDDU DEL PUERTO DE TOPOLOBAMPO.	66
ILUSTRACIÓN 13	UBICACIÓN DE ESCUELAS, CLÍNICAS, IGLESIAS, CENTROS RECREATIVOS DE EJIDO DE ROSENDO CASTRO RESPECTO A CADA UNO DE LAS INSTALACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS.	68
ILUSTRACIÓN 14	UBICACIÓN LAS ACTIVIDADES Y ELEMENTOS SIGNIFICATIVOS EXISTENTES EN TOPOLOBAMPO LOCALIZADOS AL SUR DEL PROYECTO.	69
ILUSTRACIÓN 15	UBICACIÓN LAS ACTIVIDADES Y ELEMENTOS SIGNIFICATIVOS EXISTENTES EN TOPOLOBAMPO, LOCALIZADOS AL SURESTE DEL PROYECTO	70
ILUSTRACIÓN 16	EJEMPLO DE EDIFICIO – EDIFICIO DE CONTROL	74

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

I.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Planta de Amoniaco de 2200 TMPD en Topolobampo, Sinaloa

I.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El Gobierno del Estado de Sinaloa está otorgando facilidades para el desarrollo del presente proyecto.

El puerto comercial e industrial de Topolobampo, se localiza en el estado de Sinaloa, al noroeste del país, en la costa del Océano Pacífico, a sólo **200 millas** de la entrada del Golfo de California.

El puerto se ubica en las coordenadas: **25° 36' 00"** latitud norte y **109° 04' 00"** longitud Oeste.

Se sitúa en una de las regiones de mayor producción agrícola del país. Su principal movimiento de carga se compone en gran proporción, por el manejo de los productos agrícolas, representando el maíz de granel el **49%** del movimiento total de carga de productos agrícolas. Esta región cuenta con **415 mil** hectáreas de riego que representan el **55%** de la superficie del Estado de Sinaloa.

Topolobampo está comunicado hacia el Norte con ciudades fronterizas importantes hacia los Estados Unidos como (Nogales y Mexicali), hacia el sur con otras ciudades importantes de Sinaloa como Los Mochis, Culiacán y Mazatlán. Además, tiene una posición privilegiada para el manejo de productos desde y hacia el oriente, con origen o destino a la región Sur de los Estados Unidos de América, a través de dos líneas ferroviarias. Por carretera, el puerto está conectado a todo el país.

El puerto de Topolobampo se comunica vía terrestre hacia el norte con la zona fronteriza de los Estados Unidos (Nogales y Mexicali) y hacia el sur con otras ciudades importantes de Sinaloa y el resto del país.

Su posición es privilegiada para movilizar productos de y hacia el Oriente con origen o destino a la región sur y centro de Estados Unidos a través de dos líneas ferroviarias.

El Puerto cuenta con una terminal de Ferrocarriles Mexicanos (antes ruta Chihuahua - Pacífico), y tiene un enlace a 23 km con la ruta Pacífico.

Respecto al sistema carretero, Topolobampo tiene un acceso a una red de comunicaciones que lo vincula con todo el país, con una carretera de cuatro carriles que va desde la zona fronteriza en el estado de Sonora hasta Mazatlán, Sin., extendiéndose, en fecha próxima, hasta el Estado de Nayarit y Jalisco.

Cuenta con el aeropuerto internacional de la Ciudad de Los Mochis, Sin., que se ubica a 12 km, del puerto, el cual comunica a Topolobampo con todo el país y con el sur de Estados Unidos de América.

En este sentido, el movimiento de las cargas del Puerto se realiza en su totalidad utilizando el autotransporte, debido principalmente a la preferencia de los usuarios por utilizar este medio de transporte, así como por la facilidad de acceso a las conexiones carreteras existentes con el resto del Estado de Sinaloa, Sonora y Nayarit. De acuerdo con lo anterior, podemos mencionar que las rutas actuales de transporte establecidas en la región son el auto transporte y el ferrocarril, con el primero se lleva a cabo el tráfico de hortalizas hacia Estados Unidos, en tanto que el transporte ferroviario permite distribuir grandes volúmenes de granos y fertilizantes a nivel nacional.

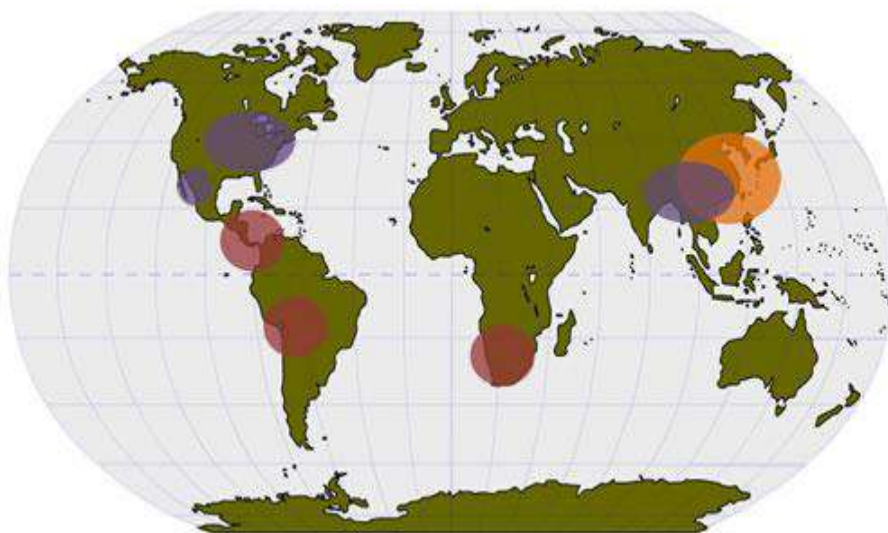
HINTERLAND COMERCIAL

El Puerto de Topolobampo tienen como destino cuatro estados del país: Sinaloa, Sonora, Baja California Sur y Chihuahua. Del total de cargas importadas, el 65.33% lo constituyen productos del petróleo y derivados, el 20.71% la carga general y el 13.96% la carga agrícola.



Área de influencia y Número de habitantes:	
Chihuahua	3,241,444 hab.
Sinaloa	2,608,442 hab.
Sonora	2,216,969 hab.
B.C.S.	512,170 hab.

FORELAND COMERCIAL



- GRANEL AGRICOLA (SUDAFRICA, SUDAMERICA y CENTROAMERICA)

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

- GRANEL MINERAL (CHINA)
- COREDOR COMERCIAL (ASIA,TOPOLOBAMPO, ESTE DE USA)

El puerto cuenta con una gran infraestructura, dividida en terminales o instalaciones, destacando las siguientes:

- PEMEX
- API (Administración Portuaria Integral)
- SEMATUR
- TRANSOCEANICA
- CEMEX
- PESCA
- CLUB NAUTICO
- PROCESADORA BATAMOTE
- PROPETOPO

Descripción	Muelle
PEMEX	
Tramos de Atraque	2
Longitud de Atraque (Metros)	624
Profundidad (Metros)	13.0
Calado Oficial (Metros)	10.97
Capacidad en Muelles (Metros)	5,000,000
Tipo de carga	Petróleo y Derivados
API	
Descripción	Muelles de Carga general
Tramos de Atraque	1
Longitud de Atraque (Metros)	99.00
Profundidad (Metros)	9.50
Calado Oficial (Metros)	9.45
Capacidad en Muelles (Toneladas)	730,000
Equipo	Tolvas, Almejas, Montacargas y Tracto camiones
Patios	6,600 M2/179,280 Ton.
Bodega	1,620 M2/ 105,000 Ton.
Tipo de carga	Carga General.
API	
Descripción	Muelles Contenedores
Tramos de Atraque	1
Longitud de Atraque (Metros)	240.0
Profundidad (Metros)	14.0
Calado Oficial (Metros)	10.97
Capacidad en Muelles (Metros)	1,500.000
Patios	144,800 M2 128,232 TEUS 1,923,480 Ton.
Bodegas	2,240 M2 / 149,920 Ton.
Cobertizos	2,240 M2 / 118,080 Ton.
Tipo de carga	Carga General
API	
Descripción	Muelle Trasbordador
Tramos de Atraque	1
Longitud de Atraque (Metros)	150.0
Profundidad (Metros)	6.50

Descripción	Muelle
Calado Oficial (Metros)	
Capacidad en Muelles (Toneladas)	960,000
Tipo de carga	Contenedores, Carga General, Granel Agrícola, Granel Mineral.
SEMANTUR	
Descripción	Muelle Trasbordador
Tramos de Atraque	1
Longitud de Atraque (Metros)	62.70
Profundidad (Metros)	9.0
Calado Oficial (Metros)	8.84
Capacidad en Muelles (Toneladas)	1,200,000
Tipo de carga	Carga General
TRANSOCEANICA	
Descripción	Muelle
Tramos de Atraque	1
Longitud de Atraque (Metros)	135.0
Profundidad (Metros)	12.0
Calado Oficial (Metros)	10.0
Capacidad en Muelles (Toneladas)	1,300,000
Equipo	Torres Graneleras y Bandas
Bodegas	4,200 M2 / 480,000 Ton.
Tipo de Carga	Granel agrícola, y Granel Mineral
CEMEX	
Descripción	Muelle
Tramos de Atraque	2
Longitud de Atraque (Metros)	90
Profundidad (Metros)	3.0
Calado Oficial (Metros)	
Capacidad en Muelles (Toneladas)	288,000
Equipo	Silos, Equipo mecanizado para carga y descarga
Tipo de Carga	Granel agrícola y granel mineral
PESCA	
Descripción	Muelle pesquero
Tramos de Atraque	1
Longitud de Atraque (Metros)	360.0
Profundidad (Metros)	5
Tipo de carga	Productos Pesqueros
CLUB NAUTICO	
Descripción	Muelle
Tramos de Atraque	2
Longitud de Atraque (Metros)	56.0
Profundidad (Metros)	2.0
Tipo de carga	Turismo
PROPEPO	
Descripción	Muelle 2
Tramos de Atraque	1
Longitud de Atraque (Metros)	57
Profundidad (Metros)	8
Tipo de carga	Productos Pesqueros

La empresa **GAS Y PETROQUÍMICA DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.** está interesada en invertir en México, construyendo y operando instalaciones de escala mundial para la producción de amoniaco anhidro.

GAS Y PETROQUÍMICA DE OCCIDENTE S.A. DE C.V., está constituida por socios que tienen vasta experiencia en la construcción y operación de plantas productoras de amoniaco similares, a nivel mundial en el ramo de la petroquímica con plantas en Omán, Trinidad y Tobago, próximamente en México y Estados Unidos. Por tal motivo, será la encargada del diseño, Ingeniería de Detalle, Procura, Construcción y Puesta en Marcha de la planta de Amoniaco en Topolobampo.

Se han tenido varios acercamientos con PEMEX para buscar la posibilidad de compartir su corredor de ductos para alojar el nuevo amonioducto y utilizar la infraestructura del muelle de embarque de PEMEX en la zona de Topolobampo para cargar amoniaco en buques tanque.

Durante el transcurso de la gestión con las diferentes dependencias de gobierno federal como estatal y municipal, se ha tenido acercamientos con la Secretaría de Energía, en los cuales se vincula el proyecto dentro del Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018) con las Metas Nacionales, Estrategias y Líneas de Acción. En la Meta Nacional IV, México Próspero, la Estrategia 4.6.1 está orientada a asegurar el abastecimiento del petróleo crudo, el gas natural y los petrolíferos que demanda el país.

Para dar cumplimiento a lo anterior, existen siete líneas de acción propuestas en el PND, de las cuales dos se relacionan directamente con el proyecto:

- *Fortalecer el mercado de gas natural mediante el incremento de la producción y el robustecimiento en la infraestructura de importación, transporte y distribución, para asegurar el abastecimiento de energía en óptimas condiciones de seguridad, calidad y precio.* Al respecto, la planta contribuirá para que se aproveche el potencial de la nueva infraestructura instalada para la importación de gas natural y fortalecerá el mercado con un consumo regular de dicho insumo.
- *Promover el desarrollo de una industria petroquímica rentable y eficiente.* En este caso, la instalación de la nueva planta de amoniaco no sólo constituye un aumento en la capacidad de producción instalada en México, sino que será la base para el desarrollo de otras industrias del sector petroquímico que requieren de amoniaco como insumo, todo esto dentro de un modelo de negocios racional y mediante el uso de tecnologías que hacen un uso eficiente de los recursos y reducen notablemente los impactos en el medio ambiente.

Además de la falta de inversión en equipamiento e infraestructura, así como el alto costo del financiamiento, el PND identifica como un tercer reto el fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico. El campo mexicano tiene una alta vulnerabilidad a riesgos climáticos, sanitarios y de mercado, y una elevada dependencia externa de insumos estratégicos como los fertilizantes. Esta situación afecta el abasto, calidad y acceso a los agroalimentos.

Con el desarrollo de la planta de amoníaco de 2200 TMPD se reducirá de forma importante el volumen de amoníaco que se debe importar y al mismo tiempo se establecerán las bases para desarrollar nuevas industrias para la producción de fertilizantes mediante el uso de nuevas tecnologías, más eficientes y con un impacto ambiental bajo.

I.3 ALCANCES

El proyecto pretende la construcción de un complejo petroquímico de primer nivel, con tecnología de punta, que en su primera etapa asumirá la producción de amoníaco basada en el procesamiento del gas natural.

La tecnología de punta desarrollada a nivel mundial, permite una producción de amoníaco de bajo costo.

El complejo petroquímico tendrá un consumo de gas natural de 2 millones de metros cúbicos por día (MMm³d) aproximadamente. Se estima que la planta tendrá una capacidad de producción anual de 770.000 toneladas métricas año (TMA) de amoníaco.

Se tiene contemplado un crecimiento a futuro y una serie de inversiones que permitirán expandir los procesos para la producción de urea, metanol y melamina.

Si se concreta el abastecimiento de gas natural y los permisos necesarios en materia de impacto y riesgo ambiental, la planta iniciaría operaciones a mediados del 2017.

Esta planta estará en condiciones de producir hasta dos mil 200 toneladas diarias de gas amoníaco gracias al gasoducto que se construirá desde Estados Unidos y que permitirá tener gas natural barato y de manera permanente en Sinaloa.

El proyecto se trata de un proyecto integral, el cual se divide en cinco partes:

1. Una planta productora de amoníaco anhidro en un predio de aproximadamente 26.39 hectáreas.
2. Una línea de conducción de agua cruda proveniente de la Bahía de Ohuira a la planta de amoníaco para producción de vapor y enfriamiento, de 1,150 metros de longitud (capacidad de flujo: 2,000 m³/hora).

3. Una línea de salida de agua residual tratada con condiciones particulares de descarga de la planta de amoniaco hacia la Bahía de Ohuira, de aproximadamente 300 metros de longitud (capacidad de flujo: 1,400 m³/hora).
4. Un ducto de gas natural de 18" y aproximadamente 1,111 metros de longitud, desde la interconexión con el gasoducto El Oro - Topolobampo hasta el interior de la planta de amoniaco.
5. Un amonioducto de 18" desde la planta de amoniaco hasta el muelle existente de PEMEX, de aproximadamente 3,000 metros de longitud.

I.4 UBICACIÓN

El proyecto que se pretende llevar a cabo colinda con la zona industrial de Topolobampo, a un costado de la Terminal de Almacenamiento y Distribución de PEMEX en Topolobampo, municipio de Ahome, Estado de Sinaloa.

El predio del proyecto consiste de aproximadamente 202.57 hectáreas de terrenos de la empresa divididos en dos partes por la vía del ferrocarril. El sitio para la planta de amoniaco abarca alrededor de 26.39 hectáreas dentro del predio, en las cuales estará la infraestructura de producción con sus vialidades internas, subestación eléctrica, áreas administrativas y de servicios, así como una reserva territorial para una segunda fase de desarrollo.



Figura 1 Ubicación del predio para la planta de amoniaco, gasoducto (amarillo) y trazo del amonioducto (verde) hasta el muelle de PEMEX.



Figura 2 Ubicación del sito del proyecto, a un costado de la Terminal de Almacenamiento y Distribución de PEMEX.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.4.1. Coordenadas aproximadas

A continuación se muestran las coordenadas de la **planta de producción de amoniaco**.

Tabla 1 Coordenadas aproximadas de los puntos de referencia, de la Planta de Amoniaco.

Punto	Referencia	Altitud (msnm)	Coordenadas geográficas	
			Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)
1	Esquina norponiente del predio, colindante con la TAD de PEMEX.	4	25°37'10.08"	109°02'28.40"
2	Esquina oriental del predio, colindante con la laguna de Ohuira	18	25°37'01.17"	109°02'08.96"
3	Cambio de dirección hacia el SW, rumbo al canal de descarga de agua de la CFE	2	25°36'53.00"	109°02'13.54"
4	Esquina suroriental del predio, colindante con la descarga de agua de la CFE a la laguna de Ohuira	1	25°36'49.63"	109°02'17.32"
5	Cambio de dirección hacia el suroeste, por la presencia de la subestación eléctrica	8	25°36'56.81"	109°02'32.99"
6	Cambio de dirección hacia el noroeste, rodeando la subestación eléctrica	6	25°36'55.05"	109°02'34.01"
7	Esquina surponiente del predio, colindante con la TAD de PEMEX	4	25°36'56.19"	109°02'36.40"

** Coordenadas verificadas en el programa Google Earth.*



A continuación se muestran las coordenadas del **gasoducto que transportará gas natural**.

Tabla 2 Coordenadas aproximadas de los puntos de referencia, desde la interconexión hasta la caseta de medición y regulación de la Planta de Amoniaco.

Punto	Referencia	Altitud (msnm)	Coordenadas geográficas	
			Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)
0	Punto de interconexión con el Gasoducto de 30" El Oro - Topolobampo ., frente al predio de C.F.E. y cerca del acceso a la TAD de PEMEX, a un costado del DDV del Ferrocarril con dirección hacia el NNE	1	25°37'09.49"	109°02'54.63"
1	Cambio en dirección hacia el ESE para cruzar la vía del ferrocarril y continuar alojado paralelo al lindero norte de la TAD de PEMEX.	3	25°37'19.46"	109°02'48.84"
2	Cambio de dirección hacia el SSW, para continuar a un costado de las torres de alta tensión y el lindero oriente de la TAD de PEMEX	4	25°37'10.35"	109°02'29.35"
3	Cambio de dirección hacia el ESE, rumbo a la Planta de Amoniaco	4	25°37'06.57"	109°02'31.49"
4	Caseta de Medición y Regulación de gas natural en el interior de la Planta de Amoniaco	4	25°37'05.78"	109°02'29.93"

* Coordenadas verificadas en el programa Google Earth.

A continuación se presentan las coordenadas aproximadas del **amonioducto** de los puntos de inflexión del trazo.

Tabla 3 Coordenadas aproximadas de los puntos de referencia, desde el área de tanques de almacenamiento de la Planta de Amoniaco hasta el muelle de PEMEX.

Punto	Referencia	Altitud (msnm)	Coordenadas geográficas	
			Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)
0	Área de tanques de almacenamiento de amoniaco, con dirección al SE	6	25°36'59.69"	109°02'29.81"
1	Cambio de dirección hacia el SW en el rack del área de tanques de almacenamiento	6	25°36'59.24"	109°02'28.90"
2	Continuando sobre el rack de tuberías, fuera del área de tanques, cambio de dirección hacia el NW	7	25°36'56.27"	109°02'30.65"
3	Cambio de dirección hacia el SW, para salir del predio de la planta	9	25°36'57.22"	109°02'32.85"
4	Cambio de dirección hacia el NW, rodeando el área de las turbinas	6	25°36'55.10"	109°02'34.15"
5	Cambio de dirección hacia el SW, alijándose de la planta en forma paralela	5	25°36'56.04"	109°02'36.21"

Punto	Referencia	Altitud (msnm)	Coordenadas geográficas	
			Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)
	al DDV de las torres de alta tensión, entre el muro de la TAD y el canal de descarga de la C.F.E.			
6	Ligero cambio de dirección hacia el SW	7	25°36'40.87"	109°02'45.43"
7	Cambio de dirección hacia el SSE, al llegar a la calle que conduce al muelle de Pemex	4	25°36'33.87"	109°02'54.59"
8	Ligero cambio de dirección hacia el sur, siguiendo el contorno de la calle y del corredor de tuberías de Pemex	3	25°36'31.59"	109°02'53.51"
9	Ligero cambio de dirección hacia el SE, siguiendo la curvatura de la calle, a la altura del acceso a la Central Termoeléctrica de la C.F.E.	4	25°36'24.20"	109°02'52.66"
10	Cambio de dirección hacia el SE, pasando el acceso a la Central Termoeléctrica de la C.F.E.	4	25°36'22.86"	109°02'51.90"
11	Cambio de dirección hacia el ESE, siguiendo la curvatura de la calle	9	25°36'18.92"	109°02'46.82"
12	Ligero cambio de dirección hacia el ENE, siguiendo la calle	14	25°36'18.58"	109°02'45.26"
13	Cambio de dirección hacia el SE, siguiendo la curvatura de la calle	24	25°36'19.35"	109°02'40.01"
14	Cambio de dirección hacia el SSE, siguiendo la calle	35	25°36'17.95"	109°02'37.88"
15	Ligero cambio de dirección hacia el SE	36	25°36'06.54"	109°02'33.89"
16	Ligero cambio de dirección un poco más hacia el SE, siguiendo la calle	27	25°36'00.31"	109°02'29.39"
17	Ligero cambio hacia un poco más hacia el SE	12	25°35'55.94"	109°02'27.36"
18	Cambio de dirección hacia el sur	11	25°35'55.55"	109°02'27.12"
19	Cambio hacia el SW, para cruzar el acceso al recinto portuario	10	25°35'55.36"	109°02'27.12"
20	Ligero cambio hacia el WSW siguiendo el contorno del acceso	9	25°35'55.06"	109°02'27.32"
21	Cambio de dirección hacia el Oeste, siguiendo el acceso	8	25°35'54.88"	109°02'27.70"
22	Cambio de dirección hacia el Sur	6	25°35'54.78"	109°02'28.54"
23	Cambio de dirección hacia el Oeste, para continuar sobre el muelle de Pemex	6	25°35'54.63"	109°02'28.55"
24	Área de garzas para carga de amonio a buques tanques, en el muelle de Pemex	3	25°35'54.07"	109°02'35.19"

* Coordenadas verificadas en el programa Google Earth.

I.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En los últimos años se ha incrementado la demanda mundial de fertilizantes líquidos. Los principales mercados de exportación son Europa y EE.UU., pero también algunas naciones emergentes y países en vías de desarrollo, con una agricultura en crecimiento, requieren estos materiales.

Actualmente México es importador de amoníaco, ya que su déficit de producción asciende aproximadamente a 200 mil toneladas, ello provoca que los agricultores sean sujetos de la especulación y escasez. Sin embargo, una vez que entre en operación esta planta, lo cual se estima suceda a mediados del 2017, México será autosuficiente y se espera una reducción sustancial al precio del vital insumo para la agricultura.

Cerca del 84% de la producción de amoniaco en nuestro país se utiliza para la elaboración de fertilizantes de los cuales 27% son para aplicación directa. El 16% restante, es para uso industrial.

Con el presente proyecto se pretende la producción de 2,200 toneladas diarias de amoniaco anhidro para abastecer al campo mexicano, exportando sus excedentes a países de Asia, Sudamérica y los Estados Unidos.

El monto de la inversión en su primera etapa superará los 999 millones de dólares y dará empleo tan sólo en su fase de construcción, a más de 3 mil personas.

El Estado de Sinaloa y particularmente, la región de Topolobampo, se convertirá en el primer polo de desarrollo de la industrialización del gas natural porque en este complejo se empleará alta tecnología que requiere de grandes inversiones para su implementación.

La planta en funcionamiento tendrá un efecto multiplicador en el resto de la economía porque desencadenará el desarrollo de otras capacidades y potencialidades industriales en cada una de las cadenas de valor de los productos involucrados.

Este complejo petroquímico generará divisas para el país por concepto de la exportación de amoniaco a otras naciones.

Tabla 4 Infraestructura y capacidad de proceso (Miles de toneladas)

CENTRO	PLANTAS	CAPACIDAD	PRODUCTOS
Cosoleaque	6	4,974	Amoniaco
La Cangrejera	11	3,280	Etileno, polietileno BD, aromáticos.
Morelos	8	2,263	Etileno, polietileno AD, LBD, acrilonitrilo.
Pajaritos	8	1,021	Etileno, cloruro de vinilo
Independencia	4	288	Metanol, acrilonitrilo
Escolín	3	337	Etileno, polietileno AB BD
Camargo	1	33	Amoniaco
Tula	1	76	Acrilonitrilo

Fuente: PEMEX

En la ciudad de Topolobampo, existen en operación dos ductos de destilados con una longitud 1.8 km, cada uno, con origen en la planta Muelle y destino en la Terminal de Almacenamiento y Distribución Topolobampo, asimismo, existe un combustoleoducto en operación con una longitud de 1.4 km, con origen en la planta Muelle y destino final en la C.T. Juan de Dios Bátiz de la Comisión Federal de Electricidad.

I.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMONIACO

I.6.1. Naturaleza del proyecto

El desarrollo en esta región se basa principalmente en las actividades agrícolas, acuícolas y la explotación pesquero en las lagunas costeras y en altamar. Las principales actividades del sector secundario se basan en el sector agroindustrial, y el manejo de productos petroleros por parte de PEMEX en el puerto de Topolobampo, donde cuenta con una terminal especializada, así como la generación de energía eléctrica a través de centrales termoeléctricas de la CFE. A este respecto, actualmente se encuentra en construcción un nuevo gasoducto para proveer a la CFE de este insumo y que al mismo tiempo podrá ser aprovechado para el desarrollo de nuevos proyectos, como la planta de amoniaco.

Una planta moderna típica para la producción de amoniaco convierte primero el gas natural (i.e. metano) o GLP (gases licuados de petróleo tales como el propano y el butano) o nafta de petróleo en hidrógeno gaseoso. El método para producir hidrógeno a partir de hidrocarburos se conoce como "reformado de vapor". El hidrógeno se combina con nitrógeno para producir amoniaco.

Iniciando con la alimentación de algún gas natural, los principales pasos en el proceso de producción de amoniaco son:

- Desulfuración y Compresión del Gas Natural
- Compresión del Aire de Proceso
- Reformado de Vapor y Recuperación del Calor de Desecho
- Conversión del CO
- Remoción del CO₂
- Metanización
- Compresión del Gas de Síntesis
- Ciclo de Síntesis de Amoniaco
- Refrigeración
- Recuperación del Amoniaco
- Recuperación del Hidrógeno
- Separador de condensados
- Desaerador y bombas de BFW (agua de alimentación de calderas)

I.6.5. Dimensiones del proyecto

Por su ubicación y por el tipo de actividades que se desarrollan en la región, Topolobampo ha sido considerada como un sitio adecuado para la construcción de una nueva planta para la producción de amoniaco.

Los terrenos propuestos para la planta colindan al sur, en forma discontinua, con el canal de descarga de aguas de enfriamiento de la Termoeléctrica de la CFE "Juan de Dios Batís" y con las instalaciones de la Terminal de Distribución de Gases Licuados (TGDL) de PEMEX. Hacia el suroeste colinda con el camino a las instalaciones de PEMEX y al noroeste con la carretera Topolobampo - Los Mochis. Al sureste colinda con la Bahía de Ohuira.

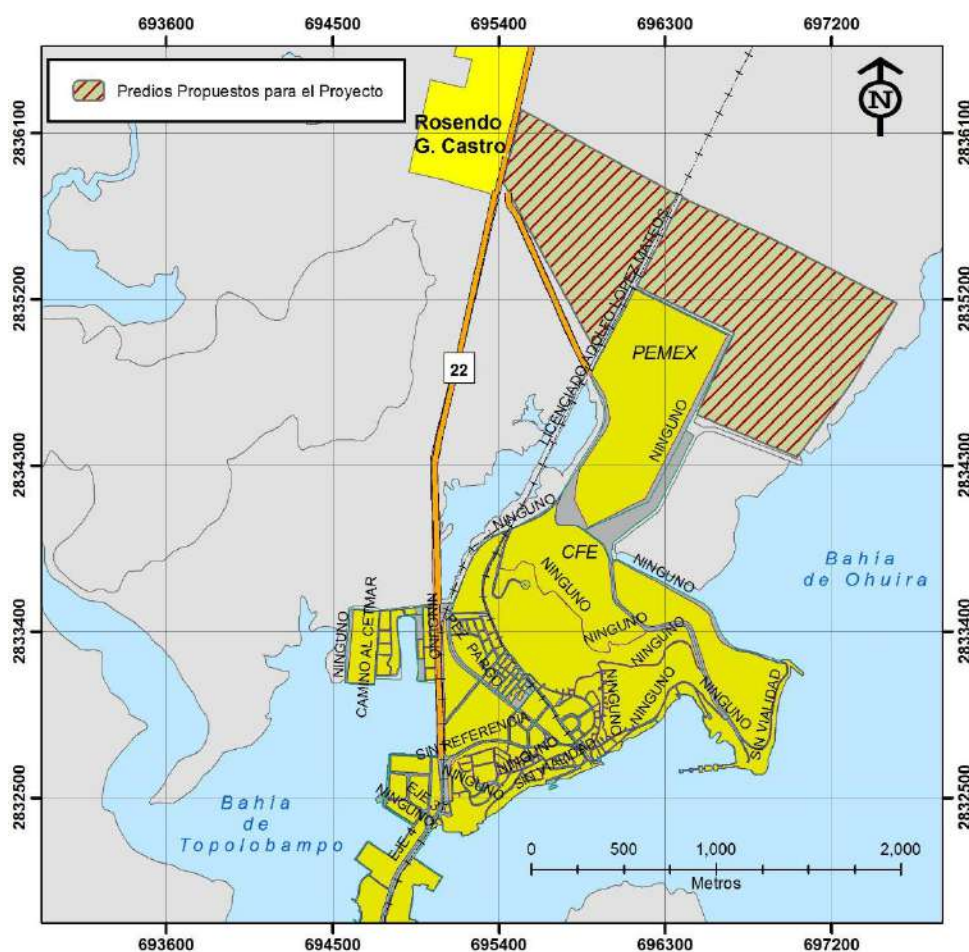


Ilustración 1 Ubicación de los predios del proyecto en relación con Topolobampo.

Los terrenos están divididos en dos secciones por el trazo de la vía del ferrocarril, con la extensión mayor en dirección a la Bahía de Ohuira. Estos terrenos no están en

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

colindancia directa con la zona urbana de Topolobampo, aunque en el extremo noroeste, al otro lado de la carretera, se encuentra la localidad Rosendo G. Castro, que posee una población de aproximadamente 670 habitantes. El amoniaco producido será embarcado desde una terminal que se construirá en el puerto, adonde llegará por medio de un amonioducto que correrá paralelo a las vías del ferrocarril

I.6.6. Descripción general del proceso

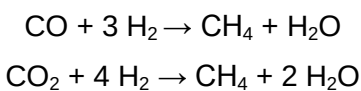
Para la producción de amoniaco en esta planta se utilizará gas natural.

El amoniaco es la materia prima para la elaboración de fertilizantes nitrogenados (urea, nitrato de amonio, fosfato diamónico, sulfato de amonio, entre otros), además de emplearse para aplicación directa.

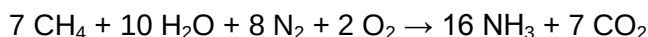
El amoniaco se elabora a partir de gas de síntesis y aire, el gas de síntesis se obtiene descomponiendo mediante catalizadores el gas natural mezclado con vapor de agua, el gas de síntesis tiene básicamente H_2 (hidrógeno) y CO_2 (dióxido de carbono), los que son separados, con el hidrógeno se sintetiza amoniaco (NH_3), utilizando el N_2 (nitrógeno del aire). Es importante recalcar que se utiliza todo el gas natural para elaborar gas de síntesis, no se desperdicia nada.

Obtención de amoníaco

El amoníaco se obtiene a partir del gas reformado separado del CO_2 . Se produce primeramente una etapa de metanización para convertir a metano las bajas proporciones que quedan de CO y CO_2 en circulación, dado que éstos interferirían en la acción del catalizador en la etapa final de síntesis del amoníaco



Luego de la metanización, el gas circulante se compone de aire, metano y vapor de agua, los cuales reaccionan con catalizador de hierro para formar amoníaco en estado gaseoso según:



El amoníaco gaseoso se condensa por enfriamiento y se separa del gas para almacenarlo a presión de unas 13 atmósferas. El amoníaco gaseoso remanente es recirculado al loop de síntesis.

I.6.6.1 Sustancias involucradas en el proceso

Gas Natural

La nueva compañía comprará el gas natural para el proyecto ya sea en cooperación con la Comisión Reguladora de Energía (CRE) o la nueva compañía establecerá su propia entidad para la adquisición y aprovisionamiento de gas directamente del gasoducto nor-noroeste.

El gas natural deberá estar disponible en julio 1 del 2016.

Sustancias Químicas.

A continuación se enlistan las sustancias químicas que se utilizarían en la planta:

1. Piperazina.
2. Amoniaco Anhidro.
3. Amoniaco en Solución.
4. Amerel 1500, Agente de Control de Espuma.
5. Nalco 3434 Precursor Biocida.
6. Nalco 73532 Biocida.
7. Hidróxido de Sodio.
8. Carbonato de Sodio.
9. Molibdato de Sodio.
10. Metaborato de Sodio.
11. Poliglicol.
12. dibromo con - 3 – nitrilopropionamida.
13. Nitrato de Magnesioanhidro - BIOSPERSE 250 MICROBICIDA.
14. Clorato de Sodio.
15. Cloruro de Sodio.
16. Ácido Sulfúrico.
17. Carbohidrazida.
18. Monóxido de Níquel.

19. Oxido de Aluminio.
20. Óxido De Zinc.
21. Catalizador 35-4.
22. Catalizador 35-8.
23. Catalizador 41-6.
24. Catalizador 57-4, -Monóxido de Níquel.
25. Catalizador 71.5.
26. Catalizador 74-1.
27. Catalizador 83-3.
28. Hidróxido de Sodio.
29. Nalco 8548.

Las hojas de datos de seguridad de cada una de las sustancias, se presentan en el Anexo 7.

En el **Anexo 7** se presentan las **Hojas de Datos de Seguridad** (HDDS) de cada uno de los productos, en donde se incluyen todas las características físico-químicas de los mismos, de acuerdo al formato que establece la **NOM-018-STPS-2000** Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo:

Los peligros según NFPA 704. “*Standard System for the Identification of the Fire Hazards of Materials*”, 1990, U.S.A. y los peligros a la salud de los trabajadores de acuerdo al sistema HIMS “*Hazardous Materials Identification System*”. De la Paint Coatings Association. Second edition, 1996, Chicago, USA.”

El riesgo de las sustancias depende de dos factores: el peligro y la cantidad. El peligro se encuentra dado por dos de los números empleados en el rombo de la NFPA y la cantidad cuidando de utilizar la misma unidad, que en este caso fue litros. A continuación se describen cada uno de los factores y finalmente se obtiene una tabla conteniendo los peligros, existencias y riesgos de las sustancias.

Las sustancias almacenadas en la empresa se relacionan a continuación por nombre cantidad de almacenamiento, forma de contención y riesgos de acuerdo al Código de la NFPA.

Tabla 5 Listado de sustancias (nombre cantidad de almacenamiento, forma de contención y riesgos de acuerdo al Código de la NFPA).

Nombre		Riesgos NFPA+HIMS			
		S	I	R	*
aMDEA		0	2	0	F
Amoniac Anhidro		3	1	0	H
Amoniac en Solución		3	1	0	H
Amerel 1500, Agente de Control de Espuma		--	--	--	--
Nalco 3434 (Precursor Biocida)		--	--	--	--
Nalco 73532 (Biocida)		--	--	--	--
Inhibidor de corrosión	Hidróxido de Sodio	3	1	1	C
	Carbonato de Sodio	2	1	0	B
	Molibdato de Sodio	--	--	--	--
Nalco 7348 (Poliglicol)		0	1	0	F
Biosperse 244		--	--	--	--
Biosperse 250 Microbicida		--	--	--	--
Drew 3025 Desinfectante	Clorato de Sodio	1	0	2	C
	Cloruro de Sodio	1	0	0	
Corrshiel MD 405	Molibdato de Sodio				
	Metaborato de Sodio	1	0	0	C
Drew 6006 (Correagente W/Clorato de sodio)		3	0	2	B
Eliminox (Secuestrante de Oxígeno)		2	0	0	C
Catalizador 11-4, 11-4 M (Monóxido de Níquel)					
Catalizador 23-8	Monóxido de Níquel				
	Oxido de Aluminio				
Catalizador 25-4 (Monóxido de Níquel)					
Catalizador 32-4 (Óxido de Zinc)					
Catalizador 35-4	Oxido de Potasio				
	Oxido de Calcio				
	Óxido de Hierro				
	Oxido de Aluminio				
	Oxido de Magnesio	1	0	0	
	Dióxido de Titanio				
Catalizador 35-8		2	1	0	
Catalizador 41-6	Oxido de Cobalto				
	Oxido de Molibdeno	2	0	0	E
	Oxido de Aluminio	2	1	0	X
Catalizador 57-4					

Nombre		Riesgos NFPA+HIMS			
Catalizador 71-5	Oxido de Cromo				
	Oxido Cúprico Negro				
	Óxido de Hierro Rojo				
	Grafito				
Catalizador 74-1	Oxido de Cobalto				
	Oxido de Calcio				
	Óxido de Hierro				
	Oxido de Aluminio.				
Catalizador 83-3	Óxido de Zinc				
	Óxido de Aluminio				
	Óxido Cúprico				
Hidróxido de Sodio		3	0	1	J
Estabilizador (etilenglicol)		1	1	0	

En la columna del asterisco normalmente se colocan los riesgos especiales, sin embargo como no procedía, se utilizó el espacio para indicar el equipo de protección personal indicado por la HIMS y obtenido de la NOM-018-STPS-2000. En el caso de las sustancias de las que no se cuenta con información en las HDDS, está en blanco.

Tabla 6 Equipo de Protección Personal Recomendado (Modelo Rectángulo).

Letra	Equipo
B	Anteojos de seguridad y guantes
C	Anteojos de seguridad, guantes y mandil
E	Anteojos de Seguridad, guantes y respirador de polvos
F	Anteojos de seguridad, guantes, mandil y respirador para polvos.
H	Goggles para salpicaduras, guantes, mandil y respirador para polvos y vapores.
J	Goggles para salpicaduras, guantes, mandil y respirador para polvos y vapores
X	Consulte con el supervisor las indicaciones especiales para el manejo de estas sustancias

CATALIZADORES

Los datos que se presentan a continuación para una planta de amoniaco de 2200 TMPD son preliminares y únicamente de carácter informativo, estando sujetos a cambios durante la fase de ingeniería.

Tabla 7 Listado de Catalizadores

Proceso	Tipo de Catalizador	Ingredientes
Hidrogenación (CoMo)	41-6T (Katalco)	Cobalto(II)-, Molibdeno(VI)-, Óxido de aluminio
Remoción de Azufre (ZnO)	Top 32-5 (Katalco)	Óxido de zinc
Reformador Primario	Top 25-4Q (Katalco); Bottom 57-4GQ (Katalco)	Óxido de níquel
Reformador Secundario	Top 23-8E (Katalco); Bottom 54-8Q (Katalco)	Níquel-, óxido de aluminio; Óxido de níquel
Shift Converter de AT	71-5 (Katalco); 83-3 (Katalco); 11-4 (Katalco)	Cromo (III)-, cobre-, óxido de hierro, grafito; Zinc-, Aluminio-, Óxido de cobre; Óxido de níquel
Metanización	11-4 (Katalco)	Óxido de níquel
Convertidor de Síntesis de NH₃		
Primera lecho (pre-reducido)	35-8 (Katalco)	Potasio-, Calcio-, Aluminio-, óxido de magnesio, dióxido de titanio
Segundo y tercer lechos (sin reducir)	35-4 (Katalco)	Potasio-, Calcio-, hierro-, Aluminio-, óxido de magnesio, dióxido de titanio

Los datos que se presentan a continuación están basados en la información disponible de la plantas de amoniaco que operan en Trinidad. Estos datos son preliminares y únicamente de carácter informativo, estando sujetos a cambios durante la fase de ingeniería.

Tabla 8 Lista de Químicos

INSUMO	NOMBRE
Químicos para Vapor	Fosfato de pH alto Fosfato de pH bajo Secuestrante de oxígeno Amina neutralizadora
Químicos para agua de mar de enfriamiento	Cloro DREW 3025 Cloro DREW 6006 Dispersante Microbiocida DREW 250 Microbiocida DREW 244 Dispersante 747A Corshield MD 4103
Químicos para sistema contra incendios	
Químicos para Agua Potable	Cortol
Químicos para Lavado de CO ₂	aMDEA Amerel

Se contará con los siguientes almacenes:

SUTANCIA	VOLUMEN (m ³)	TIPO DE CONTENEDOR
Ácido sulfúrico	22.7	Un Tanque
Sosa caustica	35	Un Tanque
Nitrógeno	50	Dos Tanques

El resto de las sustancias químicas para el tratamiento de aguas, estarán en un armario en el almacén.

Este almacén cumplirá con requerimientos de la normatividad que le aplique como (NOM-005-STPS-1998, NOM-114-STPS-1994, etc.), colocar tanto en el almacén como en los recipientes señalización, dividir el almacén de acuerdo a las sustancias compatibles en estibas o anaqueles separados, contar con alguno sistema de contención etc.

Electricidad

El aprovisionamiento de energía estará disponible mediante una línea de transmisión de 115 kV a partir de la termoeléctrica de Topolobampo.

Durante la operación normal de la planta se emplea un alternador de vapor que se utilizará para hacer la planta autosuficiente en energía. Este apartado se desglosa con detalle más adelante.

Agua

El agua estará disponible a partir de la planta desalinizadora integrada al proyecto. El vapor, aire de planta e instrumentos, Nitrógeno y agua desmineralizada se generarán dentro de los límites de la planta.

I.6.7. Infraestructura requerida

Para la operación de la planta, se requiere contar con un abasto garantizado de gas natural por ducto, para lo cual se requerirá la instalación de aproximadamente 1.1 kilómetros de tubería subterránea de acero al carbón de 18 pulgadas de diámetro para el transporte de gas natural, operando a 508 psig, desde la interconexión con el Gasoducto de 30" El Oro - Topolobampo hasta el interior de la planta de amoniaco. Dicho gasoducto será construido por **GAS Y PETROQUÍMICA DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.**

Se requerirá una línea de conducción de agua cruda proveniente de la Bahía de Ohuira para la producción de vapor y para enfriamiento, con una capacidad de flujo de 2,000 m³/hora.

Para la salida de agua de los procesos antes mencionados, se requerirá de una línea de salida de agua residual previamente tratada con condiciones particulares de descarga, hacia la Bahía de Ohuira, de aproximadamente 300 metros de longitud, con una capacidad de flujo: 1,400 m³/hora.

También, será necesario un amonioducto de 18" desde la planta de amoniaco hasta el muelle existente de PEMEX, de aproximadamente 3,000 metros de longitud.

Equipamiento de la planta

Lo siguiente será proporcionado a través de un contrato de ingeniería, equipamiento y construcción.

Instalaciones para la Producción de Amoniaco (ISBL)

1. Reformador
2. Calentadores
3. Intercambiadores
4. Reactores
5. Torres
6. Drums / Tanques
7. Compresores y Turbinas
8. Bombas
9. Filtros
10. Sistemas de Inyección
11. Mezcladoras
12. Eyectores

Instalaciones Externas y Servicios (OSBL)

1. Almacenamiento y embarque de Amoniaco
2. Unidad de Calderas
3. Planta de Aire
4. Planta de Nitrógeno
5. Sistema de Enfriamiento
6. Planta Desalinizadora
7. Sistema Desmineralizador
8. Sistema de Agua contra incendios
9. Sistema de Potabilización de Agua
10. Sistema de Aguas Residuales
11. Estación receptora de energía
12. Estación de Recepción de Gas

Edificios

Los siguientes edificios están incluidos:

1. Edificio de Control
2. Edificio de interruptores
3. Subestación
4. Bodega / Edificio Administrativo
5. Edificio de Mantenimiento
6. Estación de Bomberos / Enfermería
7. Comedor
8. Caseta de Acceso

Se proporcionará un tratamiento de aguas residuales adecuado.

Inclusiones

Lo siguiente se incluye en el suplemento de la planta:

1. Preparación del sitio e infraestructura
2. Cimientos
3. Estructura de acero
4. Equipo estático y rotatorio
5. Instrumentación
6. Sistema DCS/ESD
7. Equipo eléctrico tal como interruptores, paneles de control, motores así como, cables, iluminación, protección de la iluminación, etc.
8. Tuberías
9. Primera carga de lubricantes, catalizadores y químicos
10. Refacciones de entrada en operación

La calidad del amoniaco en el almacenamiento del producto, debe ser de acuerdo con las siguientes especificaciones:

	Sustancia	Unidad	Diseño
Temperatura de producción		°C	-33
Calidad (Composición):			
	NH ₃	% por peso	99.8
	H ₂ O	% por peso	0.2
	Aceite	ppm por peso	5.0

Red Interna de Gas Natural

El gas natural será entregado por medio de la Estación de Regulación y Control dentro del predio hasta la Planta de Producción de Amoniaco (separadora), por medio de una

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

red interna de acero al carbón de 10" D.N y a una presión de 500 psi. Dicha presión se incrementará a 600 psi mediante una estación de compresión.

Las válvulas y conexiones cumplirán con los estándares ASME/ANSI.

El incremento de presión se hace en escalón, a través de 2 etapas de compresión, en donde en cada una de ellas, el gas natural es filtrado primero, eliminando humedad e impurezas a través de filtros coalescentes.

La tubería de gas corre en forma aérea sobre racks de estructura metálica para alimentar los diferentes equipos del proceso.

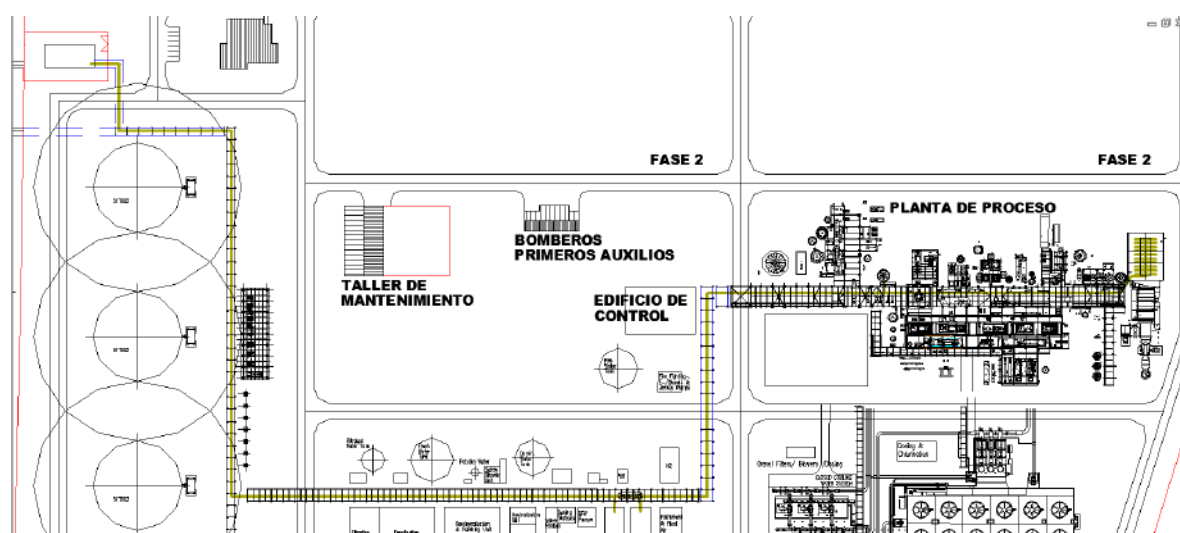


Ilustración 2 Red interna de gas natural



Ilustración 3 Ejemplo de estación de medición y regulación.

I.6.8. Tanques de almacenamiento

La disponibilidad de materias primas, combustibles y el almacenamiento de productos finales es crítico en casi todos los campos de la industria. Generalmente, se utilizan tanques grandes para materias primas, combustibles y productos finales. Se utilizan tanques y recipientes pequeños para almacenar temporalmente productos en proceso. Para conservar las sustancias y garantizar la estabilidad y seguridad del proceso de producción, es importante mantener la temperatura interna del tanque entre ciertos límites de temperatura.

El proyecto de la planta considera tener una capacidad de almacenamiento de 75,000 toneladas métricas, por medio de la construcción de tres tanques refrigerados de 25,000 toneladas métricas cada uno, que se ubicarán sobre una losa de concreto armado elevada (Ver Capítulo 2 de la MIA).

De igual manera, el resto de los centros de almacenamiento que se construyan dentro de la planta (para materias primas, reactivos, agua, etc.) serán diseñados bajo estrictas condiciones de seguridad y conforme la normatividad legal y constructiva aplicable.

La planta contará con 3 tanques criogénicos para almacenamiento de amoniaco, de 25,000 toneladas de capacidad cada uno y temperatura de -33°C .

Los tanques de almacenamiento se localizan al aire libre, por lo que es importante seleccionar un material con una baja conductividad térmica y excelentes propiedades repelentes al agua.

Para el almacenamiento de amoniaco anhidro, se instalarán 3 tanques con capacidad total de 25,000 toneladas métricas, de acuerdo a los códigos de construcción que les aplique y normas de construcción de Pemex para tanques atmosféricos.

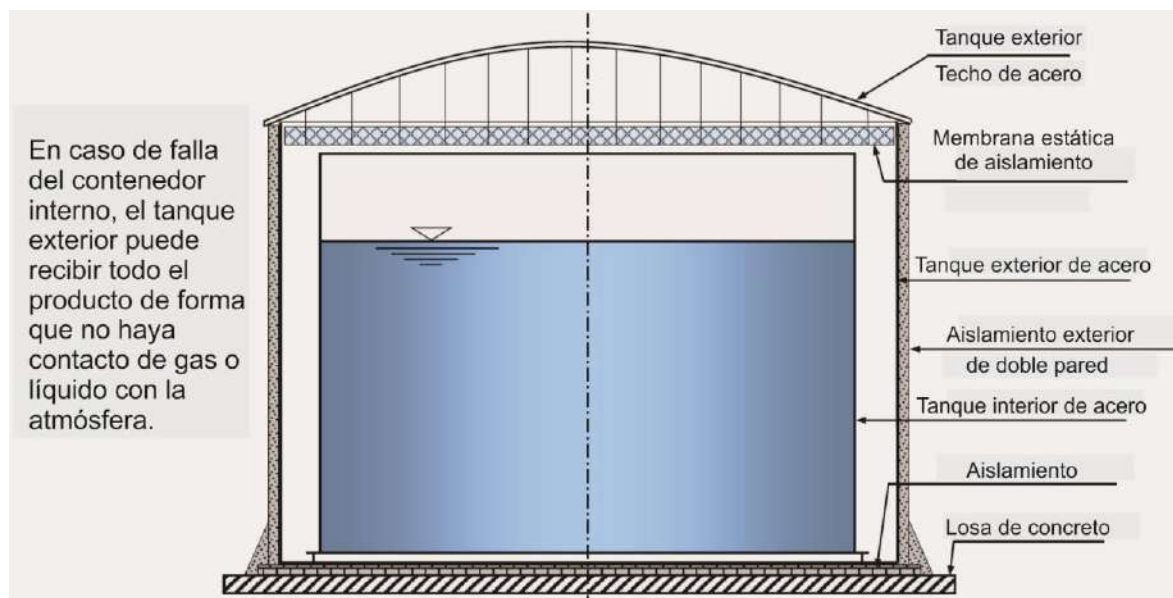


Ilustración 4 Tanque de almacenamiento de contención completa

Se utilizarán 3 tanques de 25,000 toneladas métricas de capacidad cada uno, que miden aproximadamente 45 m diámetro x 23 m altura máxima líquida más aproximadamente 1.5 m para la altura total.

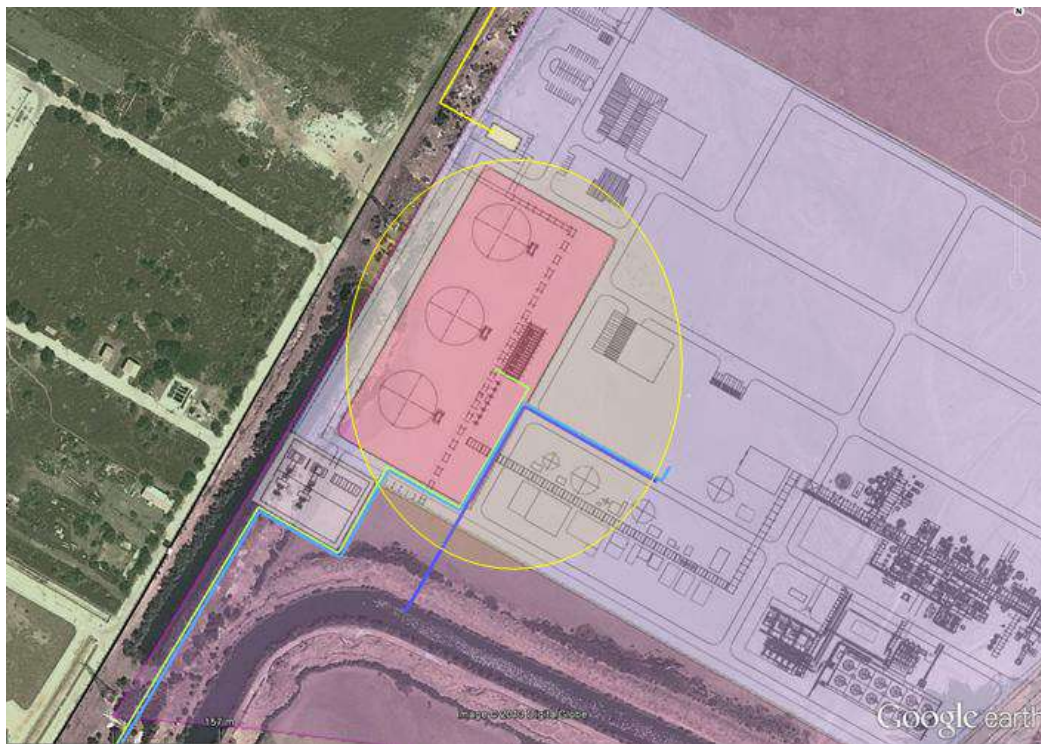


Figura 3 Ubicación de la granja de tanques de almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento, serán diseñados con techos de domo atmosférico auto soportado, con pared doble. Recibirán el amoniaco liquido por la parte superior del tanque, mientras que el vapor que se genere dentro de los mismos, será conducido por tuberías hacia la unidad de refrigeración, la cual acondicionará el amoniaco en forma líquida de nuevo y lo retornará por otro sistema de tuberías, a los tanques de almacenamiento y el excedente a un sistema de quemador elevado. De igual manera, se tendrán otras tuberías de retorno desde la zona del muelle, para regresar amoniaco liquido desde la tubería de carga de los buques, que contarán con válvulas de control de flujo hacia los mismos.

Los tanques de almacenamiento serán del tipo cilíndrico-verticales atmosféricos, de doble pared, techo fijo y membrana estática de aislamiento, y contarán con un aislamiento en la base para conservar la temperatura. Asimismo, contarán con alarmas de alto y bajo nivel, sistema de tele medición, alarmas mecánicas sonoras, pisos de concreto alrededor, válvulas de bloqueo pegadas al tanque, sistema de llenado por el fondo.

Los tanques presentan en el exterior un material aislante con el fin de minimizar la entrada de calor desde el ambiente. Las paredes de los tanques son metálicas (acero al 9% de Ni). Estas son capaces de contener en su totalidad una eventual fuga de amoniaco.

La tapa del depósito interior la constituye un techo suspendido de la cúpula del exterior por medio de tirantes. Este techo suspendido permite mantener la temperatura interior del tanque. El techo suspendido está aislado, por el lado de la cúpula, con una manta de fibra de vidrio.

Debido a las características de los tanques de almacenamiento, las cuales funcionan como contenedores de cualquier fuga o derrame que se dé. Cabe señalar que de acuerdo a la NOM-005-STPS-2010, se menciona que en los centros de trabajo donde se almacenen sustancias químicas peligrosas es necesario contar con un sistema de contención.

Todos los tanques que almacenarán Amoniaco se encontrarán clasificados, de acuerdo a la Guía de Clasificación de Riesgos, de la siguiente manera:

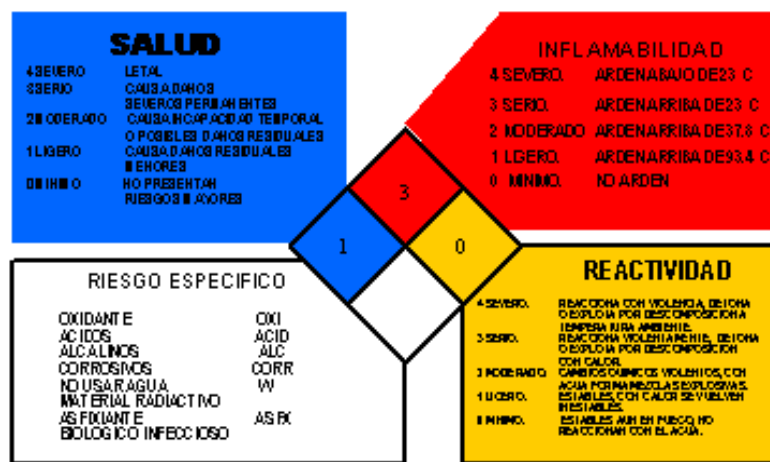


Figura 4 Código de NFPA 704 ó NOM-114-STPS-1994.

La planta contará así mismo, con un sistema de tele medición con monitoreo en computadora y alarma sonora.

La instrumentación en cada tanque, consistirá de un sistema de detección de fugas en el fondo del mismo, medidores de presión (alta y baja), nivel del producto (alto y bajo) y temperatura.

I.6.9. Obras de toma de agua de mar

Ducto de transporte de agua cruda

El sistema de succión y transporte de agua de mar, considera la instalación de una tubería de fibra de vidrio, con diámetro estimado de 24", con un largo aproximado de 1,150 metros. Su capacidad de flujo será de 2,000 m³/h de agua de mar, con un tiempo de operación de 24 horas. La tubería irá montada en un rack a unos centímetros del suelo, la cual después del proceso, el agua de mar empleada para enfriamiento utilizada se descargará al mar a través del mismo canal que actualmente utiliza la CFE para ese fin. Junto con esta agua se descargará la proveniente de la planta desaladora y la de la planta de tratamiento de aguas residuales.

La tubería será de fibra de vidrio impregnada con resina epóxica curada con aminas aromáticas o ciclo-alifáticas. Este sistema de resina termoestable posee una resistencia superior a la corrosión, junto con excelentes propiedades mecánicas, físicas y térmicas, además de ser químicamente resistente y apropiada para las condiciones y características del fluido a transportar (agua de mar).

Este tipo de tubería tiene una vida útil de 50 años. El rango de presión estándar para éste tipo de tubería es inferior a 500 psi.

Se deberá realizar una prueba hidráulica previo al inicio de operaciones del ducto. Toda la tubería, accesorios y conexiones, deben probarse hidrostáticamente.

En los cambios de dirección se deben evitar el uso de codos, siempre que la geometría del derecho de vía lo permita, y aprovechar al máximo la flexibilidad de la tubería, considerando el radio de curvatura.

La tubería de fibra de vidrio, tiene las siguientes ventajas, con respecto a otros sistemas de ductos convencionales:

- Es durable y resistente a la corrosión tanto interna como externa.
- No requiere protección catódica
- Es tubería ligera y fácil de manejar sin necesidad de maquinaria pesada
- No requiere aplicación de pintura para conservación

Se tramitarán ante la Comisión Nacional del Agua (CNA) los Títulos de Concesión de Aprovechamiento y Descarga, tanto para la toma de agua como para la descarga de agua al mar.

El agua de mar utilizada en el proceso llegará a través de un canal que viene de la bahía de Ohuira, utilizado por la planta de C.F.E.



Figura 5 Trazo de la instalación de la toma de agua de mar

Se construirá al lado del canal de toma de C.F.E. una plataforma o cárcamo con equipo de bombeo, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 6 Ejemplo de una plataforma con equipo de bombeo.

I.6.10. Descarga de agua al mar

Ducto de transporte de agua de descarga

El sistema de descarga de agua de mar de retorno, considera la instalación de una tubería superficial, construida con fibra de vidrio, con diámetro estimado de 10" y con una longitud aproximada de 300 metros. Las especificaciones de ésta tubería serán similares a las descritas para la tubería de toma de agua de mar.

La tubería descargará al mar 1,400 m³/h de agua residual procedente de la planta, con las siguientes características de salinidad:

Salinidad del agua de salida (outfall):

$$\begin{aligned}\text{Salinidad} &= \text{Salinidad de entrada} \times 1.795 \\ &= 41 \text{ (según datos de la caracterización)} \times 1,795 \\ &= 73,6 \text{ PPT}\end{aligned}$$

Cabe recalcar que el agua residual se compone de:

- Agua del sistema de enfriamiento
- Agua del sistema de desmineralización
- Agua del sistema de desalinización
- Agua de suministros



Figura 7 Trazo de la instalación de la descarga de agua de mar

I.6.11. Crecimiento a futuro.

Se tiene contemplada una ampliación de la planta a corto plazo para la instalación de llenaderas para autotanques y de llenaderas para carrotanque de ferrocarril. Así mismo se pretende construir un área de producción de Urea. Con dicho propósito se adquirirán los predios necesarios para reservar el crecimiento de las instalaciones a futuro.

De igual forma, se tiene considerada la posibilidad de construir un muelle de carga a un costado de la planta, para optimizar la operación de transporte. Al ampliarse las instalaciones, se requerirá una nueva red interna de gas natural, por lo que será necesario instalar una segunda caseta de medición y regulación.



Figura 8 Ejemplo de área de llenaderas para carrotanque de ferrocarril.

I.7 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL.

I.7.1. Dimensiones del proyecto

De acuerdo con los datos de campo, la longitud del gasoducto será de 1,111 metros, aproximadamente, desde la Estación de Medición y Regulación del punto de interconexión con el Gasoducto de 30" El Oro - Topolobampo., hasta la caseta de medición y regulación en el interior del predio industrial de la Planta de Amoniaco.

La Estación de Medición y Regulación del punto de interconexión (C.F.E.), ocupará una superficie aproximada de 1 ha, mientras que la Caseta de Medición y Regulación y Control de gas natural en la planta, ocupará una superficie aproximada de 800 m² (40 x 20 m).

Para la **construcción, operación y mantenimiento** del ducto de 18" será necesario una **Franja de Desarrollo** (que de acuerdo con la modificación a la Norma Oficial Mexicana **NOM-007- SECRE-2010**, de fecha 11 de febrero de 2011, sustituye el término **Derecho de Vía**) tanto temporal como permanente de **8 metros** de ancho (De 254 mm a 457.2 mm (10" a 18").

En la misma norma se indica la Separación de ductos con otras instalaciones, la cual a letra dice “Para paralelismo o cruces la separación mínima entre un ducto de transporte con cualquier otra estructura, debe tener un radio mínimo de 30 cm entre dichas estructuras exceptuando con las líneas eléctricas, donde la separación debe ser de 1 m.”

I.7.2. Operación Normal.

Se desarrolló un Procedimiento de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias (Anexo 2) para el gasoducto, que a continuación se describen algunos puntos.

El Operador del sistema de transporte llevará a cabo las inspecciones de rutina del equipo y del gasoducto, por lo menos semanalmente, para asegurar la confiabilidad del sistema, registrando los valores de proceso. Estas inspecciones, tanto de recibo, como de despacho de gas deben incluir la inspección de:

1. Medición de flujo
2. Nivel de ajuste de presión de los reguladores (Punto de ajuste)
3. Presión en la línea
4. Temperatura

I.7.2. Desviaciones en la Operación Normal

- A. El personal de operación debe reportar inmediatamente cualquier condición anormal del sistema de transporte de gas o en un segmento del mismo, incluyendo cambios en la presión de operación, temperatura o condiciones de flujo.
- B. Cuando se detecte alguna desviación de los parámetros de operación normal o la suspensión del servicio, se deben emprender acciones correctivas, por parte del Operador. Las acciones para atender dichas situaciones, pueden incluir:
 1. Paro no intencional
 - a) *Verificar* la extensión de la falla. Revise el gasoducto y verifique la extensión de la operación anormal (si es en una de las estaciones, ambas o en el ducto).
 - b) *Filtros*. - Verificar la presión diferencial en los filtros, para detectar que no estén bloqueados. La diferencia máxima permitida es de 5" H₂O, un valor superior requiere revisar o cambiar los internos del filtro.
 - c) *Válvulas de corte*. Verificar que las válvulas de corte no hayan sido operadas sin autorización, o que se encuentren en una posición diferente a la normal de operación.

- d) *Válvulas de Cierre Automático*-. En caso de que el sistema cuente con este tipo de válvulas, verificar que éstas se encuentren en la posición abierta (“open”). De haberse actuado la válvula de Cierre Automático tendrá que verificar las condiciones del sistema, verificar los puntos de ajuste por alta y baja presión. En caso de ser por alta presión se deberá revisar los reguladores de las dos líneas, en caso de ser por baja presión se deberá verificar el sistema para comprobar la no existencia de fugas.
 - e) *Descarte presencia de fuga*. Verificar si el medidor instalado en la transferencia de custodia, muestra un volumen anormalmente alto, si esto es positivo, puede ser la indicación de una fuga mayor en el gasoducto y se debe proceder a ejecutar el procedimiento de emergencia.
 - f) *Descarte corte del Suministro*. Si el medidor instalado en la transferencia de custodia, muestra un flujo bajo o nulo, verifique que el suministro del transportista no haya sido suspendido.
 - g) *Reguladores*. Verificar que el regulador no haya cerrado o fallado, de ser así:
 - Inicie el servicio por medio del bypass o del regulador de respaldo, con la presencia constante de un Operador.
 - Proceda a revisar el regulador y repárelo de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y a los procedimientos de operación de los reguladores.
 - Reparado el regulador, póngalo nuevamente en servicio y proceda a cerrar el bypass.
2. Relaciones de flujo anormalmente altas:
- a) Realizar una inspección de fugas, de acuerdo a los procedimientos incluidos en éste manual.
 - b) Inspeccionar la exactitud del medidor, verifique por medio de la prueba de ajuste a cero.
 - c) Solicitar la calibración del medidor (si aplica), si se confirma que no hay un uso anormal del combustible, y tampoco existen fugas en la línea.
3. Presión de ajuste de reguladores anormalmente alta:
- a) Verificar si el flujo es extremadamente bajo, ya que los niveles de flujo bajo pueden ocasionar un incremento del 20% en la presión.
 - b) Si los flujos están en rangos normales, introduzca en operación la línea de control de respaldo (línea de regulación secundaria o bypass) para continuar suministrando el servicio a los usuarios, al tiempo que cierra la válvula de bloqueo de la salida de la línea de regulación primaria.
 - c) Regular con el bypass o el regulador de respaldo, la presión deseada de suministro a los usuarios.
 - d) Ajustar la presión de salida (Set-Point) de los equipos en la línea primaria de control, revise que la operación del regulador,

responda a dichos ajustes, y cuando este seguro que opera adecuadamente, abra la válvula de salida bloqueando el bypass. Observe el comportamiento del regulador durante 4 horas mínimo, a fin de que la operación del mismo sea confiable.

- e) Si el dispositivo de control no responde a los ajustes de presión del punto de ajuste, puede ser que la falla se encuentre en el regulador o en el piloto del regulador.
- f) En ese caso, meta en operación la línea de control secundaria o el bypass y bloquee el regulador dañado, purgue la presión del regulador añado y proceda a revisar los internos buscando daños o exceso de suciedad, repare de acuerdo a las instrucciones del fabricante y póngalo a servicio nuevamente.
- g) En condiciones normales el bypass del regulador debe ser asegurado con un candado para evitar que alguien lo actúe en forma insegura.

4. Nivel de presión errático en el regulador

- a) Si el patrón de flujo normal del sistema es constante, entonces fluctuaciones erráticas en la presión son indicativas de un regulador defectuoso o en mal estado. Abra el regulador alterno o el bypass y bloquee la tubería del regulador principal, inspeccione el piloto y el regulador para localizar daños o desgaste, reemplazar las partes defectuosas según las especificaciones del fabricante.

5. Desfogue de válvula de seguridad

- a) Verifique la causa del relevo de la válvula de seguridad.
- b) *Falla del regulador.* Si el regulador falla abierto o se comporta de manera errática, se deben tomar las acciones para corregir su operación o reparar el regulador de acuerdo a los procedimientos de operación de reguladores. Una vez corregida la operación, la válvula de seguridad debe cerrar. Si esto no sucede, la válvula de seguridad debe ser sustituida por otra recientemente calibrada, de la misma capacidad, y se debe dar mantenimiento a la válvula retirada.
- c) *Falla de la válvula de seguridad.* Si la válvula de seguridad permanece abierta cuando las condiciones de operación son normales, se debe retirar la misma para su revisión, mantenimiento y calibración (antes de reintroducirla en servicio). En el caso de que la falla subsista, se debe sustituir la válvula, por otra recientemente calibrada y de la misma capacidad.

C. **Notificación de Operaciones Anormales.** Cualquier situación anormal de operación (relevos, operación de cualquier dispositivo de seguridad, cierre de válvulas, paros no programados, Incrementos o disminuciones en la presión o en el rango de flujo fuera de los límites de operación normal, errores humanos que pudieran resultar en un riesgo para las personas o la propiedad pérdida de

comunicaciones, etcétera) debe ser notificada al personal responsable de la operación del gasoducto.

- D. Al recibir alguna notificación, el personal operativo acude a la brevedad al sitio donde se presenta la condición anormal y debe dar una solución inmediata, que permita controlar la situación anormal y restablecer los parámetros de operación normales.
- E. Controlada la situación que haya representado una desviación a las condiciones normales de operación, debe reportar la misma e indicar las medidas correctivas inmediatas que fueron tomadas para el control de la situación anormal y aquellas medidas de seguimiento que deban darse.
- F. Se debe efectuar una revisión de las variaciones de la operación normal después de que han terminado las operaciones anormales. Esto debe realizarse las veces que sea necesario, principalmente en las localizaciones críticas del sistema para determinar su integridad y operación segura.

I.7.3. Filtrado

- A. La revisión de la presión diferencial a través del filtro y el purgado del mismo, debe verificarse mensualmente, en condiciones normales. La Compañía determina si la frecuencia de las inspecciones y purgas debe incrementarse, si se encuentra que el gas contiene gran cantidad de sólidos o impurezas que provoquen que la presión diferencial a través del filtro se incremente arriba de 5" H₂O.
- B. Si la presión diferencial a través del filtro, continúa está por arriba de 5" H₂O, después de las purgas de limpieza, debe programarse su mantenimiento. La Compañía debe fijar la fecha del mantenimiento en función de la severidad del problema.
- C. Para sacar de operación el filtro, debe abrirse la válvula del bypass y cerrar las válvulas de corte instaladas aguas arriba y abajo del filtro.
- D. Para dar mantenimiento al filtro, se deben seguir las instrucciones del fabricante.
- E. Para poner en servicio el filtro, debe cerrarse la válvula del bypass y abrir las válvulas de corte instaladas aguas arriba y abajo del filtro.
- F. La Compañía determina si la frecuencia de las inspecciones y purgas debe incrementarse, si se encuentra que el gas contiene gran cantidad de sólidos o impurezas.

I.7.4. Medición

- A. Los equipos instalados para efectuar la medición de flujo, deben permitir que ésta se realice en forma continua y con el mínimo margen de error (máximo 2%).
- B. En el caso de los medidores y sus equipos accesorios (computadores de flujo, correctores de volumen, manógrafos, graficadores, etc.) instalados en las estaciones de medición / regulación de transferencia de custodia, las calibraciones y actividades de mantenimiento deben realizarse conforme a los acuerdos de medición o contratos establecidos con el transportista propietario del ducto de transporte, con el cual se ha realizado la transferencia de custodia. El transportista debe ser notificado, por escrito, del Programa de Operación y Mantenimiento para dicha estación.
- C. Para los equipos de medición y sus instrumentos accesorios, instalados en las estaciones de medición y regulación, las calibraciones y actividades de mantenimiento deben realizarse conforme al Programa de Operación y Mantenimiento, establecido por la Compañía.
- D. En el caso de los equipos de medición instalados en la estación hacia la planta, en caso de existir discrepancias entre la medición del transportista y la planta, deberá verificarse instalación, operación y calibración.
- E. La exactitud de los equipos de medición y sus accesorios, debe verificarse periódicamente, con la finalidad de garantizar la exactitud de la medición. Deberán emplearse instrumentos calibrados y trazables a instancias de terceros como la Entidad Mexicana de Acreditamiento (EMA). La ejecución de las calibraciones es responsabilidad de la Compañía o de un tercero designado por la misma.
- F. Todos los medidores deben ser inspeccionados, cada que el operador haga su recorrido en la estación, para verificar que las partes móviles se encuentren girando libremente. En caso de detectar no giro o existe un sobregiro, se procederá a realizar el mantenimiento correspondiente.
- G. La verificación del nivel y condición del aceite o grasa lubricante debe hacerse mensualmente, el aceite lubricante cambia de color cuando está muy usado o contaminado.

I.7.5. Regulación

- A. Las operaciones de paro y arranque de los reguladores, deben estar de acuerdo con

las instrucciones del fabricante incluyendo las que se requieren para cada uno de los equipos y a los procedimientos de operación de reguladores desarrollados y aprobados. El Operador debe estar familiarizado con cada uno de los procedimientos antes de proceder al paro y arranque de los equipos.

- B. Las unidades reguladoras instaladas para las operaciones de control de presión, son operadas por un resorte/piloto. El Operador revisa, repara o reemplaza (de ser necesario) en cada regulador instalado:
- 1.- Que las conexiones de tubería utilicen cinta teflón en las uniones.
 - 2.- Que las conexiones de tubing sean de acero inoxidable. Las conexiones de tubing deben inspeccionarse buscando deformaciones o cuerdas barridas y se deben reparar o cambiar antes de su reinstalación.
 - 3.- Que cualquier tubería defectuosa o conexión de tubing dañada o defectuosa debe ser reemplazada y la pieza retirada, descartada.
- C. Las válvulas reguladoras de presión deben ser inspeccionadas una vez cada 3 meses y recibir un mantenimiento mayor anual. La inspección de la reguladora debe incluir la revisión de la estabilidad de la presión regulada, después de una variación en el punto de ajuste (punto de ajuste) de 10% arriba y abajo de la presión de operación, y el tiempo que tarda en regresar al punto de ajuste de la presión de operación original. También se debe incluir la inspección a los internos de la válvula para ver si existen daños. Todas las piezas que se encuentren dañadas deben ser reemplazadas de acuerdo a los procedimientos de operación del regulador.

I.7.6. Operaciones de arranque del regulador.

- A. En general, un procedimiento de arranque para un regulador de presión, es el siguiente (refiérase al manual del fabricante para mayor información específica):
1. Asegúrese de que todas las tuberías y conexiones de tubing se encuentren firmemente apretados.
 2. Coloque el punto de ajuste de presión (Set-Point) en la posición mínima o en arranque (START).
 3. Lentamente, abra la válvula de corte aguas arriba a del regulador.
 4. Lentamente, abra la válvula de corte aguas abajo del regulador.
 5. Ajuste la presión del regulador (Punto de ajuste) de la línea primaria.
 6. Si se está arrancando el gasoducto, mantenga cerradas las válvulas de corte de la línea secundaria o bypass. Si el ducto está en operación, cierre lentamente la válvula de la línea secundaria o del bypass, verificando que la presión se mantenga.
 7. Ajuste el Punto de ajuste de presión, para el ajuste fino a la presión normal

de operación.

8. Verifique la estabilidad en la operación del regulador.
9. Si se cuenta con una línea secundaria de regulación, repita los pasos anteriores y ajuste el Punto de ajuste de ésta línea a una presión ligeramente menor que la de la línea primaria. Considérese un diferencial de 5 a 10 psi (34.47 kPa a 68.95 kPa) entre ambas líneas.
10. Inspeccione todas las conexiones para buscar fugas.

I.7.7. Operaciones de paro del regulador.

- A. En general, un procedimiento de paro para un regulador de presión, es el siguiente (refiérase al manual del fabricante para mayor información específica):
 1. Si la caseta cuenta con dos líneas de control, baje el punto de ajuste del regulador de la línea que será puesta fuera de operación, verifique que el otro regulador mantiene el suministro en condiciones controladas.
 2. Si la caseta cuenta con una sola línea de control, abra el bypass del regulador lentamente y ajuste manualmente el punto de ajuste de presión, hasta un valor ligeramente inferior al del regulador.
 3. Baje el punto de ajuste del regulador de la línea que será puesta fuera de operación, verifique que la presión se mantenga en el bypass.
 3. Cuando el regulador cierre, el control de presión es a través del bypass.
 4. Lentamente cierre la válvula de bloqueo de salida del regulador.
 5. Lentamente cierre la válvula de bloqueo de entrada al regulador.
 6. Inspeccione la tubería de bypass y conexiones para ver si existen fugas.
 7. Despresurice el regulador por medio de la válvula de venteo.
- B. Cuando se de mantenimiento a un regulador, el venteo se debe mantener abierto monitoreando siempre con su explosímetro la concentración, para prevenir que en el caso de falta de sello en una de las válvulas de bloqueo, pueda existir un incremento de presión.

I.7.8. Válvulas de relevo

- A. Las válvulas de relevo o alivio de presión, deben ser seleccionadas e instaladas de manera que permitan prevenir una sobre presión en el sistema de gas, en caso de que el regulador falle o sea muy lento en su cierre.
- B. Las válvulas de relevo que empiecen a fugar a una presión menor del punto de ajuste, deben ser reemplazadas y reparadas inmediatamente. Para las actividades específicas de mantenimiento y reparación, refiérase al manual del fabricante.
- C. *Prueba de dispositivos de relevo de presión.* Las válvulas de relevo de presión (excepto discos de ruptura), deben ser probadas en sitio en forma anual, para asegurar la operación adecuada, en el punto de ajuste de la válvula, de acuerdo a lo requerido por la NOM-007-SECRE-2010 y el API RP 521 y al mismo tiempo, determinar si esta cuenta con suficiente capacidad para limitar la presión hacia las instalaciones aguas abajo de la misma.
- D. *Cualquier válvula de relevo que falle en su operación al alcanzar el punto de ajuste establecido debe ser reajustada o de requerirse, reemplazada. Las válvulas de*

bloqueo, instaladas bajo las válvulas de relevo, deben ser inspeccionadas también y deben mantenerse en la posición abierta, por medio de un candado que evite sea cerrada.

IMPORTANTE

Bajo ninguna circunstancia se debe cerrar la válvula de corte instalada bajo la válvula de seguridad, mientras el sistema se encuentre en operación.

Cuando la válvula de seguridad sea desmontada de su lugar, un Operador debe estar presente todo el tiempo, vigilando la presión de descarga de regulación, preparado para cerrar la válvula de emergencia, en caso de un aumento de presión por arriba de la MPOP.

- E. En caso de que no sea posible hacer las prueba en sitio, se permite llevar a cabo pruebas a los dispositivos en un sitio fuera de su localización. En estas circunstancias, debe mantenerse al personal operativo supervisando todo el tiempo la operación del gasoducto, hasta la reinstalación de la válvula o en su caso se puede instalar una válvula de igual capacidad, debidamente calibrada.
- F. En caso de no poder probar las válvulas de seguridad, se debe revisar y calcular la capacidad requerida del dispositivo de relevo a intervalos que no excedan de quince meses pero, como mínimo, una vez cada año calendario, y comparar estas capacidades requeridas con la capacidad de relevo del dispositivo o experimentalmente determinada para las condiciones de operación bajo las cuales trabaja.
- G. Después de los cálculos iniciales, no se requieren cálculos subsecuentes, si la revisión de documentos indica que los parámetros no han cambiado de una manera que ocasione que la capacidad sea menor a la requerida.
- H. Todas las válvulas de relevo deben:
 - 1. Tener una placa indicando el fabricante, fecha de prueba, tamaño y capacidad de relevo.
 - 2. No debe ser utilizada si no ha sido probada y no se le ha dado mantenimiento.
 - 3. Las pruebas de las válvulas, se realizará de acuerdo a lo especificado por el fabricante.
 - 4. Las válvulas de relevo que no son colocadas inmediatamente en servicio, deben tener selladas las aberturas de entrada y salida, y deben ser almacenadas en un lugar libre de polvo y humedad.
- I. Prevención de incendios accidentales. Derivado de una previa valoración del riesgo, se deben instrumentar las medidas de seguridad aplicables para minimizar el peligro de un incendio accidental en áreas donde la presencia de gas constituya un riesgo de fuego o explosión. En éstas áreas se deben tomar en cuenta las siguientes medidas:
 - 1. Cuando un volumen de gas es liberado al aire, se debe tener cuidado de retirar del área cualquier fuente potencial de incendio y contar con el equipo adecuado en caso de emergencia.
 - 2. La soldadura o corte eléctrico o con gas, no se debe realizar en el tubo o en componentes de tubo que contengan una mezcla explosiva de gas - aire en el área de trabajo.

I.7.9. Válvulas de bloqueo

- A. Las válvulas de bloqueo deben ser operadas, parcialmente, y lubricadas (cuando aplique) en forma rutinaria.
- B. Las válvulas de bloqueo para seccionamiento, y aquellas que se puedan requerir durante una emergencia, se deben inspeccionar y verificar su operación en función del programa de mantenimiento preventivo y correctivo que se desarrollará en su momento. De igual manera, deben ser inspeccionadas los accesos ellas, para verificar que son adecuados. Preferiblemente la inspección de las válvulas debe coincidir con el recorrido para detección de fugas. Se deben engrasar de manera rutinaria.
- C. Las válvulas de bloqueo de la tubería al regulador y a la medición, deben ser probadas en conjunto con el mantenimiento al regulador.
- D. Las válvulas de bloqueo de la línea de transporte, empleadas como de emergencia, deben ser probadas durante la operación de flujo normal, siguiendo el procedimiento siguiente:
 - 1. Utilice el manómetro existente aguas abajo de la válvula a ser probada.
 - 2. Cierre lentamente la válvula de bloqueo.
 - 3. Observe la presión después de la válvula, vigilando la caída de presión, solo hasta un 20% abajo de la presión de operación (verifique el sello y operación).
 - 4. Abra la válvula de bloqueo y regresar a la presión normal de operación.
- E. Cualquier válvula de bloqueo que presente fuga debe ser reportada y tenerse en cuenta para su cambio, en el próximo paro de la línea.
- F. Si más del 50% de las válvulas presentaran fugas, la línea debe de sacarse de servicio inmediatamente, y reparar o cambiar las válvulas dañadas.

I.7.10. Válvulas de Cierre Automático - Operación

- A. Todas las válvulas de cierre automático deben operarse conforme a los requerimientos y especificaciones del fabricante. Sin embargo, de manera general, en este apartado se describen aspectos generales de su operación y mantenimiento.
- B. El Operador debe estar familiarizado con cada uno de los procedimientos antes de proceder al paro y arranque de los equipos.
- C. La revisión de los mecanismos de cierre automático, debe realizarse anualmente, verificando el funcionamiento del mecanismo del actuador y el sello de los elementos de cierre.
- D. Debe efectuarse periódicamente un mantenimiento preventivo de las válvulas de cierre automático.

I.7.11. Dispositivos especiales (Operación)

- A. Se define como dispositivo especial, a todos aquellos equipos, accesorios o elementos (mecánicos, eléctricos, electrónicos, neumáticos o hidráulicos), así como sus métodos y procedimientos operativos y de mantenimiento, que son instalados o aplicados con base a requerimientos especiales de diseño o por requerimiento, expreso, del usuario o alguna autoridad. Ejemplos de éste tipo de dispositivos pueden ser: Cromatógrafos, Válvulas sísmicas, Filtros Especiales, etc.
- B. La operación de los equipos especiales, debe estar de acuerdo con las instrucciones del fabricante del mismo. El Operador debe estar familiarizado con cada uno de los procedimientos emitidos por el fabricante, antes de proceder al paro y arranque de los

equipos.

- C. Es responsabilidad de **GAS Y PETROQUÍMICA DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.**, proporcionar a su personal el entrenamiento, capacitación, herramental, refacciones, manuales y cualquier otro requerimiento necesario para operar los equipos con seguridad y de manera adecuada.

I.8 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE AMONIAO

El sistema de transporte de amoniaco, permitirá bombear amoniaco refrigerado desde el área de tanques de almacenamiento de la planta hasta las instalaciones del muelle de Pemex, donde se pretende cargar buques tanques por medio de garzas o brazos de carga, aprovechando la infraestructura con la que cuenta Pemex, mientras que **GAS Y PETROQUÍMICA DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.** construye en un futuro cercano su propio muelle de carga.

Este sistema estará conformado por tubería de acero al carbón de 18" de diámetro para el transporte de amoniaco refrigerado, tubería de acero de 10" de diámetro para retorno de vapor, y tubería de acero de 4" de diámetro que constituye la línea de recirculación, estas tres líneas contarán con un sistema de aislamiento. Este corredor de ductos estará montado sobre un rack o Sleeper, que saldrá de la planta de amoniaco y posteriormente se alojará sobre el corredor de ductos de Pemex, a un costado de la calle que baja hacia el muelle. Este arreglo de tuberías permitirá realizar inspecciones de las líneas, proporcionar un mantenimiento adecuado y en su caso realizar las reparaciones necesarias, así como atender cualquier eventualidad en las mismas.

De acuerdo con la ingeniería preliminar, el ducto para el transporte de amoniaco tendrá las siguientes especificaciones:

Material de construcción:	Acero al carbón (LTS ASTM A3333 Gr.6)
Diámetro nominal	18"
Longitud:	3,000 metros
Espesor de pared	2,5" – 3,5 "
Presión nominal de operación	10 kg/cm ²

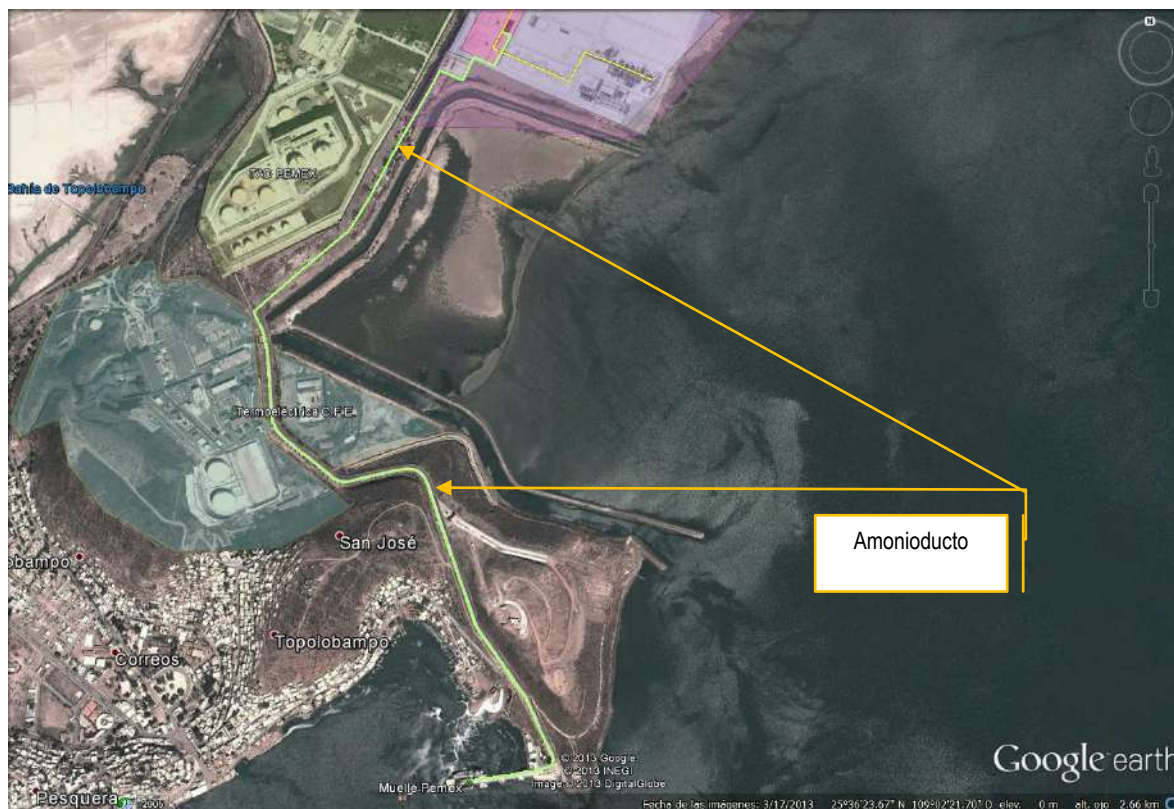


Ilustración 5 Trazo de amonioducto de 18”

I.8.1. Dimensiones del proyecto

La longitud del ducto para el transporte del amoniaco es de aproximadamente 3,000 metros con un diámetro de 18”.

Este parte de la zona de tanques hasta el muelle de Pemex, dando una longitud de aproximadamente 3,000 m. Este incluye cruzamientos y codos de expansión, como se puede ver en las siguientes ilustraciones.

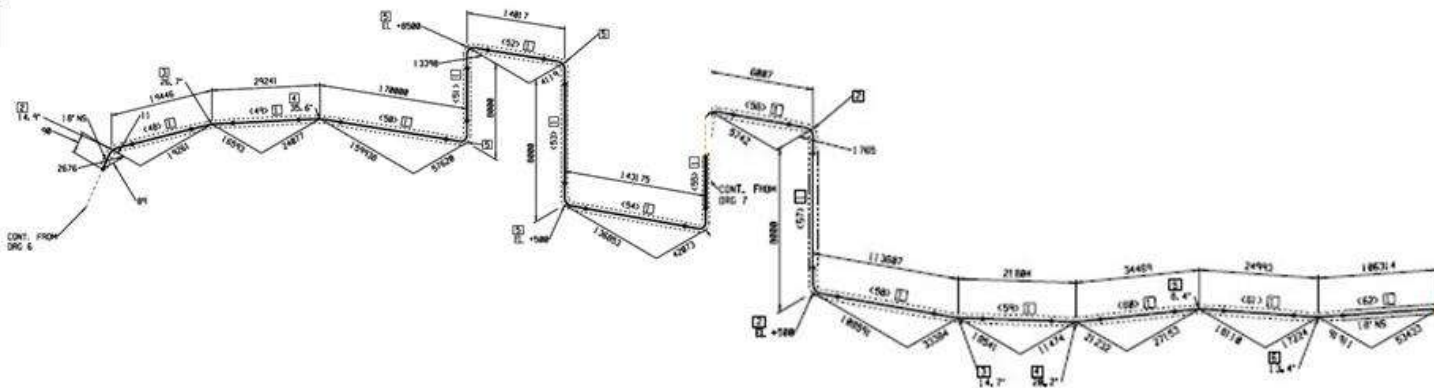


Ilustración 7 Cruzamiento de acceso a Topolobampo y codos de expansión

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.8.2. Infraestructura requerida

BOMBAS DE AMONIACO

Las bombas de amoniaco operarán durante las operaciones de carga a buquetanques y deberán tener una capacidad adecuada a la presión del amonioducto a operar.

Las bombas de amoniaco, es uno de los puntos críticos en materia de riesgo ambiental, ya que en ella se tiene las siguientes situaciones:

- Presionamiento del sistema de bombeo
- Cavitación
- Frecuente daño a los sellos mecánicos
- Fallas en la instrumentación de medición y control

El área de bombas debe contar con una superficie amplia para que no quede amontonado el equipo, lo que dificultaría los trabajos de operación y mantenimiento.

I.8.3. Muelle de carga a buque tanques

La llegada de materia prima y la distribución del producto final, aprovecharán la salida al mar que tiene la zona del proyecto. Se pretende aprovechar las instalaciones del puerto, que tiene actualmente PEMEX, en formal inicial y se pretende llevar el producto terminado hacia los muelles, a través de un amonioducto, que permitirá llevar dicho producto hacia otros mercados que lo demanden. Este amonioducto, irá desde los tanques de almacenamiento ubicados en las instalaciones en tierra, hacia el sistema de carga que se instale en el muelle de PEMEX.

Se contempla el uso de muelle de PEMEX ya existente para cargar el amoniaco refrigerado en barcos, y las futuras instalaciones de llenaderas correspondientes a la Fase 2 para la carga en tierra firme de autotanques y carrostanques con amoniaco.

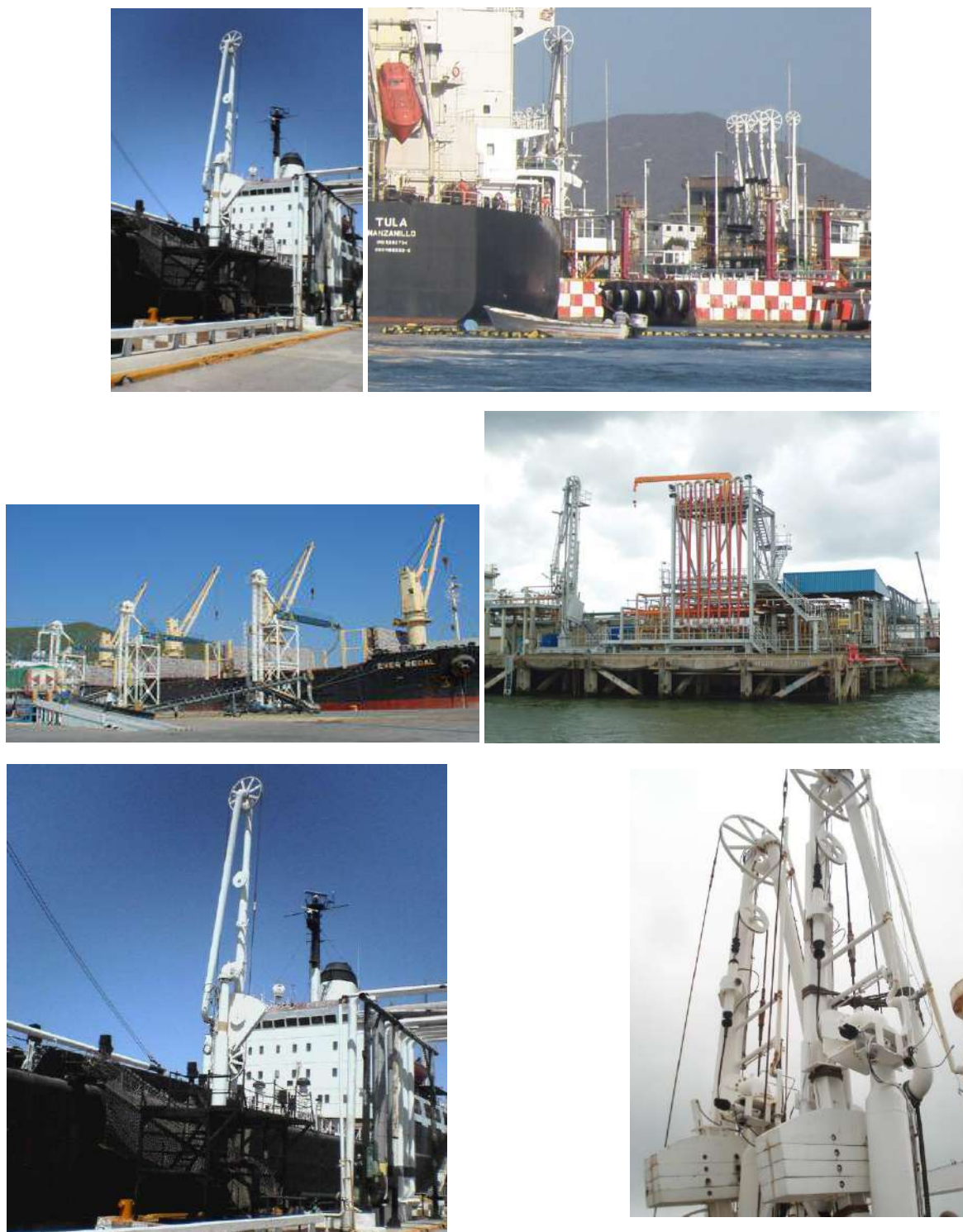


Figura 9 Ejemplo de garzas de descarga de amoniaco en un muelle de PEMEX.

La estación de carga de buques podrá recibir buques-tanque de hasta 40,000 toneladas

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

de capacidad. Dichos buques ingresarán por la bahía de Topolobampo, sin cruzarse con las rutas usadas por las embarcaciones turísticas o de otra índole.

Las instalaciones para carga de barcos de amoniaco tendrán una capacidad de aprox. 1,200 toneladas métricas por hora y entre 300,000 y 400,00 toneladas métricas por año. La frecuencia esperada de los barcos será de entre 20 y 30 días dependiendo de la demanda y el tamaño de los barcos.

El resto de las aproximadamente 300,000 a 350,000 toneladas métricas por año de amoniaco producido, será embarcado en camiones (autotanques) para abastecer la demanda local del sitio de la planta.

La estación de carga de los buques tanques, considera tener en su diseño conceptual, las características siguientes:

- La superficie necesaria para la operación óptima y grúa hidráulica de carga de amoniaco líquido y de retroceso de vapor de amoniaco, hacia los buques.
- Sistema de acople flexible y manifold.
- La línea de transporte de amoniaco que viene de 18" se reduce al conectarse con la grúa hidráulica a 12" y carga al buquetanque con brazo de 12" con una capacidad de flujo de 1200 t/h.
- La línea de retroceso de vapor de amoniaco al conectarse con la grúa hidráulica reduce de 10" a 8".
- Capacidad de llenar buques tanque de hasta un calado máximo de 12.0 m y un desplazamiento de hasta 40,000 t de carga neta.
- Una bomba para el regreso del vapor de amoniaco, hacia el sistema de refrigeración de amoniaco.

Para el transporte del amoniaco se tiene contemplado construir un rack de ductos sobre el corredor de ductos existente de PEMEX, en el cual estará alojado el ducto de 18" de diámetro para transporte de amoniaco desde la planta refrigerada hacia el muelle de PEMEX. La tubería será de acero al carbón, tendrá una longitud aproximada de 3,000 metros, un diámetro de 18" y operará a una presión máxima de **10 kg/cm²** (142 psig). Iniciará en el área de tanques almacenamiento de amoniaco de la planta, y en la mayor parte del trazo irá alojado sobre el rack de los ductos de PEMEX.

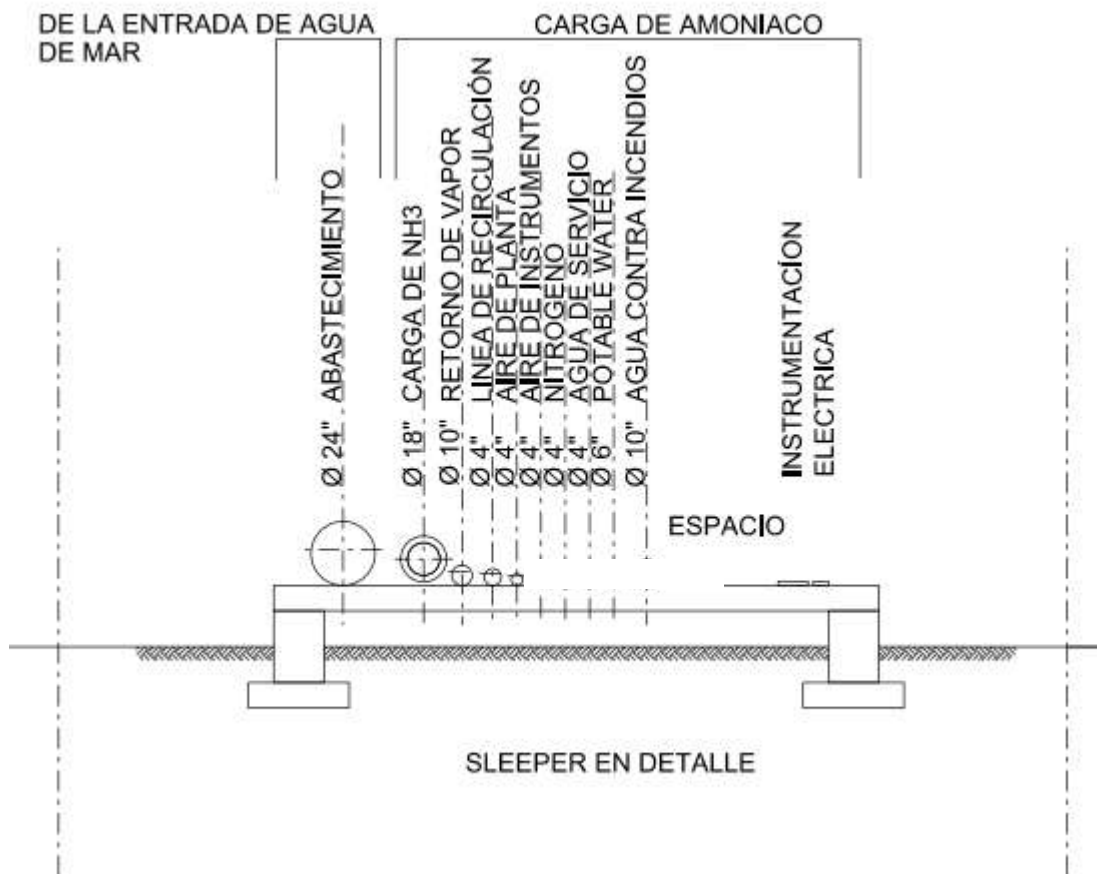


Figura 10 Corte de tuberías que corren paralelo a la línea de alta tensión

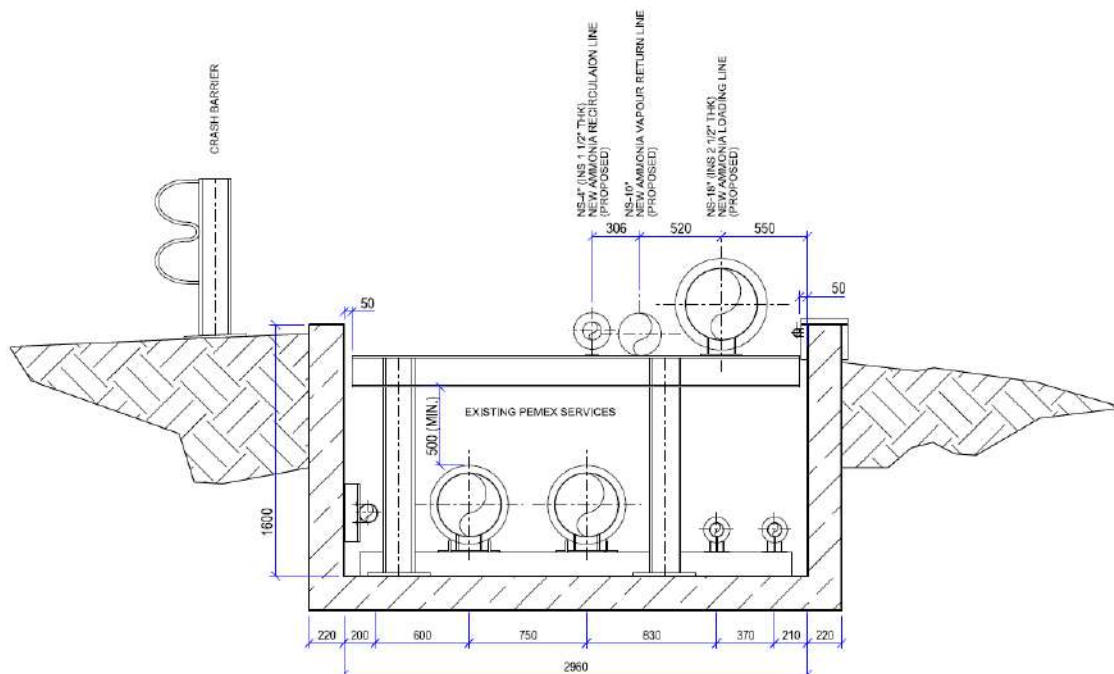


Figura 11 Corte de tuberías que corren sobre el corredor existente de PEMEX.



Figura 12 Corredor ductos de PEMEX a un costado del camino al muelle.

La terminal marítima de PEMEX, especializada en el manejo de productos petroleros, cuenta con una superficie total de 68,353.6 m², que incluyen 55,896.9 m² de zona de agua

y 8,688.6 m² de área operativa. Tiene dos posiciones de atraque de 156 m cada una, con 12 metros de profundidad (con un calado oficial de 10.7 m).

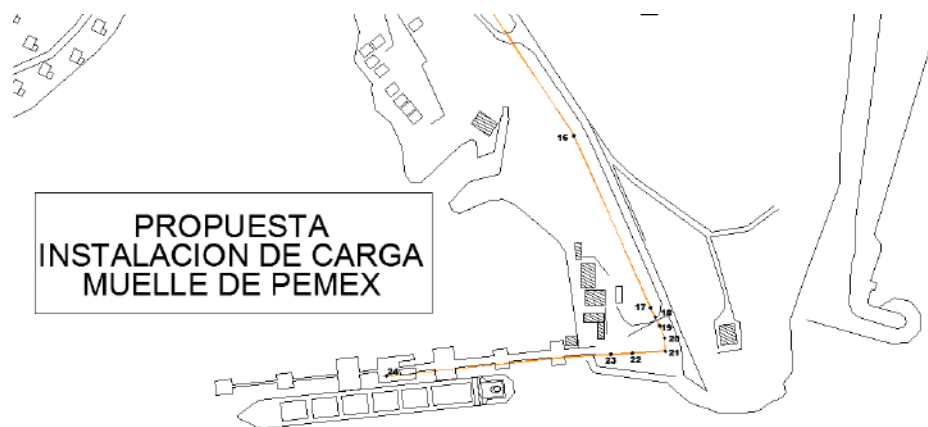


Figura 13 Propuesta de instalación de carga en muelle de PEMEX.

El amoniaco es transportado en buquetanques refrigerados.

I.9 USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS

I.9.1. Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Mochis-Topolobampo.

El Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Los Mochis-Topolobampo hasta el km 18+600, en el municipio de Ahome, fue publicado en diciembre del 2001 en el Periódico Oficial *El Estado de Sinaloa*. En este Plan se determinaban:

- I. Las áreas susceptibles de desarrollo urbano.
- II. La mezcla de usos del suelo.
- III. El límite del centro de población.
- IV. Las normas de vialidad e imagen urbana; y
- V. Las propuestas e inversión urbana.

El predio para la planta se distribuye entre terrenos con uso IP (Industria Pesada) y el Área 2, definida esta última en referencia al Plan Sectorial de Zonificación del Puerto de Topolobampo, publicado en el periódico oficial del estado el 22 de junio de 1994 y el Plan

Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Sur del Puerto de Topolobampo, publicado 24 de septiembre de 1997. Sin embargo, el Plan Director de Desarrollo Urbano del Puerto de Topolobampo del 20 de mayo de 2009 derogó dichos instrumentos, así como toda disposición que se le contraponga en su área de aplicación. En este caso la mención a este instrumento se debe a que es importante resaltar que con anterioridad se había identificado el potencial del sitio para uso industrial.

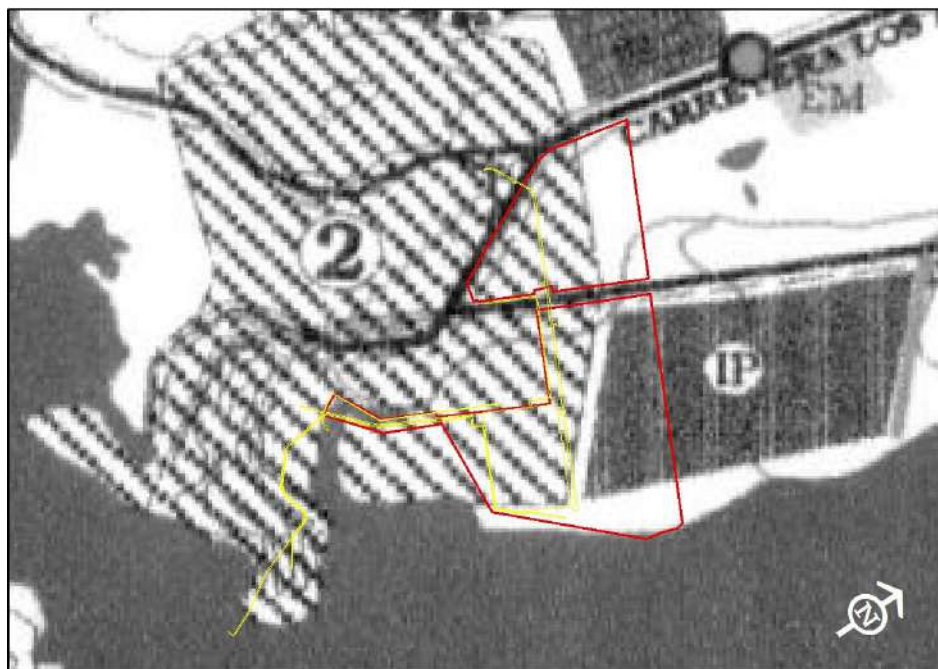


Ilustración 9 Ubicación del sitio en el PPDU del Corredor Los Mochis-Topolobampo.

I.9.2.. Plan Director de Desarrollo Urbano del Puerto de Topolobampo.

Este Plan, que fue decretado en mayo del 2009 en el Periódico Oficial El Estado de Sinaloa, integra el conjunto de políticas, lineamientos, estrategias y disposiciones de Topolobampo, con el fin de promover el desarrollo racional y equilibrado de su territorio.

El Artículo 54 de la Sección del texto vigente Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Sinaloa (Última reforma publicado P.O. del 27 de Febrero de 2013), establece que el Plan Director de Desarrollo Urbano, integra el conjunto de políticas, lineamientos, estrategias, reglas técnicas y disposiciones, establecidas en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano referidas a un centro de población determinado, tendientes a promover el desarrollo racional y equilibrado de su territorio.

La fracción IV de Artículo 5 de la misma Ley define a un centro de población como las áreas constituidas por las zonas urbanizadas, las que se reserven a su expansión y las que se consideren no urbanizables o de conservación por causas de preservación ecológica, prevención de riesgos y mantenimiento de actividades productivas *dentro de los límites de dichos centros*, así como las que por resolución de la autoridad competente se provean para fundación de los mismos

Por otra parte, el decreto que establece el PDDU deroga las disposiciones contenidas en el Plan Sectorial de Zonificación del Puerto de Topolobampo publicado el día 22 de junio de 1994 y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Sur del Puerto de Topolobampo publicado el día 24 de septiembre de 1997. Asimismo, deroga todos los planes parciales, sectoriales o de cualquier otro tipo en materia urbana así como las disposiciones reglamentarias y administrativas que se opongan al decreto y que se encontraban vigentes hasta antes de su publicación, siempre y cuando tuviesen su aplicación en la misma área.

Es importante señalar que el predio del proyecto se encuentra dentro del área de estudio utilizada como referencia en dicho plan pero se encuentra fuera de los límites del centro de población correspondiente a Topolobampo (ilustración 10). Sin embargo, el gasoducto y parte del amonioducto se encuentran dentro de los límites del centro de población, por lo que aquí se analizan las disposiciones aplicables a dichos elementos.

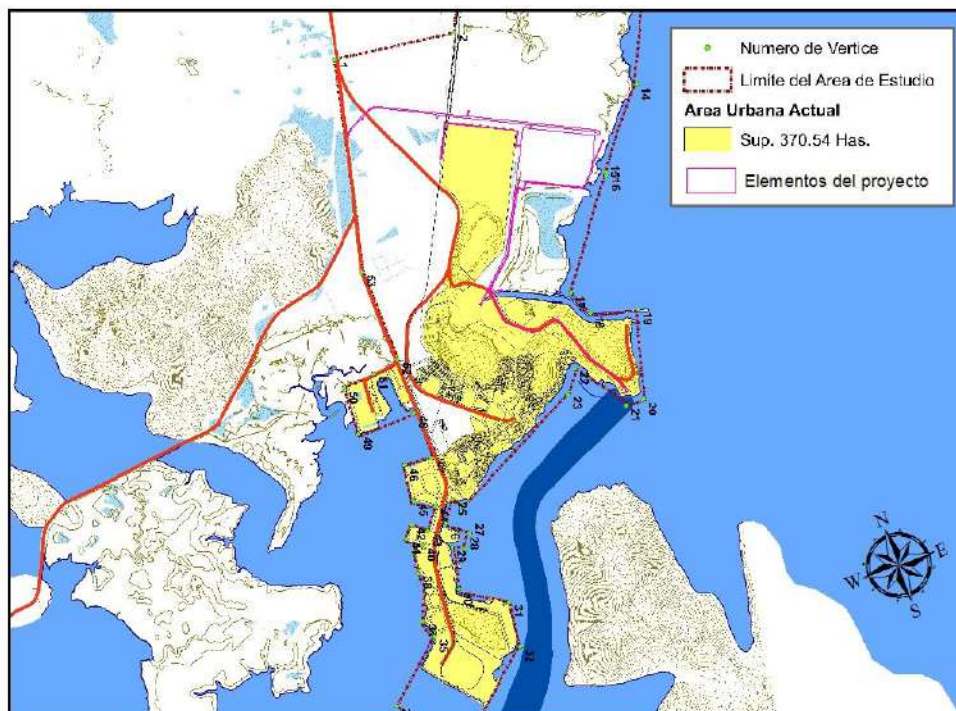


Ilustración 10 Ubicación del sitio y área de estudio del PDDU del puerto de Topolobampo.

De acuerdo con la zonificación primaria del PDDU las obras no serán realizadas en zonas no urbanizables dentro del centro de población. El amonioducto sigue el mismo trazo de los ductos existentes de PEMEX, sobre una vialidad y atravesando un área urbanizable a corto plazo, aunque no constituye una nueva urbanización. El gasoducto se construye en la franja perimetral de PEMEX, donde también está el camino de acceso al predio. Estas áreas forman parte de la infraestructura desarrollada para la instalación de actividades industriales, en el límite de la zona urbana.

De acuerdo con la zonificación secundaria, el uso del suelo en el trazo del gasoducto corresponde a Industria Pesada, mientras que el trazo del amonioducto se encuentra en una vialidad regional. Dicha vialidad es conocida como la Carretera al Muelle de PEMEX, sin nombre oficial. Es utilizada principalmente para llegar al Muelle de PEMEX, a la vez que funciona para el mantenimiento y derecho de vía sus ductos, aclarando que la misma es de uso público en general, no existiendo exclusividad o derecho alguno para ser utilizada exclusivamente por PEMEX o CFE. Es de pavimento asfáltico de dos carriles y se encuentra en regulares condiciones, ya que se ubican zonas de deterioro (baches).

Los riesgos que se puedan derivar de estas instalaciones se analizan en los estudios de riesgo Nivel 0 respectivos, mismos que acompañan a esta MIA.



Ilustración 11 Zonificación primaria en el PDDU del puerto de Topolobampo.



Ilustración 12 Zonificación secundaria establecida en el PDDU del puerto de Topolobampo.

I.10 IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE ÁREAS IDENTIFICADAS COMO VULNERABLES

Plano del Entorno de la planta

En la siguiente tabla y planos del entorno se ubicaron los comercios, centros recreativos y templos, escuelas, clínicas, etc., con distancias aproximadas a cada uno de las instalaciones más significativas (Anexo 10).

PLANTA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO		
Sitio	Instalación	Distancia (km)
Rosendo Castro	Tanque de la planta	2.1
Topolobampo	Tanque de la planta	1.87
Comisión Federal de Electricidad	Tanque de la planta	1.34
PEMEX	Tanque de la planta	0.49
Muelle	Tanque de la planta	2.04
Administración Portuaria Integral de Topolobampo (API)	Tanque de la planta	2.69
GASODUCTO		
Sitio	Instalación	Distancia (km)
Rosendo Castro	Gasoducto	1.71
PEMEX Ilenaderas	Gasoducto	0.41
Tanque Comisión Federal de Electricidad	Gasoducto	1.81
Muelle	Gasoducto	2.46
Administración Portuaria Integral	Gasoducto	2.88
Topolobampo	Gasoducto	2.07
AMONIODUCTO		
Sitio	Instalación	Distancia (km)
Rosendo Castro	Amonioducto	2.49
PEMEX Ilenaderas	Amonioducto	0.710
Tanque Comisión Federal de Electricidad	Amonioducto	0.79
Muelle	Amonioducto	1.55
Topolobampo	Amonioducto	1.12
Administración Portuaria Integral	Amonioducto	1.38

Tabla 9 Distancias aproximadas de colindancias más próximas, con cada uno de las instalaciones más significativas.

Ortofoto digital con la poligonal del predio señalando un radio de 1000 metros en torno al predio en estudio donde se ubican las actividades y elementos significativos existentes se puede observar en el Anexo 10 y en las ilustraciones adjuntas.

PLANTA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO		
Sitio Rosendo Castro	Instalación	Distancia (km)
Salón de Asambleas	Tanque de la planta	2.45
Cancha Basquetbol	Tanque de la planta	2.35
Desarrollo Integral de la Familia (DIF)	Tanque de la planta	2.33
Escuela Primaria "Jaime Nunó".	Tanque de la planta	2.32
Servicio Médico	Tanque de la planta	2.21

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Iglesia Cristiana	Tanque de la planta	2.23
Panteón Municipal	Tanque de la planta	2.36
GASODUCTO		
Sitio Rosendo Castro	Instalación	Distancia (km)
Salón de Asambleas	Gasoducto	1.97
Cancha Basquetbol	Gasoducto	1.89
Desarrollo Integral de la Familia (DIF)	Gasoducto	1.86
Escuela Primaria “Jaime Nunó”.	Gasoducto	1.86
Servicio Médico	Gasoducto	1.75
Iglesia Cristiana	Gasoducto	1.77
Panteón Municipal	Gasoducto	1.89
AMONIODUCTO		
Sitio Rosendo Castro	Instalación	Distancia (km)
Salón de Asambleas	Amonioducto	2.98
Cancha Basquetbol	Amonioducto	2.92
Desarrollo Integral de la Familia (DIF)	Amonioducto	2.90
Escuela Primaria “Jaime Nunó”.	Amonioducto	2.86
Servicio Médico	Amonioducto	2.77
Iglesia Cristiana	Amonioducto	2.74
Panteón Municipal	Amonioducto	3.08

Tabla 10 Distancias aproximadas de comercios, centros recreativos y templos, escuelas, clínicas de Topolobampo y Ejido de Rosendo Castro, con cada uno de las instalaciones más significativas.



Ilustración 13 Ubicación de escuelas, clínicas, iglesias, centros recreativos de Ejido de Rosendo Castro respecto a cada uno de las instalaciones más significativas.



Ilustración 14 Ubicación las actividades y elementos significativos existentes en Topolobampo localizados al sur del proyecto.



Ilustración 15 Ubicación las actividades y elementos significativos existentes en Topolobampo, localizados al sureste del proyecto

Directorio de Centros de Respuesta Inmediata y Auxilio

Estará integrado por las instituciones de apoyo en caso de emergencia a nivel municipal, regional (municipios colindantes) y estatal.

Bomberos	Tel. (668) 812-01-00
Policía	Tel. 060
Policía Judicial del Estado	Tel. (668) 815-63-91
Servicios municipales	816-40-09
Salud	818-36-75
Centro de Salud	Tel. (668) 812-09-13
Policía Federal de Caminos	Tel. (668) 812-48-19
Seguridad pública	815-27-36
Tribunal de barandilla	815-02-52
Tránsito municipal	812-89-58

Tabla 11 Teléfonos de emergencia de Topolobampo

I.11 BASES DE DISEÑO DE LA PLANTA

GAS Y PETROQUÍMICA DE OCCIDENTE S.A. DE C.V. ejecutará el proyecto con un contratista experimentado y subcontratará trabajos a especialistas del ramo en el interior y exterior del país.

Planta de Producción de Amoniaco (ISBL)

La planta se entregará llave en mano incluyendo todo el equipo, estructura de acero, tuberías, instalación eléctrica, sistemas de control e instrumentación.

Fuera de planta y Servicios (OSBL)

La entrega llave en mano también incluye los almacenes de amoniaco, edificios, conjunto de calderas, sistema de aire de instrumentos y de planta, planta de nitrógeno, sistema de enfriamiento por agua, planta desalinizadora, sistema de desmineralización, primer llenado de lubricantes, catalizadores y químicos y refacciones para entrada en operación.

I.11.1 Proyecto civil planta

Movilización

Esta actividad corresponde a la construcción de campamentos y a la movilización del equipo, maquinaria y personal, al lugar en donde se proyecta construir la planta de amoniaco.

Movilización de equipo de construcción y personal.

Fase de preparación: El transporte de los equipos, la maquinaria y el personal se realizará por vía terrestre. Se cuenta con vías de comunicación en buen estado la mayor parte del año. Primeramente no es necesario construir un camino de acceso, sin embargo se requieren trabajos de adecuación y mejoramiento del actual camino de terracería.

Fase de relleno: Se empezará a construir la nueva vía de ingreso a la planta que después de esta fase será pavimentada y optimizada, el cual funcionará como un corredor de servicios.

Construcción de campamentos

Para la fase preparación y de relleno se construirá un campamento provisional, el cual estará dotado de una batería de sanitarios y un área de descanso para los trabajadores,

entre otros, con el fin de brindar al personal un mínimo de condiciones de salubridad y bienestar adecuados.

Para el almacenamiento de materiales de construcción e insumos, será necesaria la instalación de contenedores y talleres de maquinaria, además de adecuar una zona como patio de maquinaria y equipo debidamente cercada. En estas unidades se realizará el mantenimiento y reparación de la maquinaria, equipos y vehículos utilizados en estas fases.

Se implementará un sistema de suministro de agua potable, así como un sistema de tratamiento y disposición final de aguas servidas, los cuales serán de carácter provisional, mientras duren los trabajos de preparación y de relleno,

Adecuación del terreno

Esta actividad está relacionada con el movimiento de tierras (cortes y rellenos) y la adecuación del terreno en general consiste en facilitar las labores de construcción de obras civiles y montaje de los equipos de la planta.

Desmante y limpieza del terreno.

Consiste en retirar la vegetación presente en el área a intervenir (árboles, arbustos, malezas y raíces, entre otros) y disponerla de manera adecuada para su utilización posterior como madera u otros usos, bien sea dentro o fuera de ella.

Relleno:

Primeramente se retirará la poca vegetación en el área a intervenir.

Se debe instalar una capa de separación de geo-textil en combinación con geo-grid. Esto crea una barrera entre el suelo natural y el material de relleno importado con el fin de evitar la mezcla de los dos. Una primera capa de la mezcla de roca triturada (tamaño de grano 4-50 mm) con un espesor de 0.50 m, será instalada en la capa de geo-textil/geo-grid combinada y compactada adecuadamente. Al mismo tiempo se debe instalar el material de banco a lo largo de la línea de límite oriental. Esto será una mezcla de roca triturada con tamaños de grano de 0-50 mm y también será cubierto con material geotextil y roca requiebrada de 200 a 500 mm a la orilla del mar. Otra capa de separación para el área restante será instalada previo al material de relleno principal, con tamaños de grano

de 0 a 25 mm para lograr una elevación final de aprox. 3,00 m MSL. La granulometría podrá variar dependiendo de la ingeniería de detalle.

Edificios:

Después de la fase de relleno se empezarán a construir los edificios y la planta de tratamiento de aguas para que en la fase de construcción de la planta se cuente con instalaciones fijas.

En general se construirán los siguientes edificios:

1. Edificio de Control
2. Edificio de interruptores
3. Subestación
4. Bodega / Edificio Administrativo
5. Edificio de Mantenimiento
6. Estación de Bomberos / Enfermería
7. Comedor
8. Caseta de Acceso

Obras Civiles:

En esta fase se construirán la vía de acceso, las vías internas, los drenajes, los pilotes y cimientos.

Obras de Estructura:

Durante esta fase se construirán e instalarán todas las estructuras metálicas requeridas para el soporte y conexión de las unidades de la planta, el ensamble de cada una de estas unidades, instalación de todas las tuberías y sistemas de interconexión entre cada unidad de la planta.

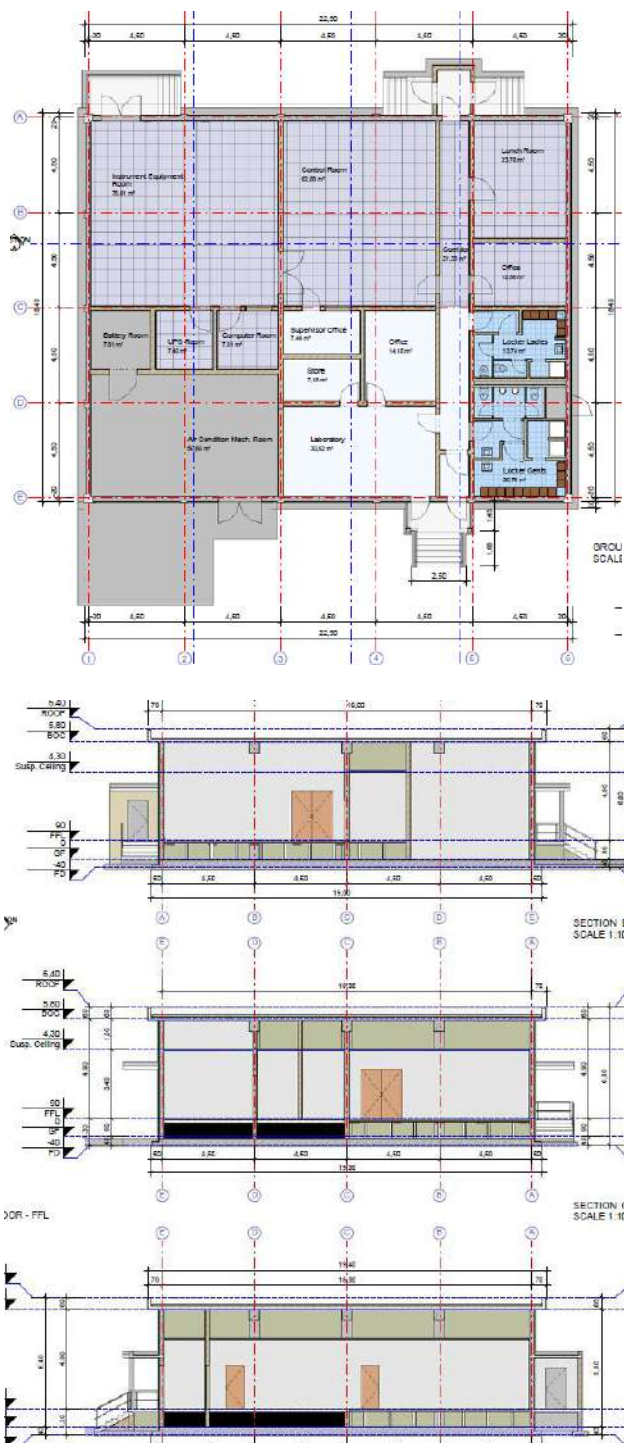


Ilustración 16 Ejemplo de edificio – edificio de control

Obra electromecánica:

Esta obra consiste en la instalación de todas las tuberías y sistemas de interconexión entre cada unidad de la planta. Además de la instalación de los sistemas eléctricos, mecánicos para la operación y control de la planta.

Obra final:

Serán instalados, entre otros, quemadores, calderas, turbinas, generadores, subestaciones, sistema de relés, sistemas de compresores y sistema de enfriamiento, unidades para tratamiento de aguas, etc.

De igual manera, serán instalados los equipos de control ambiental.

I.11.1 Preparación del sitio y construcción del gasoducto y del amonioducto.

I.11.1.1. Gasoducto

Trazo y nivelación del derecho de vía.

Se llevará a cabo un levantamiento topográfico del derecho de vía, para generar el plano de trazo y perfil del ducto.

Carga, acarreo y descarga de tubería.

Se llevará a cabo la carga de tubería de acero desnudo a la plataforma del remolque y posteriormente la descarga al derecho de vía. Así mismo, se acarrearán los materiales anticorrosivos a aplicar a la tubería y todo el equipo necesario.



Tendido de tubería.

Selección de la tubería, acomodo cercano al sitio de apertura de la zanja, uno tras otro, cuidando que los tubos no sufran daños, alineación y separación entre los tubos de acuerdo a especificaciones;



punteo de tubería manteniéndola fija y utilizando los electrodos indicados en las especificaciones.

Alineado y soldado de tubería.

Dado que la topografía del terreno por donde pasará el ducto no presentará elevaciones, debido al relleno que se realizará en el corredor de servicios, por lo que los dobleces a la tubería no serán necesarios, sin embargo, se llevarán a cabo las siguientes actividades: alineado y soldado de la tubería de acuerdo a las especificaciones y procedimientos establecidos para el contrato de construcción de obra.

Inspección y prueba de soldaduras.

Se realizarán inspecciones y pruebas a las soldaduras de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-017-SECRE-2010 o códigos – estándares aplicables al proyecto.

Reparación de soldaduras.

Los criterios de aceptación o rechazo de una soldadura visualmente inspeccionada o inspeccionada con cualquier método de prueba no destructiva se determinarán de acuerdo a lo establecido en la normatividad del proyecto.

Limpieza exterior.

Las paredes externas de la tubería se limpiarán para eliminar restos de grasa, pintura y aceite, recubrimientos de fábrica y oxidación, las cuales se realizarán de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

Prueba dieléctrica del recubrimiento.

Se aplicará un detector de fallas (detector Holiday) sobre la superficie del recubrimiento de la tubería para localizar posibles grietas, burbujas y poros, entre otras fallas.

Prueba hidrostática.

Esta se llevará a cabo con la finalidad de detectar cualquier posible fuga.

Una vez llena la línea, se conecta la bomba de alta presión hasta alcanzar 1,5 veces la presión de operación durante un período de 24 horas de manera continua sin que

baje la presión indicada. En caso de que se detecten fugas, se extrae el agua y se seca la línea, previo a la corrección de la fuga. Una vez terminada la prueba hidrostática, se procede a desalojar el agua de la tubería.

Limpieza interna.

La limpieza interna de la tubería se realizará pasando varias veces los diablos de limpieza o mediante una limpieza química.

Señalización

Con el propósito de evitar posibles accidentes debido a agentes externos a la operación bajo condiciones normales (excavaciones, impactos físicos, etc.), se instalarán sobre el derecho de vía y en las instalaciones de todo el gasoducto, los señalamientos necesarios para localizar e identificar dicha tubería y reducir la posibilidad de daños. Estas señales serán de tipo informativo, preventivo y restrictivo.



Protección catódica para el gasoducto.

En caso de ser necesaria la protección catódica (sistema de ánodos de sacrificio o sistema de corriente impresa), se definirá durante la ingeniería de detalle.

Estaciones regulación y/o medición y en su caso trampas de diablos.

Ubicación. De acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-007-SECRE-2010, Transporte de gas natural, la localización de estas instalaciones debe cumplir con los lineamientos siguientes:

a) Tener las distancias mínimas perimetrales de protección de acuerdo con la tabla siguiente.

Tabla 12 Distancias mínimas de protección

Concepto	(en metros)
Concentración de personas	5
Fuentes de ignición	5
Motores eléctricos	5
Subestaciones eléctricas	5
Torres de alta tensión	5
Vías de ferrocarril	5
Caminos o calles con paso de vehículos	5

Almacenamiento de materiales peligrosos	15

b) Estar fuera de las zonas fácilmente inundables o aquellas en las que pudiera haber acumulamiento de gases en caso de fuga.

c) Estar en lugares de fácil acceso.

d) En caso que no cumplir las distancias indicadas en el cuadro 5, se deberán justificar las medidas adicionales de protección.

Obra civil. La estación de medición y regulación debe cumplir con los requisitos siguientes:

a) Diseñarse con materiales no combustibles.

b) Construirse en función de las dimensiones de la tubería y considerar el espacio necesario para la protección de los equipos e instrumentos que permita las actividades de operación y mantenimiento;

c) Tener una ventilación cruzada a favor de los vientos dominantes para garantizar que el personal que opera, mantiene, inspecciona y supervisa la instalación no corra riesgos por acumulación de gases;

d) Estar cercada y tener puertas que permitan el acceso al personal y al equipo para que se realicen los trabajos de operación, mantenimiento e inspección. El acceso debe ser restringido y las puertas contar con candado, y

e) Contar con accesos para atención a emergencias.

Obra eléctrica. La instalación eléctrica de una estación de regulación y/o medición debe cumplir con las normas vigentes en México con relación a esta materia y, a falta de éstas, de acuerdo con la tecnología propuesta bajo responsabilidad del particular y de conformidad con la Práctica internacionalmente reconocida.

Obra mecánica. La estación de regulación y/o medición debe cumplir con los requisitos siguientes:

a) Contar con una válvula de seccionamiento en la tubería de alimentación a la estación de regulación y medición que cumpla con las características siguientes:

- Estar ubicada en un lugar accesible y protegida contra daños que pudieran ocasionar terceras personas y a una distancia segura de la estación;
- Contar con mecanismos para accionarla de acuerdo con sus especificaciones;
- Estar bien soportada mecánicamente para prevenir esfuerzos en la tubería, y
- Estar diseñada para que la presión sea igual o mayor a la presión de operación del ducto.

b) Tener instalado un separador de líquidos antes de la medición y regulación en caso de considerarse necesario;

c) En su caso contar con líneas de desvío (by-pass) para mantenimiento, sin necesidad de interrumpir el suministro de gas natural;

- d)** Contar con dispositivos de seguridad para protegerla de cualquier sobrepresión;
- e)** La válvula de seguridad debe desfogar a la atmósfera y el venteo prolongarse hasta una altura que permita dispersar el gas natural sin que presente riesgos al personal o a las instalaciones;
- f)** Los procedimientos de soldadura empleada para instalación de la estación se deben calificar de acuerdo con las Prácticas internacionalmente reconocidas;
- g)** En tubería superficial que requiera de acceso para mantenimiento, la parte inferior de ésta debe tener una altura mínima de 0.65 metros sobre el nivel del piso y de acuerdo con esta altura, construir los soportes;
- h)** Se deben considerar los esfuerzos previsibles en los soportes de la tubería y accesorios;
- i)** La tubería y los accesorios superficiales se deben proteger contra la corrosión, de acuerdo con lo establecido en el Apéndice I de esta Norma;
- j)** La tubería y los accesorios superficiales se deben proteger contra la corrosión de acuerdo con lo establecido en esta norma:
- k)** Se deben instalar válvulas de bloqueo en las conexiones para la instalación de instrumentos, y
- l)** Contar con los Diagramas de Arreglo de Tubería (DAT) y Diagrama de Tubería e instrumentación (DTI).

I.11.1.2. Amonioducto

Las siguientes etapas en la construcción del amonioducto son semejantes a la del gasoducto:

- Trazo y nivelación del corredor de ductos.
- Cimentación de zapatas para el Sleeper.
- Instalación y Montaje del Sleeper.
- Tendido de tubería.
- Alineado y soldado de tubería para amoniaco.
- Inspección y prueba de soldaduras.
- Reparación de soldaduras.
- Limpieza exterior.
- Prueba dieléctrica del recubrimiento.

- Prueba hidrostática.
- Limpieza interna.
- Señalización

Las siguientes actividades son las únicas que difieren a las del gasoducto:

- Cimentación de zapatas para el Sleeper del corredor de energía y tubería.

Las cimentaciones de las zapatas se realizarán a base de concreto reforzado, como se muestra en la figura 10. Las distancias serán de aproximadamente 10 m.

- Instalación y montaje del sleeper del corredor de energía y tubería.

Se colocará estructura metálica sobre las cimentaciones, como se muestra en la figura 10.

- Racks sobre el corredor existente de PEMEX.

Se instalarán estructuras de acero como se muestra en la figura 11. Las distancias de éstas estarán en el rango de los 6 a 10 m.

- Obras especiales sobre la calle por donde se ubica el corredor existente de PEMEX.

En caso de daños a la infraestructura urbana donde correrá el sleeper del amonioducto, se repararán y/o reemplazarán las partes afectadas.

I.11.3. Proyecto sistema contra-incendio

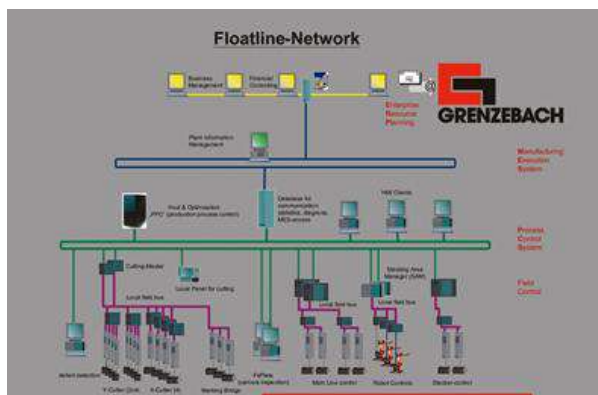
DETECCION DE GAS Y FUEGO

General

El Sistema de Detección de Gas y Fuego (SDGyF) será diseñado e instalados para detector humo y fuego, así como gases inflamables y/o tóxicos; tanto en secciones operadas manual o automáticamente de la planta, conforme indique el Plan de Seguridad de la Planta. Los componentes que tendrá, son:

- Sensores/monitores/detectores montados en campo, con cajas de activación manual con vidrio de ruptura, cornetas para alarmas audibles y luces de visualización.
- Gabinetes de equipo dentro del cuarto de gabinetes del sistema.
- Un panel de visualización sinóptica, dentro del cuarto principal de control, que incorporara una representación gráfica de la planta.
- Si el hardware del SIS y el SDGyF, son del mismo tipo, es factible contar con una terminal de usuario compartida.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG



El Sistema de Detección de Gas y Fuego (SDGyF) será de diseño pasivo, para que no cuente con capacidad de respuesta automática en otros equipos. Las alarmas señaladas en la pantalla sinóptica, serán repetidas en el SCD con el propósito de contar con un registro de las mismas. Todas las acciones, por tanto, que sean requeridas, deberán ser realizadas por el operador. El operador, tendrá un tablero con activador de alarmas sonoras, botones de paro de alarmas claramente señaladas, la activación del sistema deluge, la sirena de alarma principal y otros sistemas de supresión de fuego requeridos. De igual manera, en el panel de visualización sinóptico, deberán indicarse la velocidad y dirección del viento, quedando instalados sus sensores en la parte superior del techo del cuarto de control.

El Sistema de Detección de Gas y Fuego (SDGyF), deberá ser energizado normalmente por la fuente de suministro de la planta, contando con una fuente de energía ininterrumpible (UPS) y un sistema de respaldo de energía, con capacidad de 24 hr. Cuando el UPS no esté disponible, este sistema de respaldo, debe ser capaz de mantener energizado todos los elementos del SDGyF, incluyendo enlaces de comunicación con el SCD y cualquier otro equipo, como el panel sinóptico de visualización y todos los dispositivos remotos y locales de E/S.

SISTEMA DE DETECCION DE FUEGO EN EDIFICIOS

Un sistema de detección de fuego se instalara en los edificios destinados a la operación de las unidades o planta de proceso, estén o no ocupadas por personal operativo. Este sistema será diseñado para detectar humo y fuego dentro de los edificios. El sistema de la planta de proceso, será parte del suministro del mismo, y por tanto del sistema general de

la planta, sin embargo, su status será reportado al sistema general de la planta, a través de sistemas de comunicación seriales y/o por cableado.

Todas las alarmas podrán visualizarse en un panel localizado en la entrada del edificio y su localización será mostrada en una pantalla sinóptica básica (una representación básica impresa o gráfica del edificio, señalando cada zona). Todas las alarmas serán direccionadas al SCD para su registro y análisis.

Este sistema de detección de fuego, estará conformado por los elementos siguientes:

- Panel de Control de Fuego
- Puntos manuales de accionamiento de Alarmas
- Detectores Automáticos de Fuego
- Detectores de Calor
- Detectores de Humo
- Cláxones / bocinas
- Luces de visualización



Áreas de Proceso

El SDGyF en la planta de proceso, contara con cajas de activación manual, con vidrio de ruptura, instalados en ubicaciones estratégicas dentro y alrededor de la planta, cerca de caminos, calles, salidas peatonales, etc.; no tendrá capacidad de actuar en otro equipo dentro de la planta general.

Todos los detectores de humo y fuego, se instalaran en puntos críticos de la planta, donde se considere que hay un riesgo de fuego y donde pueda ser accionada de manera adecuada. Los detectores de humo, serán de tipo óptico en la casa de compresores (debido al efecto de interferencia del vapor) y detectores de flama tipo infrarrojo (IR) en las bahías de bombas.

Todas las alarmas del SDGyF se mostraran en el panel de Detección de Gas y Fuego y su ubicación mostrada en una pantalla sinóptica (impresa o pintada, con la representación de las áreas de la planta de proceso). Las alarmas serán registradas en el SCD para su registro y análisis, todas las acciones requeridas para atender la alarma, serán ejecutadas por el operador.

Área de tanques y de tuberías

Detectores de humo y fuego del tipo óptico, serán instalados a lo largo del corredor de ductos, donde estos presenten una congestión importante y donde existan bridas y válvulas.

Por otro lado, detectores de tipo óptico y/o de UV/IR serán considerados para el área de tanques de almacenamiento.

Puntos manuales de accionamiento de Alarmas se instalaran a lo largo del corredor de ductos y cerca del área de tanques de almacenamiento, con acceso fácil a los operadores. De igual manera, este sistema no tendrá acción automática en otros componentes o equipos dentro de la planta, Todas las alarmas del SDGyF se mostraran en el panel de Detección de Gas y Fuego y su ubicación mostrada en una pantalla sinóptica (impresa o pintada, con la representación de las áreas de la planta de proceso). Las alarmas serán registradas en el SCD para su registro y análisis, todas las acciones requeridas para atender la alarma, serán ejecutadas por el operador.

I.11.4. Tanques de Almacenamiento

El amoniaco bajo condiciones ambientales normales se encuentra en estado gaseoso, considerando esto y con el propósito de almacenarlo en forma líquida en grandes cantidades, deben presurizarse o refrigerarse o bien someterse a una combinación de ambos métodos. El método más económico para conseguir esto, se logra manteniendo el tanque de almacenamiento refrigerado y a presión atmosférica, de tal forma que estamos hablando de condiciones de uso criogénico.

El amoniaco líquido anhidro se almacena a presión atmosférica bajo condiciones de refrigeración a -33.0 °C. Los tanques de almacenamiento adecuados para ello deben ser de doble pared, el ánulo entre las paredes del tanque se llena con perlita expandida aislante, de modo que la transmisión de calor desde el medio ambiente hacia el tanque se reduzca al mínimo.

I.11.4.1. Pruebas de verificación

Se inspeccionarán las zonas de las envolventes interiores de los tanques criogénicos donde se pudiera reportar la presencia de defectos, mediante las técnicas de inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonido industrial con haz

angular. Los criterios de aceptación y rechazo se tomarán de los códigos BS-7777-2 y API 620.

Todos los informes de las inspecciones de los tanques incluirán, como mínimo, los siguientes elementos:

1. El tanque con información sobre materiales, soldaduras etc.
2. Fecha de inspección y de años desde la última inspección.
3. Las áreas del tanque que se inspeccionan (mapa, dibujo, descripción).
4. Mapa de defectos identificados de inspecciones anteriores, tanto reparado y defectos no reparados (defectos de la soldadura de construcción, etc.).
5. Método de inspección.
6. Datos de calificación de inspector (si procede).
7. Información, calificación del método de inspección.
8. La referencia al programa de evaluación informe o inspección.
9. Los resultados con un mapa donde se identifican los defectos.
10. Referencia a otras investigaciones (si procede).
11. Conclusión y recomendaciones para los requisitos de inspección futura.

I.12 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AMONIAO

La planta será diseñada para operar de forma continua durante un mínimo de tres años entre paros programados.

El diseño de la planta está basado en una vida mínima de 15 años y la vida útil se considera de aproximadamente 40 años, siempre y cuando se desarrollen e implementen los programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

Donde se construyan redundancias de la planta o en cualquier elemento sujeto a desgaste, la vida de diseño será acorde con los códigos y estándares aplicables. Tales elementos requerirán reemplazarse de forma periódica de acuerdo con un programa de mantenimiento.

Resumen del proceso.

En esta planta la materia prima (gas natural) es desulfurizada, mezclada con vapor y transformada en gas de síntesis en presencia de un catalizador de níquel a aproximadamente 40 bar y 800° C en el reformador primario.

Al dejar el reformador primario el gas de proceso pasa al reformador secundario, donde se introduce aire comprimido con el gas de síntesis. Posteriormente la generación de vapor a alta presión y el supercalentamiento permite aprovechar al máximo el calor de proceso para lograr un proceso energéticamente eficiente.

El monóxido de carbono es transformado a dióxido de carbono en el convertidor de alta temperatura (HT) y el de baja Temperatura (LT) en presencia de un catalizador estándar. El dióxido de carbono es eliminado en una unidad depuradora que normalmente utiliza el proceso BASF-aMDEA. Los óxidos de carbono restantes son reconvertidos a metano mediante la metanización catalítica en niveles traza de ppm.

El gas de síntesis de la metanización se comprime en el compresor de gas de síntesis. La síntesis del amoniac a partir de la mezcla hidrogeno/nitrógeno se lleva a cabo con ayuda de un catalizador de hierro.

El amoniac se recibe desde el flash drum del ciclo de síntesis del amoniac y se enfría hasta una temperatura de -33°C.

Diagrama de bloques

El diagrama de bloques, el cual se adjunta, muestra la secuencia convencional de los pasos que sigue el proceso que actualmente constituye la base de la mayoría de las procesadoras de amoniac.

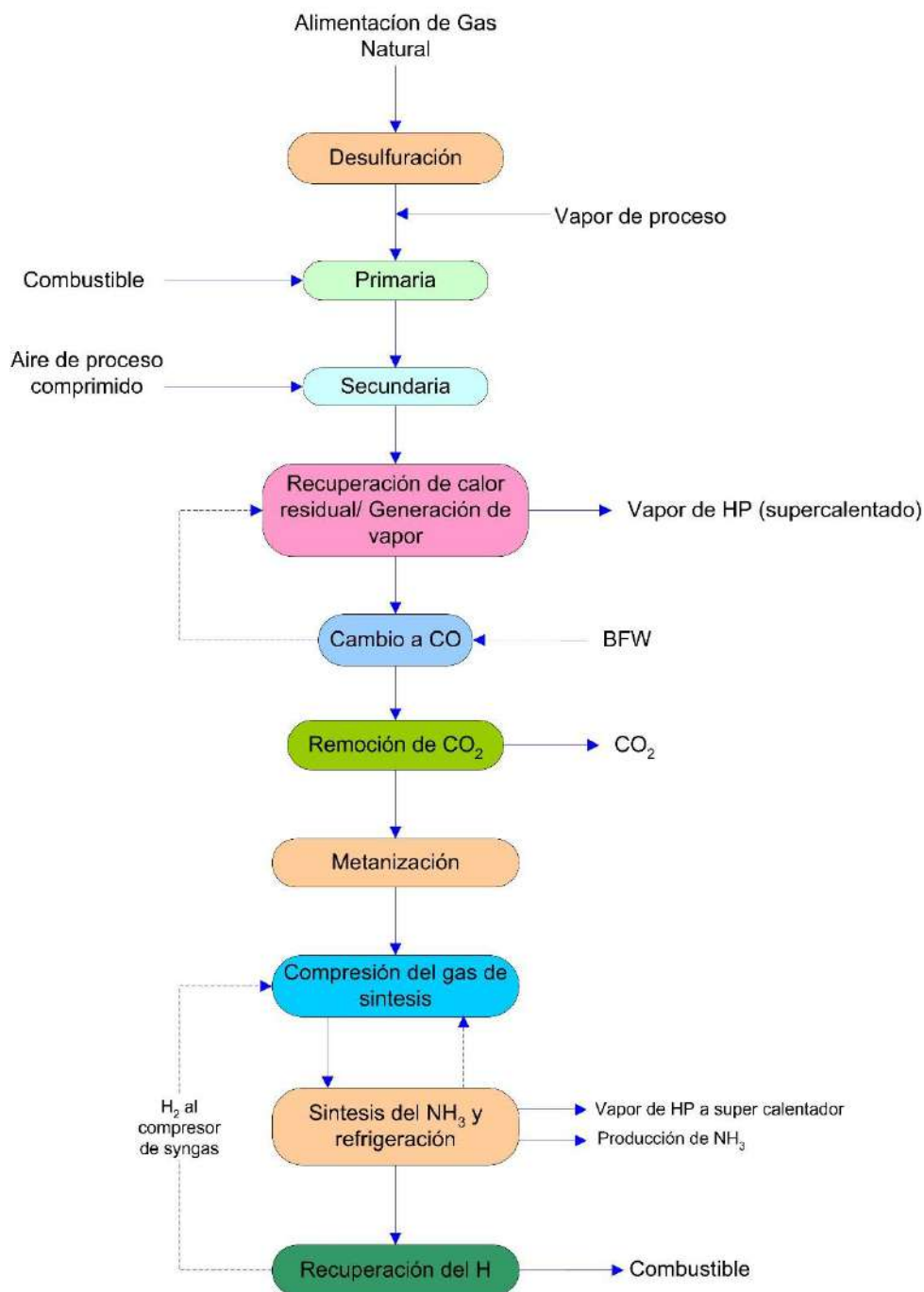


Figura 14 Diagrama de bloques.

Desulfurización y Compresión del Gas Natural

El gas natural utilizado como insumo primario se debe purificar de acuerdo con los requerimientos de la unidad reformadora por vapor. El sulfuro de hidrógeno y los

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

compuesto de azufre orgánicos son venenos poderosos de los catalizadores, por lo que deben ser eliminados antes de que el gas se introduzca a la sección reformadora.

El gas natural proveniente de los límites de batería se envía a un separador para separar cualquier líquido en caso que el proveedor de gas tuviese algún problema con el tratamiento del gas. Entonces, el gas natural generalmente se comprime a la presión requerida mediante un compresor de gas natural a base de un motor eléctrico. Después, el gas natural se calienta por los gases de escape en los precalentadores del alimentador en los bancos de convección del reformador primario.

El hidrógeno para la hidrogenación se obtiene mediante la adición de una pequeña cantidad de gas de síntesis que se extrae del compresor de gas de síntesis. La hidrogenación y el desulfurizado ocurren en el reactor de desulfurización. El gas natural desulfurizado se introduce a la sección de reformadores de vapor.

Compresión del Aire de Proceso

El compresor de aire de proceso tiene como principal función el proveer aire al reformador secundario. El aire de proceso se comprimirá a las condiciones de proceso por medio de un compresor centrífugo propulsado por una turbina de vapor. Este tipo de maquinaria se caracteriza por su alta confiabilidad y eficiencia.

Reformado con vapor y Recuperación del Exceso de Calor

El reformado por vapor de metano e hidrocarburos mayores – refiriéndose a su conversión en una mezcla de hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono por la reacción con el vapor – se logra al pasar la mezcla de materias primas y el vapor por un catalizador de níquel. La reacción total es fuertemente endotérmica. El gas natural desulfurizado se mezcla con el vapor PM de proceso, se precalienta en el banco de convección del reformador primario y entra a los tubos del reformador en la parte superior.

Se puede considerar que el proceso dentro de los tubos ocurre en tres fases:

- Precalentado de la mezcla de materia prima/vapor hasta la temperatura de reacción.
- La reacción de conversión metano/hidrocarburos.
- Ajuste de equilibrio.

El gas reformado de cada fila de tubos se colecta en un múltiple con recubrimiento refractario con funda de incoloy para prevenir la erosión y la migración de la silica. El gas

reformado abandona el reformador primario con un contenido de metano de aprox. 13 moles %.

Las filas de tubos múltiples se conectan a un cabezal principal a través del cual el efluente del reformador primario se transfiere al reformador secundario. El gas reformado entra al reformador secundario por la base y se eleva por un tubo central recubierto de ladrillo. Aquí, el gas se mezcla con aire de proceso del compresor de aire de proceso. El gas reformado va hacia abajo primero a través de una capa escudo de calor radiante de nódulos de alumina y luego por el lecho catalítico donde el metano se transforma hasta que sólo queda un pequeño remanente de aprox. 0.6 mole %.

El gas reformado deja el reformador secundario con una temperatura de aproximadamente 1000°C y se debe enfriar hasta una temperatura de aprox. 370°C antes de que se transfiera a la sección de conversión de CO. Esta sección de enfriamiento se realiza en el tren de enfriamiento de gas de proceso, consistente de:

- El enfriador de gas de proceso que genera vapor a alta presión. Este, está diseñado para una circulación natural y está conectado al cilindro de vapor por elevadores y bajadas.
- Supercalentador de vapor a alta presión.

El encendido del horno del reformador primario se hace por medio de quemadores en el techo del horno. Los quemadores están diseñados para utilizar cualquier tipo de gas combustible. Las emisiones gaseosas escapan de la caja radiante del reformador por el fondo, pasando por coffins situados entre cada dos filas lo cual evita el flujo cruzado de los gases a lo largo de las hileras de tubos, lo cual provocaría patrones irregulares de calentamiento. En los tubos, los flujos concurrentes de los gases de proceso y el flujo de gas en el exterior implican un perfil de temperatura muy uniforme en toda la longitud del tubo y en consecuencia una utilización óptima del material del tubo reformador y el menor grosor posible de las paredes.

El aire requerido para la combustión en los quemadores se obtiene por el ventilador de aire de combustión, el cual descarga el aire de combustión a través del calentador, donde el aire es calentado por medio de un condensado de proceso. El aire de combustión es precalentado aún más en el precalentador de aire de combustión del banco de convección.

Los gases de combustión salen de la caja radiante del reformador a una temperatura de aproximadamente 1000°C. Su calor sensible es utilizado en el banco de convección del reformador primario para el precalentamiento del gas natural, aire de proceso y aire de combustión, así como el supercalentamiento del vapor a alta presión. El gas de combustión se saca con el ventilador de gases de combustión.

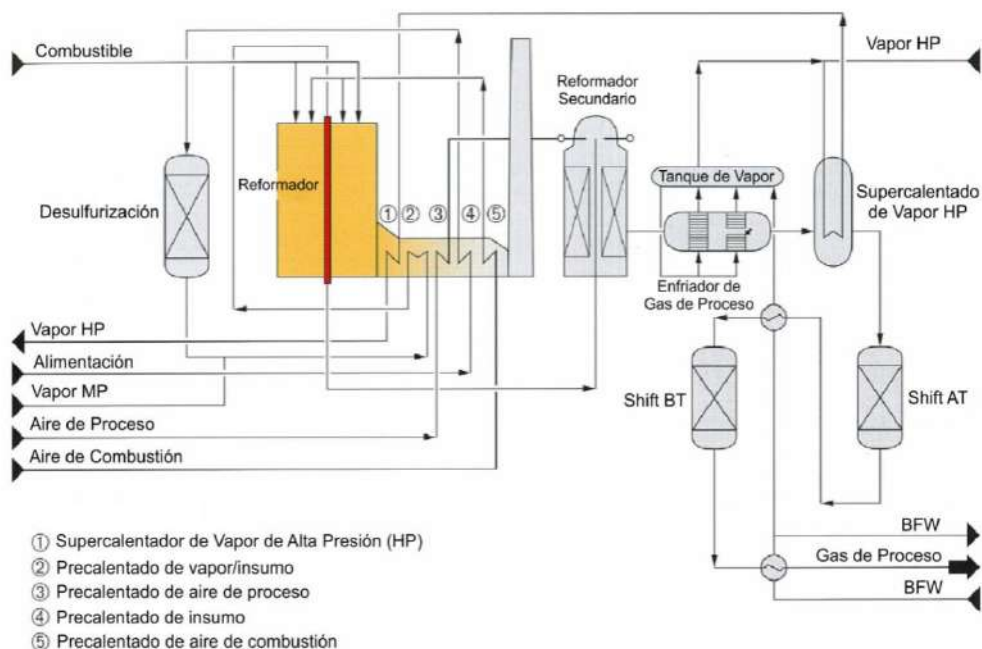


Figura 15 Reformador de Vapor y CO shift.

Conversión de CO

El objetivo del convertidor de fase de CO es convertir, en presencia de un catalizador, la mayoría del monóxido de carbono contenido en el gas de proceso a dióxido de carbono.

El gas reformado, a una temperatura de aproximadamente 370°C, pasa a través del convertidor de alta temperatura de arriba hacia abajo donde se reduce su contenido de CO. Debido a la naturaleza exotérmica de la reacción la temperatura se eleva a aproximadamente 440°C. El gas convertido que sale del convertidor a alta temperatura es enfriado a una temperatura de aproximadamente 200°C al calentar el agua de alimentación de calderas en el calentador de BFW. Se utiliza un bypass waterside alrededor del calentador de BFW para controlar la temperatura del gas entrando al

convertidor de BT. En el convertidor de baja temperatura el contenido de CO del gas convertido se reduce aún más y la temperatura se eleva a aproximadamente 223°C.

El gas convertido que abandona el convertidor de baja temperatura se enfría precalentando con el agua de calderas en el precalentador de BFW. Un waterside bypass alrededor del precalentador de BFW se utiliza para controlar la temperatura del gas.

Al abandonar el precalentador de BFW, el gas convertido fluye hacia el removedor de CO₂.

Remoción del CO₂

El calor del gas convertido se utiliza en los dos siguientes intercambiadores de calor conectados en series, el reboiler para generar el vapor de remoción necesario para la regeneración de la solución semi pobre de aMDEA y el precalentador de agua desmineralizada para el precalentado del agua que alimenta el desaerador.

Antes de que el gas convertido entre al absorbedor de CO₂ se separa el condensado obtenido por el enfriado en el separador de gas de proceso y del compresor de gas de síntesis hacia el removedor de condensados mediante sus propias bombas.

El gas convertido fluye a través del absorbedor desde el fondo hasta arriba en contra corriente a la solución de lavado. La mayor parte del dióxido de carbono es absorbido por la solución de aMDEA en la parte baja del absorbedor, mientras que la remoción de dióxido de carbono continua en la parte alta del absorbedor hasta el valor residual especificado de aproximadamente 500 ppm v/v de CO₂. El gas convertido abandona el absorbedor a la temperatura de entrada de la solución pobre, que es aproximadamente 50°C. Cualquier gota de solución arrastrada en el gas son detenidas por dos charolas de transferencia a las que se permite el paso de agua de caldera, y un desnebulizador instalado en la parte superior del absorbedor. Las gotas arrastradas fuera del absorbedor durante alteraciones operacionales son separadas del gas convertido en el separador aMDEA.

La regeneración de la carga de solvente se realiza por expansión, liberando la mayor parte del CO₂ disuelto. La mayor parte del solvente se pasa a la parte inferior de la torre de absorción en forma de una solución semi pobre. La parte restante se regenera aún más por remoción con vapor y se pasa a la parte superior de la torre de absorción como una solución pobre.

Compresión del gas de síntesis

El gas de síntesis y el gas recuperado por el recuperador de hidrógeno se comprime hasta la presión de síntesis del amoniaco de aproximadamente 200 bar por un compresor de gas de síntesis y se introduce en el ciclo de síntesis como compensación. El compresor de gas de síntesis es una máquina de tipo centrífugo. Esta sirve también para recircular el gas en el ciclo de síntesis del amoniaco.

Un pequeño flujo de gas de síntesis, para desulfurización de materia prima, es retirado del compresor de gas de síntesis sin enfriarlo.

El gas de síntesis descargado del compresor se enfría en el enfriador final y luego se introduce, como compensación en el ciclo de síntesis.

Síntesis del amoniaco

La síntesis de amoniaco a partir de una mezcla de hidrógeno / nitrógeno se lleva a cabo en un rango de temperaturas que va de 390°C a 510°C, con la ayuda de un catalizador de hierro estimulado con óxidos de álcalis y óxidos de metales alcalinotérreos.

El gas de reciclado descargado del compresor de gas de síntesis en la etapa de reciclado se calienta en el calentador de gas/ gas a contracorriente del gas caliente del segundo intercambiador de calor residual. Este entra entonces al primer convertidor de amoniaco, que es convertidor de flujo de doble lecho radial con un intercambiador de calor entre los lechos catalíticos. El convertidor consiste en una cápsula resistente a la presión y del cartucho de catalizador.

El gas en circulación entra la cámara del convertidor por la parte superior y fluye por el intercambiador de calor interior donde se le calienta a una temperatura de aproximadamente 390°C por el gas parcialmente convertido que va dejando el primer lecho catalítico. Al dejar el intercambiador de calor interno el gas entra ahora a los radiales del primer lecho catalítico yendo de la periferia al centro. El gas de síntesis caliente y parcialmente convertido proveniente del primer lecho es enfriado en el intercambiador de calor interno ya mencionado, hasta la temperatura de entrada al segundo lecho catalítico. Después de pasar el segundo lecho en dirección radial, el gas abandona el convertidor a través del tubo central. El gas de síntesis parcialmente convertido que deja el convertidor de amoniaco es enfriado en el primer calentador de

calor residual usando el calor de proceso desechado para generar vapor a alta presión saturado a aproximadamente 127 bar a.

La circulación de gas que sale del primer calentador de gas residual pasa al tercer lecho catalítico. El calor residual del proceso es recuperado en el segundo calentador de gas residual en forma de vapor saturado a alta presión a aproximadamente 127 bar a.

Después de abandonar el calentador de calor residual II, continúa el enfriamiento del gas reaccionado y la condensación del amoníaco ocurren en el intercambiador de calor gas/gas, el enfriador de agua y una serie de chillers.

Gas de compensación proveniente del compresor de síntesis es agregado al gas en circulación después del enfriador de ciclo II. Introducir gas de compensación en este punto del ciclo sirve como una medida de protección para los catalizadores gas de síntesis del amoníaco, ya que los rastros H_2O y CO_2 contenidos en el gas de síntesis son eliminados por medio del amoníaco líquido que se forma.

El amoníaco condensado se extrae del ciclo en un separador integrado en el intercambiador en frío y en un separador localizado corriente abajo del loop chiller II. El gas regresa a la etapa de reciclaje del compresor de gas de síntesis a través del intercambiador de frío, donde se es calentado. El amoníaco líquido proveniente del intercambiador de frío y el separador es flasheado por separado al flash drum, el cual opera a aproximadamente 20 bar a. Los gases disueltos que son liberados del amoníaco líquido durante su despresurización son tratados en el absorbedor de gas flash para recuperar el amoníaco.

El metano y el argón contenidos en el gas de síntesis de compensación y el excedente de nitrógeno resultante de la operación sobre estequiométrica del reformador secundario se acumulan en concentraciones más altas en el ciclo de síntesis del amoníaco. Al extraer un flujo de gas de purga del ciclo, después del loop chiller II, la concentración de este inerte se mantiene en un nivel predeterminado. El gas de purga es dirigido a la recuperación de amoníaco e hidrógeno.

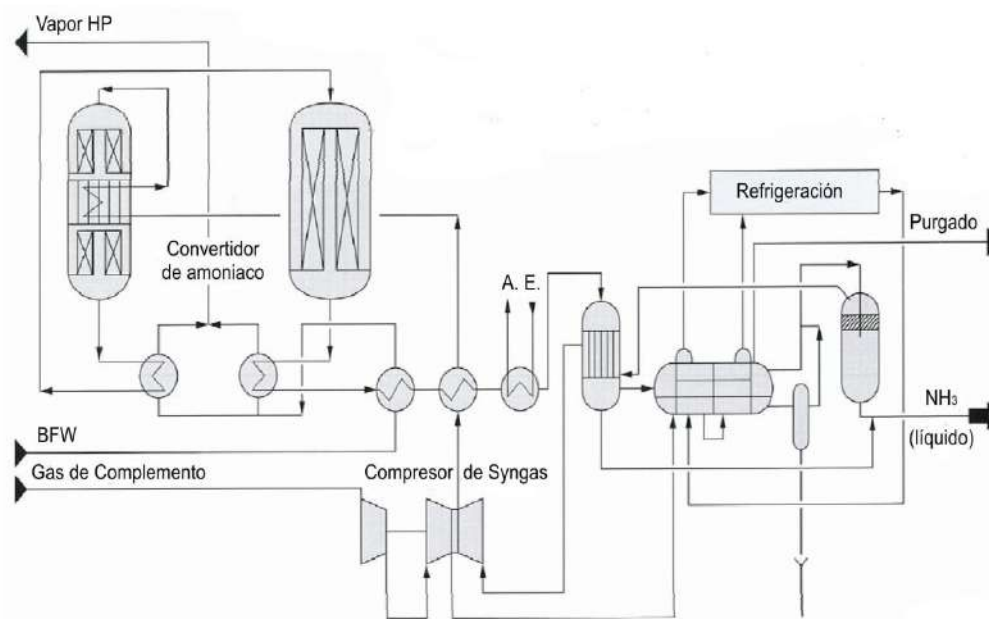


Figura 17 Ciclo de síntesis del amoníaco

Refrigeración

La unidad de refrigeración sirve para tres propósitos:

- Proveer la capacidad de refrigeración necesaria para enfriamiento en la planta de amoníaco.
- Enfriar el amoníaco producido hasta los -33°C requeridos para su almacenamiento.
- Para la separación de gases inertes disueltos en el amoníaco líquido.

El amoníaco es recibido desde el cilindro flash del ciclo de síntesis del amoníaco y es enviado al contenedor de presión intermedia. Entonces el amoníaco se flashea a 1.0 bar a en el flash drum de amoníaco para enfriarlo hasta una temperatura de -33°C y se bombea con bombas de amoníaco a los tanques de almacenamiento de amoníaco.

Recuperación del Amoniac

Los gases de amoniac contenido del gas de purga del ciclo de la síntesis de amoniac, los gases flash del flash drum y el gas inerte de la unidad de refrigeración son recobrados utilizando agua como absorbente.

El amoniac se recupera del agua en forma de amoniac puro por medio de destilación.

Recuperación del Hidrógeno

El hidrógeno contenido en el gas de purgado del ciclo de síntesis del amoniac es recuperado y reciclado para el compresor de síntesis. El gas saliente, principalmente metano y nitrógeno son utilizados como gas de combustión en el reformador primario.

La recuperación de hidrógeno se hace mediante un unidad modular de un fabricante de gran reputación. El proceso seleccionado se hace usando una tecnología de membrana semi-permeable o separación criogénica.

Removedor de Condensados

El condensado colectado en separador de condensados de proceso es descargado por las bombas de alimentación del removedor hacia el precalentador de condensados. El condensado se calienta a contracorriente para formar condensado removido y entonces se pasa al removedor de condensados.

El condensado pasa entonces al removedor, donde se calienta y se remueve con parte del vapor a presión media proveniente del fondo del removedor, siendo entonces que los gases disueltos en el condensado son removidos y liberados del proceso a través de la tubería de escape superior.

El condensado limpio se almacena en el fondo del removedor a un nivel fijo que se mantiene por medio de válvulas de control de nivel en la salida del precalentador de condensados. El condensado limpio se transfiere al contenedor de condensados de proceso en la desmineralización, pasando por el precalentador de condensados, del calentador y un enfriador de condensados. En el calentador, el condensado limpio se utiliza para el precalentado del aire de combustión del reformador primario.

Una parte del vapor de proceso se usa para el lavado del condensado de proceso en el lavador de condensados. La corriente superior se admite entonces en el flujo principal de

vapor de proceso adelante de alimentador/supercalentador de vapor en el banco de convección del reformador primario.

Desaeradores y bombas de BFW.

Nota: La descripción de la unidad incluye el sistema de vapor y de condensados

Preparación y aprovisionamiento de agua para alimentación de calderas.

El agua desmineralizada para la planta de amoniaco se calienta en el precalentador de agua desmineralizada antes de que pase al desareador. El barrido final oxígeno y la regulación del valor de pH del agua de alimentación de calderas se logran por la inyección de químicos y agua amoniacal.

Todos los consumidores de agua de caldera a alta presión son abastecidos por las bombas de agua de calderas. Estos consumidores son:

En el nivel de alta presión:

- Tambores de vapor.
- Atemperador de roció.
- Calentadores de calor residual.

En el nivel de presión media:

- Absorbedor.
- Varios atemperadores de roció.

Generación y abastecimiento de vapor.

Vapor a alta presión (AP).

En la planta de amoniaco el vapor de AP se produce a partir del calor residual de proceso a una presión de aproximadamente 125 bar.

Hay dos generadores de vapor:

- El enfriador de gas de proceso en el reformador de vapor y unidad de recuperación de calor de desperdicio.
- Caldera de calor de desperdicio I y Caldera de calor de desperdicio II en la unidad de síntesis del amoniaco.

El vapor saturado de estas dos fuentes es seguidamente supercalentado hasta una temperatura de 535°C en el supercalentador de vapor de alta presión situado detrás del

reformador secundario y en el supercalentador de vapor de alta presión del banco de convección.

Todo el vapor a alta presión supercalentado se introduce a la turbina del compresor de gas de síntesis.

Vapor a presión media (MP).

El vapor a presión media MP a aproximadamente 49 bar y a una temperatura de aproximadamente 415°C se obtiene extrayéndolo de la turbina de compresión de gas de síntesis. En la planta de amoniaco el vapor a presión media se requiere para:

- Reformador primario, como vapor de proceso.
- Turbina del compresor de refrigeración.
- Turbina de compresión de aire de proceso.
- Reboiler
- Precalentado de nitrógeno (solo en la inicialización)
- Removedor de condensados.
- Reformador secundario (mezclado con el aire de proceso)
- Sistema de sellado.

Para asegurar el aprovisionamiento de vapor al sistema de presión media de la planta en cualquier condición, se instalan estaciones de reducción de presión by-passing la turbina del compresor de gas de síntesis. En caso de un apagado repentino del compresor la válvula se abre automáticamente a una posición predeterminada permitiendo bajar vapor del sistema de alta presión al de presión media en cantidad equivalente a la cantidad extraída de la turbina antes del apagado del compresor. El balance de los requerimientos de vapor en la planta de amoniaco debe estar cubierto por un paquete de calderas.

Vapor a baja presión (BP):

Se utiliza vapor a baja presión, aproximadamente 4.5 bar, para la desaeración del agua de alimentación de calderas y para otros propósitos tales como el precalentado de combustible.

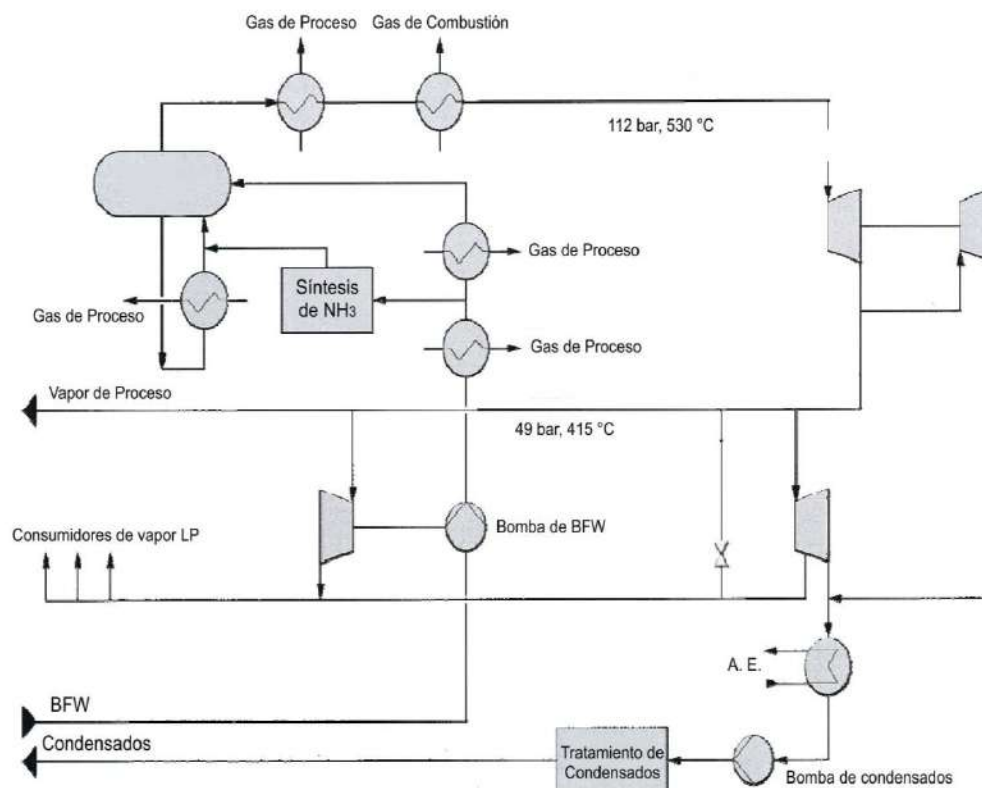


Figura 18 Sistema de Vapor

I.13 CONDICIONES DE OPERACIÓN

I.13.1 Operación de la planta

El diagrama de alcances internos en la planta de 2200 MTPD de amoníaco incluye servicios, edificios, facilidades externas y almacenamiento de amoníaco, incluyendo la carga de autotanques y carrotanques, como se muestra en la figura adjunta.



Figura 19 Diagrama de alcances internos en la planta de 2200 MTPD de amoniaco.

EMISIONES Y EFLUENTES

En general, las emisiones gaseosas se descargarán a la atmósfera.

El gas de combustión del calentador de inicializado, caldera del paquete y del reformador primario son liberados a la atmósfera por medio del tiro de la chimenea.

El dióxido de carbono recuperado será ventilado a la atmósfera desde la parte superior del separador de CO₂.

Las descargas de las válvulas de escape de la unidad de amoniaco se quemarán con ayuda de gas combustible en el quemador del proceso de amoniaco.

Los vapores de amoniaco de la zona de almacenamiento y embarque normalmente están refrigerados, pero serán quemados con ayuda de gas combustible en el quemador del tanque de amoniaco durante condiciones alteradas.

Se anticipa que las principales emisiones de la planta de amoniaco serán las que se describen más adelante. Todas las cifras sirven como información general y están sujetas a cambios en el diseño a detalle de la planta.

La cantidad esperada de gas en el tiro de la chimenea del reformador:

Gas de la chimenea: 270,000 Nm³/h

La cantidad de dióxido de carbono proveniente del sistema de remoción de CO₂ se estima de la siguiente manera:

CO₂: 96,000 kg/h

A. EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Las emisiones atmosféricas generadas durante la etapa de construcción, están asociadas principalmente a la emisión de material particulado, originado por el movimiento de tierra y excavaciones, tránsito de camiones, maquinaria, vehículos menores y actividades de construcción en general.

Dentro de las medidas de control, consideradas para la emisión de material particulado, se contemplará el riego continuo de las superficies para minimizar la presencia de partículas suspendidas. Adicionalmente, se considera cubrir o humedecer las pilas de material acopiado.

Por otro lado, se generarán gases debido a la combustión de equipos y motores, para controlar esta emisión de gases de combustión de los vehículos, se exigirá a las empresas contratistas que la maquinaria pesada y vehículos se encuentren en buen estado y que estén al día con su mantenimiento preventivo.

B. RUIDOS

En la etapa de construcción, se generará emisiones de ruido debido al funcionamiento de maquinaria pesada y actividades de construcción en general. El tipo de maquinaria que se utilizará durante la construcción corresponderá básicamente a camiones de volteo, compactadores de vibración (“bailarinas”), placas y rodillos compactadores, maquina alisadora de hormigón, grúas hidráulicas, compresores, retroexcavadoras, cortadoras de pavimento, soldadoras, máquinas y termofusionadoras de HDPE principalmente.

La operación conjunta de algunos de estos incrementará en forma localizada el nivel de presión sonora del área, no se prevé un efecto importante del ruido fuera de los linderos de la propiedad del proyecto.

C. RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos generados durante la etapa de construcción, corresponderán principalmente a residuos domésticos y residuos de construcción.

Los residuos sólidos domésticos serán principalmente desechos de alimentos y bebidas, sus empaques y embalajes, papeles y artículos de oficina, artículos de aseo personal y desechos varios. Su cantidad será variable y dependerá de la cantidad de trabajadores presentes en un momento determinado de la obra. La disposición temporal de tales residuos se realizará en recipientes separados por tipo de desperdicio, debidamente rotulados y con tapa, para evitar el crecimiento y desarrollo de fauna nociva. El retiro de la basura doméstica del área de proyecto, la realizará una empresa contratada para llevarlas hacia los tiraderos designados por la autoridad municipal.

Por otra parte, los residuos de construcción, serán aquellos materiales inertes que se generen por la propia actividad (cemento solidificado, metales, trozos de soldadura, cable, etc.). Estos serán acopiados y luego serán retirados por una empresa contratada, hacia un lugar autorizado por el municipio.

Existirán también los denominados residuos industriales peligros que serán básicamente los envases con grasas y combustibles (solventes, pinturas), baterías, filtros, paños de limpieza contaminados con sustancias peligrosas, etc. El manejo de este tipo de residuos implicará su debida clasificación e identificación, los cuales deberán ser almacenados en forma temporal en un lugar especialmente acondicionado, que evite la contaminación del suelo y mantos freáticos y con acceso controlado, para luego ser retirados para disposición final por una empresa debidamente acreditada para tal fin. De igual forma, donde se tengan materiales inflamables o combustibles, deberán contarse con los elementos de prevención y combate de incendios requeridos al tipo de material que se trate.

I.14. DISEÑO ELECTRICO

I.14.1. Filosofía de diseño

El diseño del sistema eléctrico será conforme a la Norma Oficial Mexicana Instalaciones Eléctricas (Utilización) *NOM-001-SEDE-2012* o a los estándares del proyecto.

La energía será suministrada a través de una línea aérea de 115 kV, suministrada por la CFE a la subestación principal de la planta y transformado a 13.8 kV con el transformador TR 100, para su consumo.

Las acometidas de 13.8 kV que vienen de la turbina del generador de vapor y de la subestación serán en el edificio del transformador como es requerido y la energía eléctrica

será distribuida en forma trifásica, 60 Hz, a 13.8 kV, 4.16 kV y 480 V, a través de transformadores reductores al 100% de capacidad. La energía eléctrica será como sigue:

- Medio Voltaje de 13.8 kV para motores arriba de 1750 kW
- 4.16 kV para motores sobre 150 kW
- y 480 V para motores hasta, incluyendo los de 150 W.

En el muelle, habrá una fuente de energía eléctrica separada para el brazo de carga. La unidad de amoniaco deberá ser diseñada para operar con “cero” energía eléctrica, durante la operación normal, pero con la flexibilidad de operar al 100% con energía externa.

En condiciones normales de operación, la planta será autosuficiente y generara su propia energía de manera que satisfaga sus necesidades, a través de un generador a turbina de vapor. Solo se prevé el uso de la energía de la red eléctrica de CFE, a través de la subestación, para el arranque inicial de la planta y para los arranques después de los paros por mantenimiento o eventualidad. La demanda total de la planta de amoniaco y sus instalaciones, incluyendo tanques de almacenamiento, carga y edificios, será de aproximadamente 20-22 MW.

El sistema de distribución y el sistema de medio voltaje serán debidamente puestos a tierra. Las resistencias deben ser conectadas al neutro, marcadas como línea a neutral, y tener 10 segundos de capacidad nominal, para la corriente inicial especificadas en la hoja de datos. El sistema de bajo de voltaje, será aterrizado directamente. Otros sistemas de voltaje son posibles previo acuerdo con las partes interesadas.

Las cargas serán distribuidas, de tal forma que los servicios con accionamiento dual, tengan sus unidades de trabajo y de respaldo suministradas desde ambos lados de cada sección del bus, de los tableros de interruptores relevantes.

Los equipos esenciales, que se requiere se mantengan en operación, en el caso de una pérdida de energía desde la fuente de suministro principal, contarán con un sistema de energía de emergencia de 4.16 kV, de 3 fases, que será alimentado por un generador, a motor diesel, de emergencia. Un transformador de 4.16 kV / 480 V alimentado por este sistema, a su vez, suministrará energía a 480 V, trifásica, 60 Hz para mantener operativo el centro de control de motores y de tableros. Los generadores diesel de emergencia, suministrarán la demanda de 4.16 kV y 480 V a los tableros de emergencia.

Algunos motores de la planta serán configurados en grupos escalonados, para tener una reacceleración automática y prevenir una sobrecarga súbita, posterior a una caída de voltaje.

PROTEGIDO POR



I.14.2. DIAGRAMA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

La totalidad del sistema se muestra en la Figura 20.

La planta tendrá cuatro transformadores de reducción, dos de 13.8 kV a 4.16 kV y otros dos de 13.8 kV a 480 V. Cada transformador estará lleno de aceite y serán del tipo auto enfriado o enfriados por aire si se requiere, y dimensionados para suministrar la carga total, en el caso de una pérdida de energía debido a un fallo o apagado para mantenimiento. El tablero de alineación normal, tendrá un circuito de auto transferencia, que permita seleccionar entre dos interruptores automáticos de circuitos secundarios y un interruptor automático acoplador.

El tablero de 13.8 kV y 4.16 kV tiene interruptores automáticos circuitos de alineación con interruptores automáticos de vacío y contactores de vacío. Estos interruptores de circuito, tendrán un nivel continuo de corriente de 1,250 amperes y tendrán niveles adecuados de voltaje. Los niveles continuos de corriente, asegurarán que en caso de operar a carga completa los transformadores se accionan un sistema de aire forzado de enfriamiento.

Contactores de vacío, en combinación con fusibles, serán empleados para intercambiar los motores de alto y medio voltaje.

El resto de la distribución para la planta será suministrado a 480 volts derivado de los dos transformadores de 13.8 kV y 480 V. Se suministrarán 480 V, en carga normal, al tablero de control de motores.

Un interruptor de circuito, normalmente cerrado en 4.16 kV, conectará el bus primario, a un bus de emergencia para suministrar el interruptor principal de emergencia. Las cargas esenciales serán alimentadas a través de un bus de emergencia, impulsado por un generador alimentado a diesel, suministrando 4.16 kV. En condiciones normales de operación, los tableros de interruptores de operación normal y de emergencia están interconectados. Sin embargo, en una pérdida sostenida de energía, los interruptores automáticos de circuito, normalmente cerrados, se abren y el generador arranca automáticamente, se abre el interruptor de circuito, normalmente cerrado, del generador diesel y alimenta al tablero. Controles automáticos asegurarán que los generadores estén sincronizados, antes de que se realice la reconexión del tablero normal.

El tablero de emergencia de 4.16 kV alimentará a todos los sistemas esenciales, equipos críticos, instrumentos, válvulas operadas a motor, paneles de iluminación de emergencia, paneles de relevadores, cargadores de baterías y unidades de respaldo de energía (UPS) en la planta y sus instalaciones.

Arrancadores de motores automáticos, individuales de 480 V, tendrán interruptores automáticos para protegerlos de corto circuitos. Las cargas pequeñas, serán alimentadas desde un sistema de energía de una fase de 120 V, 60 Hz y su neutral. Todos los instrumentos no esenciales, serán alimentados por este mismo sistema.

Todos los motores de la planta contarán con las especificaciones necesarias de acuerdo a su uso. La subestación eléctrica, cuarto de interruptores, transformadores y el generador diesel, estarán localizados en áreas seguras. Todo el equipo eléctrico, instalado en áreas

peligrosas, deberá estar certificado para tal fin por una instancia reconocida internacionalmente.

Los cables tendrán blindaje de acero y de PVC, y de forma general estarán instalados en soportes (racks), charolas aéreas y conduit, con instalación subterránea donde se requiera (Anexo 2).



I.14.3. ALUMBRADO

Alumbrado de la Planta



Todas las áreas bajo techo y exteriores, contarán con alumbrado (activado por fotoceldas), esta última se hará a través de luminarias instaladas en toda la planta. En áreas donde las luminarias no puedan alumbrar de manera adecuada, se colocarán fuentes de iluminación locales adicionales.

La iluminación general será con un sistema de 480 Volts, 3 fases, 60 Hz y la iluminación suplementaria y de emergencia, será con 120

Volts, una fase, 60Hz. Las luces serán de sodio a alta presión o del tipo fluorescente. Conectores de tres terminales, se instalarán en todas las áreas de la empresa, para suministrar energía a lámparas por cables y herramientas manuales. El voltaje de esta línea será 120 Volts, una fase.

Por otro lado, se tendrán conexiones para máquinas de soldar, de 5 polos, 3 hilos con la capacidad de operar con este tipo de equipo. Toda la instalación eléctrica del sistema de iluminación, estará blindada con cable de acero y aquella cercana a la zona del reformador, deberá incorporar cables resistentes al calor.

El sistema de iluminación de emergencia y las luces de obstrucción (luces de advertencia para aeronaves), contarán con un sistema de energía independiente y estará conectado al tablero de energía de sistemas esenciales (Anexo 2).

Instalación de la iluminación en edificios

La instalación eléctrica dentro de los edificios, se hará conforme a los lineamientos de la normatividad correspondiente y contemplará medidas de seguridad para el personal.

Los cables de alta potencia, no serán instalados en los mismos conductos donde se lleven cables de bajo voltaje o de los sistemas de telefonía o intercomunicación. El mínimo tamaño de los cables será de 2.5mm.

El número de cables a instalar en los ductos o conduits, nunca deberá exceder el factor de espaciamiento del 35%. Requerimientos para gabinetes y sellos a prueba de fuego de equipo eléctrico se incluyen en los estándares internacionales correspondientes.

Todo el sistema de iluminación de los edificios, será diseñado para operar a 120V, con luminarias fluorescentes compensadas y conexión a tierra. Un sistema de iluminación de emergencia es considerado en el diseño, que tendrá luces de emergencia libres de mantenimiento y cargadores de batería (Anexo 2).

I.14.4. SISTEMA DE TIERRAS

El sistema de tierras de protección, se instalará conforme a las especificaciones correspondientes.

Todo el equipo eléctrico, operando por arriba del nivel de voltaje considerado bajo, debe ser protegido contra fugas de corriente. Para esto, todas las instalaciones hacia los usuarios, deben incluir una terminal de tierra o equivalente, conectado al sistema de tierras físicas, como se indica:

- Conexión a tierra de los enchufes.
- Conexión a tierra del embobinado secundario y de la carcasa del transformador.
- Metal expuesto de aparatos y equipos.
- Todo la estructura metálica asociada con sistemas de cableado, rejillas, canaletas, blindajes, conduits y cajas de conexión.

Para la conexión del cable de tierras a los electrodos de acero inoxidable, deberán emplearse tuercas, arandelas y tornillos del mismo material. Todas la demás formas de conectar el sistema de tierras en el resto de la planta, debe hacerse por mordazas, empalmes, tuercas y tornillos de materiales no ferrosos y/o materiales cadminizados. Nunca debe usarse material galvanizado.

Se deben instalar el número de electrodos a tierra, interconectados, de manera que la resistencia no exceda 1.0 ohm. Todos los electrodos, deberán tener un registro de inspección y prueba y solo se permite una conexión por electrodo. El número de registros se determinará en la etapa de ingeniería de detalle.

Tanto la estación de recepción de energía y la zona de transformadores, deberán contar con tapetes dieléctricos, de manera que se asegure que al pisarlos, cualquier voltaje presente esté limitado a valores seguros (Anexo 2).

I.15. INSTRUMENTACION

I.15.1. FILOSOFIA DE DISEÑO

La aproximación adoptada, para determinar el tamaño de los sistemas de instrumentación y control, se describe a continuación:

I.15.1.1. Objetivos del Sistema de Control

Los objetivos del sistema de control, son los siguientes:

1. Proveer de un control continuo, confiable, consistente y exacto del proceso.
2. Proveer instalaciones para un registro y monitoreo de alta integración del proceso.

3. Tener un sistema de alarma de desempeño confiable y consistente.
4. Contar con un sistema seguro de operación de la planta.
5. Alcanzar una alta eficiencia en la operación de la planta.
6. Alcanzar la repetitividad del proceso.
7. Minimizar intervenciones que requieran de tiempo del operador, adicionales a aquellas donde su participación es programada y necesaria.

I.15.1.2. Descripción General del Sistema de Control

En general, el sistema de control, tendrá dos sistemas operando de forma independiente y un sistema de detección de fuego y gas (SDFyG):

1. Un sistema de control y monitoreo, a través de un sistema de control distribuido (SCD), como se describe en la sección 1.15.2.
2. Un Sistema Integrado de Seguridad (SIS), el cual será completamente independiente en funcionamiento al SCD, como se describe en la sección 1.16.
3. Un Sistema de Detección de Fuego y Gas (SDFyG) de diseño pasivo, sin control automático en otros equipos, como se describe en la sección 1.11.3.

La consola de operación del SCD y SIS, se localizará en el cuarto de control, desde donde la operación normal de la planta será llevada a cabo. Tanto el cuarto de control, como el cuarto de equipo de instrumentos, tendrán aire acondicionado y dispositivos de detección de fuego y humo, localizados de tal manera, que provean de protección adecuada a equipos individuales y áreas ocupadas de manera permanente.

I.15.1.3. Instrumentos de Campo

La extensión y localización propuestas para los instrumentos de campo, se presenta en los diagramas que se encuentran en el Anexo 2, conforme con los códigos y estándares definidos en el proyecto.

La utilización de diferentes instrumentos para la medición de temperatura, flujo, presión y nivel, se determinarán por las condiciones del fluido de proceso. Las válvulas de control, serán en general, operadas neumáticamente.

1.15.1.4. Señales de Nivel

Las señales al y desde el cuarto de control serán electrónicas. En particular, las señales de entrada y salida análogas de alto nivel, deberán ser de 4-20 mA, alimentadas desde el SCD y los blindajes de los cables aterrizados únicamente en el SCD.

Las señales digitales desde el equipo de control de motores e interruptores de campo deben utilizar contactos secos o libres de voltaje. Las salidas digitales “secas”, deben

poder operar en el rango de los 24 V DC a 125 V DC o cargas inductivas de 120 V AC, 60 Hz hasta los 2 amperes.

Todos los equipos y accesorios deben ser diseñados, de acuerdo a la directiva ATEX 94/9/EC¹. A menos que se especifique de otra manera, debe especificarse para atmósferas peligrosas, Zona 2, Grupo Gas IIC.

El tipo de protección debe ser:

- A prueba de flama (Ex d)
- Seguridad Incrementada (Ex e)
- Intrínsecamente Segura (Ex ia / ib)
- Purgada (Ex p)

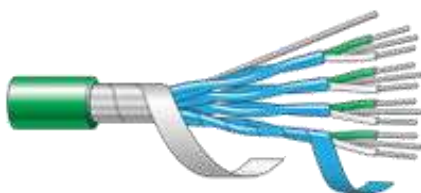
Equipo intrínsecamente seguro, solo debe ser usado donde se requiera de acuerdo a la clasificación de la zona.

Los lazos de control local serán neumáticos, donde todas las señales análogas neumáticas deberán estar entre 0.2 y 1.0 barg. La presión normal del aire de instrumentos, debe estar en 6 barg. Todos los instrumentos operados por aire, deben ser capaces de operar de manera correcta, con una presión mínima de aire de 4 barg, especialmente para alcanzar un apagado controlado en un tiempo de 30 minutos.

I.15.1.5. Cableado



Generalmente, un par de cables sencillos deben usarse, para llevar señales de campo desde los instrumentos de proceso, hacia la caja de conexiones instalada localmente. Estos cables normalmente operan en un rango de temperatura de -30°C a +105°C, y están forrados por una cubierta de PVC resistente al calor.



Cables múltiples (24 pares, 12 pares o 6 pares) o cables de comunicaciones deben emplearse para llevar señales entre las cajas de conexiones o multiplexores locales y el cuarto de equipo de instrumentos, dentro del cuarto de control.

Cables sencillos o múltiples o de enlace de comunicaciones, deben ser empleados para llevar la señal entre paneles locales y el cuarto de equipo de instrumentos. En general, cables de diferentes colores, deben emplearse para:

- Señales análogas
- Señales digitales de entrada
- Señales digitales de salida



¹ La Directiva ATEX, surgida y aplicable en la Unión Europea, describe qué tipo de equipamiento y ambiente es permitido para el trabajo en una atmósfera explosiva.

- Sistema contra fuego

Donde se empleen cables intrínsecamente seguros, estos deberán ser identificados de los no intrínsecamente seguros, por medio de un color diferente. Los cables de enlace de comunicaciones, también pueden emplearse para señales análogas. Racks y charolas se emplearán para llevar los cables, desde el instrumento de campo, hasta el cuarto de equipo de instrumentos. Todos los cables deben tener aislamiento de PVC y blindaje SWA². Los cables de núcleo múltiple tomando y llevando señales del cuarto de equipos de instrumentos, deben entrar a este cuarto a nivel bajo, a través de pasa muros debidamente sellados, para mantener las condiciones ambientales dentro del cuarto de control.

Una matriz de racks de cables se requiere que corra a nivel bajo, en el cuarto de equipos de instrumentos, para permitir que el cable sea enrutado bajo el piso, hacia los gabinetes adecuados. Los cables de sistema, también deben emplear esta matriz para llegar a su posición, debajo de la consola del operador del SCD, debajo del piso elevado del cuarto de equipo de instrumentos y cuarto de control.

Otros racks debajo del piso elevado se requerirán dentro de los cuartos de equipos de instrumentos y de control, para acomodar cables de energía y mantener una separación adecuada hacia los cables de señal. En caso de que se requiera llevarlo en forma subterránea, los cables deberán tener el blindaje SWA, estar recubiertos de PVC y contenidos en ductos. Los sistemas de cable redundantes, deberán estar en racks separados y lo más distantes unas de otras como sea posible.

I.15.1.6. Requerimientos Eléctricos

La alimentación de energía al SCD será de 120V, 60Hz, una fase. El sistema de respaldo de energía se hará a través de una fuente de energía ininterrumpida (UPS) a 120V, 60Hz. Los voltajes de control para solenoides, será de 120V, 60Hz pero puede cambiarse durante el desarrollo de la ingeniería básica. Toda la instrumentación de campo que requiera de energía eléctrica operara a 120V/60Hz nominales.

² Este tipo de cable (Steel Wire Armoured – SWA) puede emplearse para instalaciones fijas interiores y exteriores, en ductos o en líneas enterradas. El cable blindado de acero, cuenta con características mecánicas de protección y por ello puede usarse en exteriores, directamente enterradas en zonas donde se espera mucho estrés sobre las líneas.

I.15.1.7. Unidades Modulares

Algunas secciones de la planta, especificados como unidades modulares, serán suministrados completamente con sus instrumentos de campo y paneles de control donde se requiera. Esto incluye, pero no se limita a:

- Unidad de Calderas
- Planta de Aire
- Planta de Nitrógeno
- Sistema de Enfriamiento
- Planta Desalinizadora
- Sistema Desmineralizador
- Sistema de Potabilización de Agua
- Sistema de Aguas Residuales
- Unidad de recuperación de Gas de Purga
- Compresoras/Turbinas

Cada panel de control local, debe tener dispositivos de medición local e indicadores de estatus de alarma. En condiciones normales de operación, las unidades modulares serán controladas desde el panel local, aunque con cierto nivel de supervisión desde el SCD. Las alarmas de proceso comunes, serán repetidas desde el panel local hacia el SCD, a través de cableado de enlace o uno vía serial.

Las alarmas serán repetidas del panel local al Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS), con la intención de iniciar un apagado de emergencia.

En caso de falla que haga necesario un apagado de emergencia, se requiere de una conexión que envíe la señal desde el SIS hacia el panel local, para asegurarse que se tomen las acciones necesarias.

Los sistemas críticos, tendrán redundancia para:

- Suministro de Energía para el gabinete de control.
- Suministro de energía para PLC's y sus equipos asociados.
- Tarjetas y puertos de comunicación serial

I.15.2. SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (SCD)

I.15.2.1. Generalidades

El Sistema de Control Distribuido (SCD) consistirá de dos componentes funcionales integrados:

I.15.2.2. Sistema de Control

Este consiste de estaciones remotas, estaciones de operación, comunicaciones y todo el equipo y software requerido para la operación normal de la planta. La distribución del equipo de las estaciones remotas, se limitará al cuarto de equipo de instrumentos. La consola del control, en el Centro de Control de Operador (CCO) permitirá al operador, monitorear y controlar el proceso.

La instrumentación conectada al SCD, proveerá de información de proceso de forma continua. El control se realiza por medio de circuitos cerrados, que son parte integral de SCD.



I.15.2.3. Instalación Central de Procesamiento

La Instalación Central de Procesamiento será capaz de obtener información desde el SCD, realizando cálculos y formateo de los datos que se presentan por medio de las estaciones del operador e impresoras. De igual manera, será capaz de realizar operaciones especializadas, que involucren más de una estación remota y que no sean parte de la operación normal de la planta.

I.15.2.4. Configuración del Sistema

General

El Control del sistema será configurado como se describe en esta sección y será desarrollado con los objetivos siguientes:

- Las funciones de seguridad de la planta, serán realizadas por un Sistema independiente de Seguridad Instrumentado (SIS). Sin embargo, el estatus de la planta de este sistema será monitoreado y registrado por el SCD, que es la ventana de operación primaria en la planta.
- Para mantener la integridad del Sistema de Control, la planta contará con capacidad de operar autónomamente, a un nivel de las estaciones remotas del SCD. Si las comunicaciones se pierden entre cualquiera de las estaciones remotas y el sistema de control, los puntos de ajuste de los controladores se congelarán y se generarán las alarmas correspondientes.
- El esquema de instalación se basará en las técnicas de un Sistema de Control Distribuido, usando enlaces de datos para el sistema de comunicaciones, que permitan reducir instalaciones y conexiones en sitio.
- El sistema debe permitir la coexistencia de las funciones de operación e ingeniería, sin afectar la recolección y procesamiento de datos normal.

Estaciones remotas

El equipo de las estaciones de operación remota, conformado por interfaces de Entrada / Salida (E/S) y gabinetes organizados en el cuarto de instrumentos. Una terminal de ingeniería se localizará dentro de las oficinas designadas.

Para mantener la integridad de las comunicaciones entre las estaciones remotas y otros equipos distribuidos en la planta, se contara con un canal de comunicaciones bidireccional, enrutado de manera separada, hacia sus diferentes destinos.

Interfaces de Entrada / Salida (E/S) de la planta

Las estaciones remotas, contarán con las capacidades de interface siguientes:

- Señales análogas de entrada
- Señales análogas de salida
- Señales digitales de entrada
- Señales digitales de salida
- Entradas de señal de temperatura (termocople/RTD)
- Entradas de transmisores inteligentes
- Entrada de pulsos
- Terminales de comunicación serial
- Bus de comunicaciones de campo.

Gabinetes de Integración



Se instalarán gabinetes, donde se integrarán las terminales de conexión para los cables de campo, que vengan desde los transmisores y elementos de control. La función normal de estos gabinetes, es servir de interface entre los cables que vienen de proceso y las tarjetas de conexión de E/S. Sin este tipo de gabinetes, se generan muchos problemas de operación y mantenimiento

del gran número de cables que se generan en la instalación.

Terminal de Usuario

Una Oficina designada, tendrá una terminal de usuario, para permitir el acceso local a todos los dispositivos y contará con protección por medio de llave. Se configurará, para que cuando no esté en uso, se revierta al modo de “Solo Visualización”, para mantener la seguridad de la planta.

Instalaciones de la Planta

Estas instalaciones, son aquellas correspondientes al sistema de control, que estarán disponibles en más de una estación remota. Las funciones requeridas, incluyen las siguientes:

- Comunicación con las estaciones remotas
- Registro de Históricos de la planta
- Manejo de las Alarmas/Eventos
- Monitoreo del Rendimiento
- Programas de aplicación
- Comunicaciones con el Operador

Centro de Control del Operador (CCO).

La interface del operador (terminal de usuario) en el CCO, deberá contar con:

- Una consola de control del operador
- Una impresora para reportes de Eventos/Reportes (E/R)

Todo el equipo debe ser diseñado para satisfacer los siguientes requerimientos operacionales:

- La consola debe ser diseñada para ser operada por dos operadores simultáneos.
- Debe ser ergonómicamente diseñada, para minimizar la cantidad de movimientos de los operadores y facilite la operación.

Consola de Control del Operador

La consola de interface de usuario, debe combinar 3 áreas funcionales como se indica:

- a. Una Interface Combinada del Operador, que debe tener:
 - Unidades de Visualización del Sistema de Control
 - Teclados y botones operativos
- b. Una Interface del Sistema de Seguridad (SIS), que debe tener:
 - Botones de paro
 - Interruptores de llave, para el paro del arranque (Si fuera necesario)
- c. Una Interface de Telecomunicaciones, que deberá contar con audífonos y otro equipo de comunicaciones.

Base de Datos

El sistema de control debe mantener una base de datos, que permita al operador visualizar información directa e indirectamente, relacionada con la planta. Los datos deben reflejar:

- Estado de las alarmas generales, estatus del grupo de alarmas, pre alarmas y alarmas de paro.
- Puntos de ajuste, señales de estatus / posición de las variables de medición y control, de los circuitos de control.
- Estatus de equipo (Ejemplo: Operación, paro, cortos, sobrecargas, aislamiento para mantenimientos o arranques, etc.).
- Datos diarios de la operación totalizados.

También deberá contener puntos definidos para cada entrada y salida física, derivada y pseudo entrada/salida, de manera que permita examinar toda la información pertinente sobre el sistema, como puede ser:

- Dispositivos Digitales
- Entradas y salidas análogas
- Valores calculados o derivados
- Totalizadores
- Pseudo entradas (vía conexiones seriales)
- Lazos de control
- Texto

Pantallas de Visualización

General

Todas las pantallas de visualización, deben contener un número de campos fijos que presentarán la información siguiente:

- Fecha y Hora
- Mensajes al fondo o parte superior de la pantalla o por medio de un visualizador dedicado
- Respuestas predefinidas al tablero, en localizaciones definidas.

Cada pantalla debe hacer máximo uso de colores, donde sea práctico. El cursor debe poder moverse en al menos cuatro direcciones (vertical, horizontal, hacia adelante y hacia atrás) sin eliminar o sobrescribir caracteres ya escritos, y deben poder ser editados sin tener que cambiar la pantalla completa.

Las pantallas deben ser actualizadas de forma dinámica, para reflejar cambios en los estados y valores de los datos mostrados. Todos los mensajes al operador, deberán ser entendibles para el operador (redacción, tamaño, contraste, etc.).

Debe permitir ser interactiva, de manera que se puedan recuperar los identificadores de datos siendo mostrados y de igual manera poder enviar el contenido de la pantalla, hacia una impresora, en cualquier momento, con solo oprimir una tecla, sin que esto inhiba las funciones de la estación del operador y de ser necesario se forme o coloque en la cola de impresión, si otros reportes o pantallas han sido enviados a impresión de forma previa.

Todas las pantallas y reportes, deben reflejar el estado actual de las alarmas y todos los datos, incluyendo si alguno de esos datos se encuentra en estado de alarma.

Información General en Grupos

Un máximo de 50 variables del proceso (entre análogas y digitales) pueden ser visualizadas al mismo tiempo. En caso de que un grupo de variables sobrepase ese límite, el sistema debe enfatizarlo.

Diagramas de Visualización

Cada pantalla debe poder incluir diagramas de visualización, por medio de Unidades de Visualización Gráficas (UVGs) o Semigráficas, que deben ser lo suficientemente realistas, para reconocer de manera inmediata, el proceso que está siendo visualizado. Esta forma gráfica de mostrar los datos, debe señalar el estado actual del equipo (por ejemplo

válvulas abiertas o cerradas) por medio de colores y textos contrastantes, que también señalen condiciones normales, condiciones de alarma o fallo. Las impresiones, deben también mostrar esta información.

Visualización de Datos Individuales

El sistema, debe permitir que el operador sea capaz de visualizar datos específicos y ver en forma detallada, mayor información del mismo, que venga del sistema de control, sobre su configuración y estatus actual y que también son actualizados al mismo ritmo que los demás datos visualizados.

Secuencias de visualización gráfica

Se contará con 3 niveles de secuenciación de visualización:

- Secuencia de ajuste de lazos
- Secuencia en tiempo real
- Datos Históricos

Variables de proceso pueden ser asignadas al mecanismo de secuenciación por medio de configuración. Las secuencias deben poder ser vistas en las UVGs o la impresora.

Información de Alarmas

La visualización de alarmas es un aspecto clave del sistema, debe ser capaz de mostrarlas en un número diferente de formatos (puntuales, resumen de alarmas e historial de alarmas). Cuando una alarma ocurre la pantalla debe mostrar en forma inmediata la condición, acompañada con una alarma audible.

Los resúmenes de alarmas, proveen de un historial cronológico de alarmas actuales y desconocidas, que se complementan, con el registro histórico de datos y eventos almacenados en un disco o medio físico de almacenamiento.

El SCD debe administrar este sistema para toda la planta y debe ser capaz de detectar su origen (SIS, fuego, pre alarma, etc.), y asignar niveles de prioridad.

Reportes

El SCD debe contar con un sistema de administración y configuración de reportes, tipo hoja de cálculo. Estos reportes pueden ser configurados en línea y estar disponibles en forma programada o bajo demanda.

Interfaces del sistema

El SCD debe interactuar con el Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS), los controladores lógicos programables (PLC's), los sistemas de análisis del proceso, los sistemas de monitoreo de vibración y temperatura y otros sistemas basados en microprocesadores, así como tableros de interruptores, a través de enlaces seriales o cableados de E/S.

Todas las unidades modulares, deben contar con su propio PLC de secuenciación, que debe comunicarse al SCD, por medio de un enlace serial. Una vez que la información este en el sistema, estará disponible para todas las unidades de control históricos, etc.



Criterios de Diseño y Desempeño

Integridad del Sistema

El sistema de control es una parte esencial de la operatividad y seguridad de la planta, por tanto, debe mantener un alto nivel de disponibilidad e integridad. Esto deberá alcanzarse a través de:

- El uso de componentes y partes de alta confiabilidad.
- El uso de hardware redundante donde sea apropiado.
- Verificaciones rutinarias y/o automáticas.
- Arreglos simplificados para la identificación de fallas, reparación y reemplazo.

Confiabilidad

El sistema de control debe tener un alto grado de tolerancia al mal funcionamiento del hardware, software o a fallos del operador. Cada fallo generado, debe tener su efecto

localizado, de manera que el sistema de control se mantenga operativo, con una reducción posible en el nivel de funcionalidad. De igual manera, el sistema de control tendrá características de auto diagnóstico y minimización de control de pérdidas, en caso de fallos, de manera que el operador siempre dispondrá de un modo de acceder a los lazos de control de los elementos finales, aun en forma manual.

I.16. SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD (SIS)

I.16.1. General

El SIS se localizará en el edificio de control y debe poder ser activado en forma manual y automática, para implementar apagados del sistema para proteger al personal, el medio ambiente y la planta; de igual manera, debe ser capaz de realizar sus funciones de seguridad, independientemente de cualquier otro sistema de control de la planta. Este sistema, debe tener como mínimo:

- Iniciadores de paro de instrumentos de campo dedicados.
- Botones de paro para el operador.
- Lógica centralizada de apagado.
- Dispositivos de actuación de paro dedicados.
- Panel de Soporte de apagado.
- Indicadores de alarma (independiente del SCD).
- Instalaciones de anulación para mantenimiento.
- Reportes de secuencia de eventos.
- Terminales de visualización (Ingeniería).

El SIS debe contar con un alto nivel de integración con la interface de usuario, fallas individuales no deben resultar en pérdida del sistema completo.

I.16.2. Nivel de Requerimientos de la Integridad del Sistema

El SIS debe ser diseñado para cumplir los Niveles de Integridad del Sistema (SIL, System Integrity Level). El *IEC-61508 Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related Systems* (Seguridad Funcional de los sistemas eléctricos, electrónicos y eléctricamente programados) considera los riesgos potenciales al personal operativo y el medio ambiente, relacionando el fallo, a las condiciones de peligro en cada lazo.

El resultado de dicha consideración, si se toma, podría dar a cada lazo de control un nivel de integridad de sistema (SIL) un valor entre 1 y 4, que puede ser empleado para

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

determinar el más apropiado tipo de SIS a emplear, para proteger al personal, el medio ambiente y el proceso.

No se establecerán niveles de integridad del sistema individuales (SIL), ya que tomando el peor escenario para la planta, conforme a IEC 61508, la falla de un lazo puede derivar en una condición peligrosa y con la muerte de muchas personas dentro de la misma. **Este tipo de incidentes son de poca probabilidad de ocurrencia y muy poco frecuentes de suceder. En todo caso, estos factores dan para esta condición un nivel 2.**

Por tanto, el SIS debe ser programado y aprobado para sistemas de seguridad IEC 61508, SIL Nivel 2.

I.16.3. Interface del Operador.

La interface primaria del operador con el SIS, debe ser a través del panel de soporte de apagado (PSA) y sus indicadores asociados, que contendrán los interruptores de anulación del operador (OOS).

De forma alternativa, el proveedor del SIS, deberá suministrar computadoras personales, con seguridad probada y aprobada, para las interfaces gráficas del operador (UVGs) que puedan mostrar la operatividad del PSA y OOS, con el beneficio mínimo adicional de tener diferentes niveles de acceso y passwords de protección, registro de eventos y tiempos.

Los interruptores de anulación para mantenimiento (MOS) deben ser implementados, empleando una aproximación por cableado y/o software. Cada iniciador o entrada al SIS, debe tener un interruptor de este tipo, que al ser accionado, anule la funcionalidad del dispositivo de campo, pero no el de la alarma de contacto asociada.

Cualquier sistema de anulación por cables, debe ser instalado en los gabinetes del SIS, localizados en el cuarto de tableros, operado por medio de llaves y con un estricto sistema de control de permisos de trabajo.

“Interruptores de apagado en campo” podrán instalarse en la planta, para las aplicaciones críticas.

Una terminal de visualización (UVG) debe permitir la fácil reconfiguración y reprogramación del sistema (en línea y fuera de línea), que debe ser una actividad segura y restringida, protegida por medio de password, para prevenir accesos no autorizados.

Una Grabadora de Secuencia de Eventos (SER) monitoreará y facilitará el análisis de las señales de E/S de los arrancadores, los interruptores de anulación para mantenimiento (MOS), los interruptores de anulación del operador (OOS) y otras señales de seguridad relacionadas.

I.16.4. Redundancia

El SIS de la planta debe ser diseñado para maximizar la disponibilidad de la misma, reduciendo los tiempos de paro o pérdidas de producción, que pueden derivarse del fallo de un componente dentro del sistema.

El SIS debe contemplar en su diseño, el cambio suave y sin interrupciones, entre dispositivos redundantes, cuando falle el elemento primario, permitiendo el reemplazo en línea (operando) de todos los elementos que hayan fallado, sin ningún impacto negativo en la operación segura de la planta y/o el proceso. La redundancia dual, como mínimo, debe considerarse para:

- a. Los interruptores principales y cables de alimentación de la unidad principal de energía, así como los circuitos e interruptores de distribución de corriente (CA/CD).
- b. Fuentes de energía y controladores de proceso, con capacidad de hacer intercambio, en caso de fallo, con sus dispositivos de reemplazo, en forma automática, suave y sin interrupciones.
- c. Iniciadores, los cuales al activarse, puedan apagar de forma independiente, una planta o algunas de sus unidades modulares, contando incluso con dispositivos de campo por triplicado, seleccionando 2 de cada 3, en el SIS.
- d. Todos los componentes de la red, deben ser completamente redundantes, incluyendo interruptores de red, conexiones, cableado de red y sus nodos asociados (ej. controladores, estaciones de trabajo, etc.).

II. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Para la identificación de los probables tipos de riesgo se consideraron las características de la línea propuesta; un grupo multidisciplinario analizó los diagramas básicos de flujo de proceso (planta, amonioducto y gasoducto). Los criterios de selección para la metodología utilizada para la evaluación de riesgo fueron los siguientes:

- Estadísticas de clasificación de incidentes por componentes de los sistemas de la planta.
- Distribución típica de las causas de fallas.

II.1. Identificación de riesgos Potenciales

De acuerdo al punto anterior se identificaron los siguientes riesgos potenciales.

- Fuga en la tubería de gas natural.
- Fuga de amoniaco en el sistema de venteo.
- Fuga de amoniaco del tanque de almacenamiento.
- Fuga de amoniaco en las garzas (grúas hidráulicas).
- Fuga en las tuberías del proceso.
- Falla en almacén de sustancias químicas peligrosas.
- Sismo.
- Huracanes.
- Inundaciones.

II.1.1. Análisis de Fugas no controladas.

La identificación de riesgos se llevó a cabo seleccionando unidades del sistema considerando las siguientes categorías de eventos:

- Defectos de construcción y/o materiales;
- Fallas humanas durante la operación;
- Fuerzas externas/desconocidas;
- Daño por fuerzas naturales; y
- Corrosión.

Los componentes considerados:

- Conexión con punto de interconexión;

- Cuerpo de tuberías y tanques;
- Punto de Interconexión con estación de medición y regulación.
- Materiales de construcción.

Por su ubicación:

- Cruce o cercanía con alguna población.
- Cruce o cercanía con cuerpos de agua.
- Cercanía a instalaciones existentes;
- Interconexiones.
- Inicio de operación (vida útil).
- Antecedentes de fugas.
- Relación de accidentes industriales.

Posibles accidentes.

Los accidentes más comunes que pueden ocurrir durante la operación y mantenimiento son las posibles fugas causadas principalmente por:

- Fallas estructurales o mecánicas en las tuberías y equipos.- Estas causas son debido a defectos en los procesos de fabricación, soldadura y mantenimiento.
- Falta de mantenimiento.- Las fugas pueden presentarse cuando no se llevan a cabo las obras de protección anticorrosiva en tuberías, obras especiales y en válvulas de seccionamiento.
- Corrosión externa.- Por defectos en los sistemas de protección anticorrosiva, catódica y por deficiencia en los sitios donde se desarrollan las obras de cruzamientos especiales.

II.1.1.1. Análisis de Fugas de gasoducto.

El sistema de transporte de gas natural se ha descrito en el punto I.7, el cual se analiza en el apartado de HAZOP Preliminar y modelaciones.

II.1.1.2. Análisis de Fugas en el amonioducto y garzas.

De igual forma el sistema de transporte de amoniaco se ha descrito en el punto I.8, el cual se analiza en el apartado de HAZOP Preliminar y modelaciones.

Las fugas también pueden presentarse en las estaciones de bombeo y en las válvulas de seccionamiento o por errores de operación.

II.1.1.3. Análisis de Fugas de tanques de almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento son el mayor riesgo para la planta, debido al volumen de producto que se maneja en ellos.

La corrosión del techo del tanque, en especial, ocurre fácilmente si no se instala y se mantiene adecuadamente con un material anticorrosivo.

De igual forma el almacenamiento de amoniaco se ha descrito en el punto I.6, el cual se analiza en el apartado de HAZOP Preliminar y modelaciones.

II.1.1.4. Análisis de Fugas en las tuberías del proceso.

Los eventos de fugas en las tuberías del proceso son similares a las fugas de la red interna de gas natural, por lo que no se llevó a cabo la modelación.

II.1.1.5. Análisis de Fugas en almacén de sustancias químicas.

Los eventos por fugas o derrames que se puedan dar en el almacén son considerados de menor riesgo por las cantidades menores de almacenamiento y características de las sustancias (ver hojas de seguridad en Anexo 7), por lo que no se realizaron caracterización de riesgo y modelaciones.

II.1.2. Análisis de Fugas controladas.

II.1.2.1. Análisis de Fuga de amoniaco en el sistema de venteo.

Como ya se describió en el punto de Condiciones de Operación 1.13, las descargas de amoniaco están controladas por medio de válvulas de escape que serán quemadas con ayuda de gas combustible en el quemador del proceso de amoniaco, por lo que no fue necesario el análisis de riesgos y modelaciones.

II.1.3. Análisis por eventos naturales.

Los eventos meteorológicos como sismos, huracanes e inundaciones, han sido considerados tanto en el diseño para la construcción y operación de la planta.

II.2. Medidas correctivas.

Cuando se presentan eventos como los descritos anteriormente, éstos serán corregidos con prontitud ya que por las características de los riesgos potenciales determinados al no atenderse el efecto al medio ambiente y a terceros pueden ser severos. Como se describen más adelante.

Se contará con un manual de procedimientos de emergencia.

II.3. Antecedentes de accidentes e incidentes

Debido a la urbanización de la zona, se estima que durante el desarrollo de cada una de las etapas se tengan cruces con infraestructura existente como: fibra óptica, infraestructura de energía eléctrica, drenajes, líneas de agua y vialidades.

A continuación se presenta una breve descripción de los métodos empleados.

II.3.1. Análisis Histórico de Accidentes

El análisis histórico de accidentes es un método del tipo cualitativo, el cual consiste en estudiar algunas estadísticas de accidentes importantes registrados en el pasado en plantas similares o con productos idénticos o de la misma naturaleza. Su análisis permite percibir el perfil cualitativo del tema objeto del presente texto: análisis, prevención y mitigación de los accidentes en la industria (Storch de Gracia, 1998).

Se basa en informaciones de procedencia diversa:

- Bibliografía especializada (publicaciones periódicas y libros de consulta).
- Bancos de datos de accidentes informatizados (tal es el caso de la información proporcionada por la Dirección General de Protección Civil, el Centro Nacional de Prevención de Desastres y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente).
- Registro de accidentes de la propia empresa, de asociaciones empresariales o de las autoridades competentes.
- Informes o peritajes realizados normalmente sobre los accidentes más importantes.

El ámbito de aplicación de esta metodología observa una utilidad, principalmente, para el establecimiento de posibles riesgos en una instalación; además, sirve para hacer una

aproximación cuantitativa de la frecuencia de determinados tipos de accidentes, en caso de disponerse de una base estadística suficientemente representativa.

La principal ventaja en el uso de esta metodología de análisis de riesgo ambiental, es que el establecimiento de una hipótesis de accidentes se basa en casos reales.

De esa forma, a continuación se procede al planteamiento y desarrollo del análisis histórico de accidentes, tomando como marco de referencia los siniestros acaecidos tanto internacional como nacionalmente, conforme los siguientes puntos:

II.3.1.1. Marco General.

Las actividades como el transporte de sustancias a través de ductos subterráneos, transporte por unidades de transporte o como todo proceso industrial tiene cierto margen de riesgo que puede estar vinculado a manifestaciones de eventos no deseados como incendios o explosiones (derivados de fugas e ignición de la sustancia transportada) y otros factores como los siguientes:

- a) Inadecuado control de calidad de los componentes mecánicos del sistema de operación tales como bridas, empaques en válvulas y en los puntos de inicio y final.
- b) La frecuencia, continuidad y características de los programas de verificación y mantenimiento preventivo y correctivo.
- c) La eficiencia y rapidez de respuesta para el control de emergencias, de acuerdo a los planes de Seguridad Industrial y Protección Ambiental.

En lo referente al control de calidad de los componentes mecánicos del sistema de operación, esto representa para el proyecto en estudio un abatimiento del nivel de riesgo muy importante, debido a que la mayor parte de los materiales manejados en la industria del transporte de hidrocarburos, han demostrado cumplir con los estándares de calidad más importantes establecidos por la International Standard Organization (ISO), lo que generalmente resulta en nulas fallas en materiales y equipos de operación.

II.4. Estadística General de Accidentes:

Conforme a los datos publicados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en su página electrónica de internet (www.profepa.gob.mx), el análisis estatal y anual de

accidentes en la República Mexicana, para el período 1993-2002, presenta la siguiente estadística:

Tabla 13 Análisis anual estatal (período 1993-2002).

	ESTADO	AÑO																	TOTAL
		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
1	TABASCO	69	96	140	113	116	57	100	85	89	92	94	118	85	63	65	44	46	1449
2	VERACRUZ	6	39	66	105	121	130	107	103	97	73	60	65	63	46	59	26	29	1315
3	CAMPECHE	1	20	14	15	70	55	45	34	42	41	48	116	39	5	9	2	4	577
4	GUANAJUATO	4	11	23	29	16	35	24	31	37	6	41	44	32	44	44	58	36	476
5	CHIAPAS	0	20	27	34	24	19	18	21	21	32	20	13	21	13	18	14	12	340
6	COAHUILA	9	11	28	25	27	18	14	24	19	12	14	6	9	11	16	24	26	321
7	NUEVO LEÓN	0	15	18	19	20	28	14	19	23	25	19	18	23	29	22	24	19	304
8	TAMAULIPAS	1	28	23	17	10	7	9	8	32	30	23	9	23	15	11	14	12	298
9	JALISCO	30	19	28	27	15	13	9	6	8	5	4	7	5	16	9	13	20	257
10	OAXACA	4	10	16	12	14	25	14	15	20	16	9	2	13	11	11	7	12	246
11	MÉXICO	3	22	17	25	10	13	7	4	22	20	9	7	6	7	5	6	14	240
12	SONORA	2	15	14	20	25	20	10	11	15	4	30	11	19	8	7	7	22	237
13	PUEBLA	1	5	17	15	22	18	8	12	15	19	6	13	15	10	18	12	4	207
14	HIDALGO	7	8	13	2	17	20	14	16	20	13	8	8	11	8	7	9	4	207
15	SAN LUIS POTOSÍ	1	6	13	11	15	10	12	9	15	17	13	2	17	2	8	7	9	161
16	BAJA CALIFORNIA	7	17	9	10	18	9	8	5	12	11	0	1	6	13	13	12	7	152
17	MICHOACÁN	1	2	7	15	11	12	12	8	14	13	7	16	19	11	8	6	8	151
18	CHIHUAHUA	6	15	22	17	11	5	4	1	8	3	11	7	3	7	6	6	12	146
19	SINALOA	2	8	7	11	5	1	6	6	6	9	2	2	4	5	11	2	7	140
20	TLAXCALA	0	6	11	8	6	8	5	6	9	1	2	5	1	4	4	5	6	84
21	DISTRITO FEDERAL	0	12	8	6	13	2	0	12	3	4	6	6	1	6	9	7	7	84
22	MORELOS	0	6	10	10	7	4	4	3	1	2	3	2	2	2	5	4	11	82
23	DURANGO	0	5	2	2	4	6	3	10	10	4	3	5	9	1	9	4	3	72
24	AGUASCALIENTES	0	1	1	11	10	6	3	3	5	3	0	1	6	4	4	1	0	69
25	QUERÉTARO	0	5	1	3	7	5	4	8	3	5	7	7	2	4	5	6	2	65
26	GUERRERO	2	3	2	10	5	3	2	2	3	0	1	1	1	1	0	3	7	59
27	YUCATÁN	0	0	1	2	5	6	4	3	5	2	3	1	8	4	10	5	8	59
28	NAYARIT	1	6	1	3	2	0	2	4	3	1	5	4	2	2	1	6	9	58
29	ZACATECAS	0	1	1	2	2	0	3	1	4	3	2	4	4	4	2	4	7	41
30	BAJA CALIFORNIA SUR	0	3	4	2	1	0	2	0	4	0	4	0	4	3	3	2	5	40
31	COLIMA	0	2	3	2	3	2	0	0	3	3	0	0	0	0	1	6	0	33
32	QUINTANA ROO	0	1	1	3	1	2	0	0	0	3	0	2	3	3	3	3	4	28
33																			
34	TOTAL	157	418	547	587	632	538	469	470	565	470	457	503	456	362	403	349	370	7998
35																			
36	EVENTOS / DÍA	0.43	1.4	1.5	1.61	1.73	1.47	1.28	1.28	1.55	1.29	1.25	1.38	1.25	0.99	1.1	0.96	1.01	1.29

Puede observarse que el estado de Sinaloa, se encuentra registrado en la 19ª posición con respecto a la incidencia de accidentes y los años con más eventos (11) fueron 1996 y 2007.

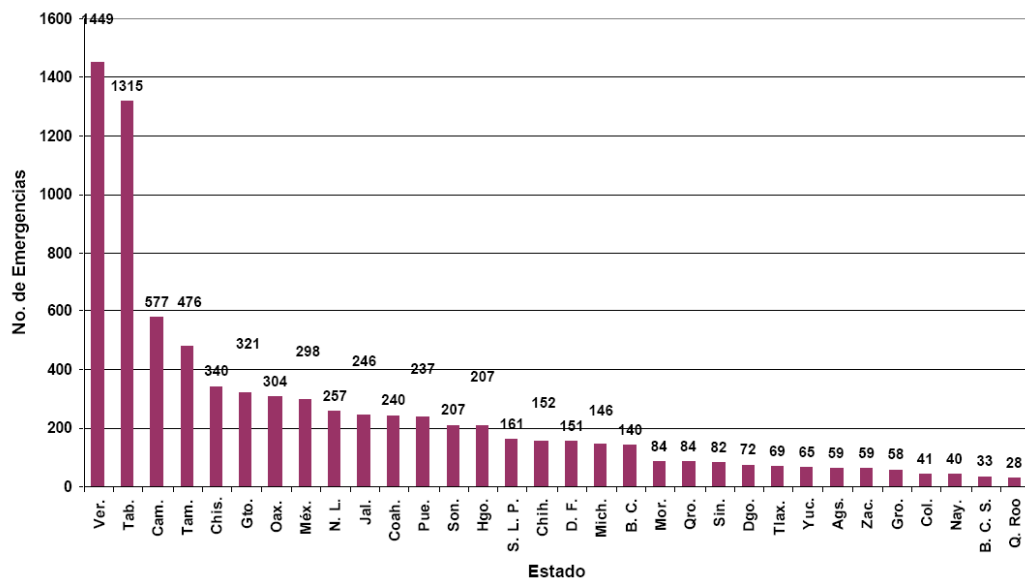


Figura 21 Distribución Estatal de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA durante el periodo 1993 - 2009.

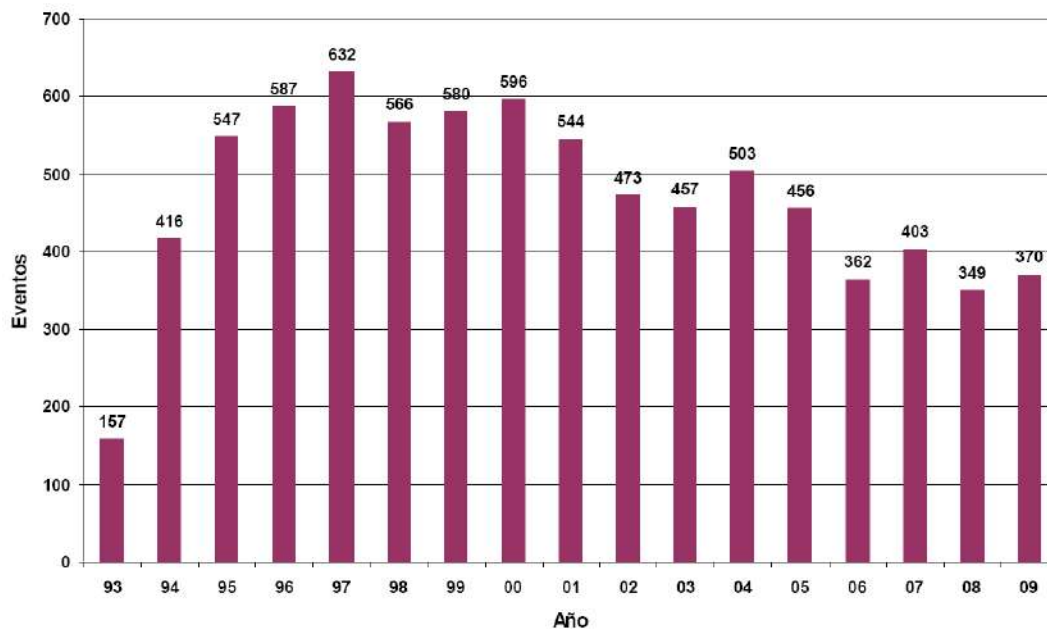


Figura 22 Distribución Anual de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA durante el periodo 1993 - 2009.

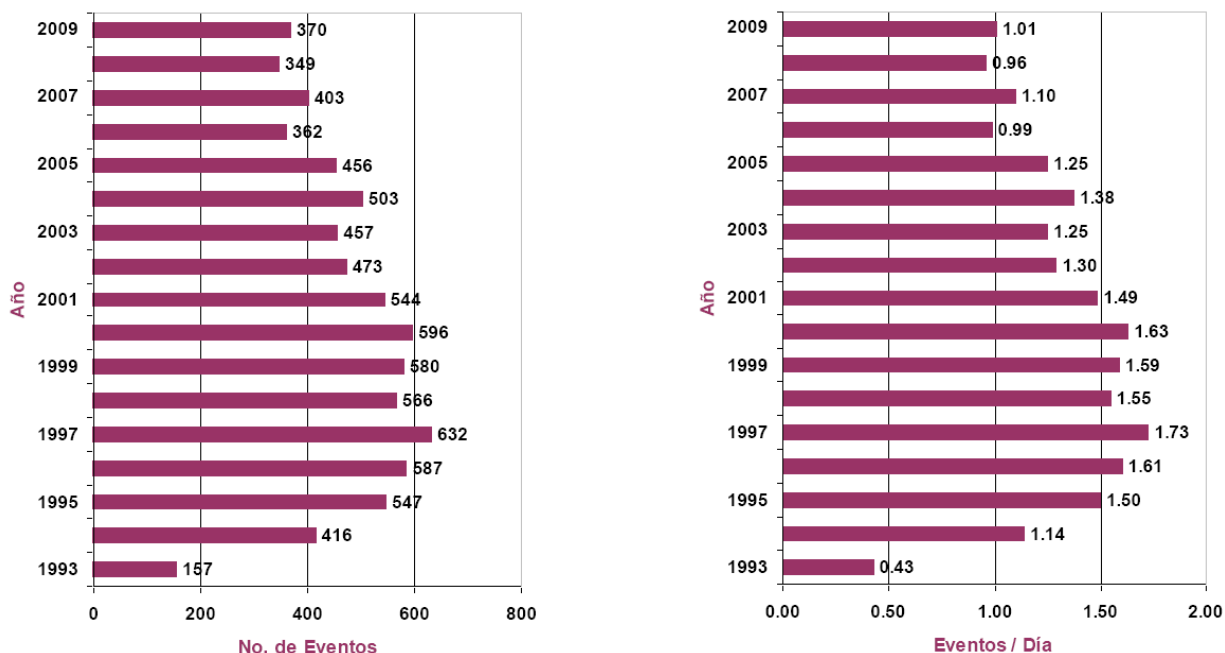


Figura 23 Análisis de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA durante el periodo 1993 - 2009.

De los accidentes reportados, en el período 1993 – 2002, la PROFEPA establece que las principales sustancias involucradas son:

Tabla 14 Sustancias involucradas en los accidentes reportados entre 1993 y 2002.

SUSTANCIA INVOLUCRADA	PORCENTAJE (%)
Petróleo Crudo	42.08
Gasolina	7.83
Diesel	6.80
Combustóleo	5.39
Amoniaco	4.05
Gas L.P.	3.19
Gas Natural	2.30
Aceites	2.27
Ácido Sulfúrico	2.27
Solventes Orgánicos	1.10
Subtotal	77.28
Otras Sustancias	22.72
Total:	100.00

A este respecto, se puede apreciar que el Amoniaco y el Gas Natural se encuentran situados como unas de las sustancias reportadas con menor frecuencia en los accidentes analizados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Esta sustancia se relaciona con un 2.3% de los accidentes ocurridos en la República Mexicana (para el período 1997 - 2002).

Por otra parte, para el período señalado entre 1993 y 2009, los accidentes reportados en el país se han presentado mayoritariamente en actividades de transporte, conforme se establece enseguida:

Tabla 15 Accidentes reportados en el país entre 1993 y 2009.

AÑO	NÚMERO DE EVENTOS	UBICACIÓN					
		PLANTA		TRANSPORTE		OTRO	
		NO.	%	NO.	%	NO.	%
1993	157	38	24.2	107	68.2	12	7.6
1994	416	92	22.1	221	53.1	103	24.8
1995	547	110	20.1	322	58.9	115	21.0
1996	587	149	25.4	332	56.6	106	18.1
1997	632	145	22.9	477	75.5	10	1.6
1998	538	96	17.8	429	79.7	13	2.4
1999	469	64	13.6	395	84.2	10	2.1
2000	470	68	14.5	392	83.4	10	2.1
2001	565	118	20.9	424	75.0	23	4.1
2002	470	114	24.3	337	71.7	19	4.0
2003	457	129	28.2	307	66.5	24	5.3
2004	503	201	40.0	280	55.7	22	4.4
2005	456	140	30.7	279	61.2	37	8.1
2006	362	98	27.1	219	60.5	45	12.4
2007	403	95	23.6	268	66.5	40	9.9
2008	349	81	23.2	217	62.2	51	14.6
2009	370	139	37.6	220	59.5	11	3.0
TOTAL	7998	2094	26.2	5182	64.8	722	9.0

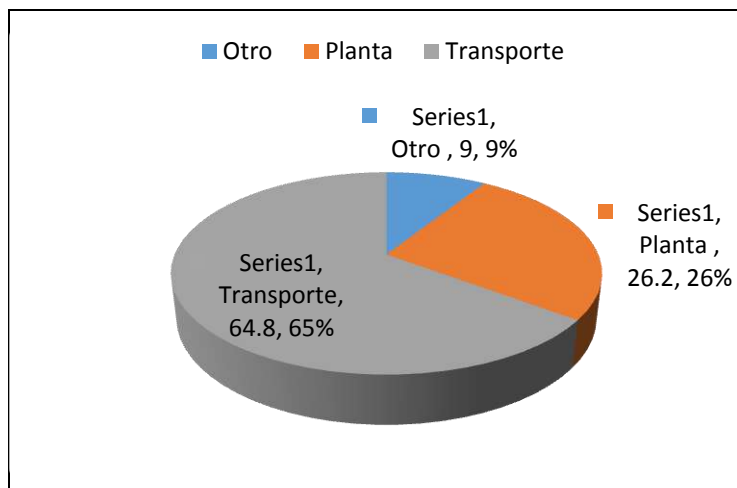


Figura 24 Ubicación de las Emergencias Ambientales (1993 – 2009).

Fuente: www.profepa.gob.mx Mayo, 2013.

A este respecto, el tipo de medios de transporte involucrados en accidentes con sustancias químicas peligrosas, en el mismo lapso de tiempo, tiene el siguiente recuento:

Tabla 16 Medio de transporte involucrado en accidentes en el país entre 1993 y 2009.

AÑO	TOTAL	MEDIO DE TRANSPORTE									
		FFCC		CARRETERO		MARITIMO		DUCTO		OTRO	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1993	107	3	2.8	27	25.2	5	4.7	69	64.5	3	2.8
1994	221	15	6.8	65	29.4	2	0.9	139	62.9	-	-
1995	322	13	4.0	90	28.0	7	2.2	212	65.8	-	-
1996	332	13	3.9	96	28.9	9	2.7	214	64.5	-	-
1997	477	8	1.7	132	27.7	58	12.2	279	58.5	-	-
1998	429	13	3.0	133	31.0	55	12.8	228	53.1	-	-
1999	395	14	3.5	107	27.1	43	10.9	231	58.5	-	-
2000	392	5	1.3	118	30.1	33	8.4	236	60.2	-	-
2001	424	10	2.4	158	37.3	6	1.4	245	57.8	5	1.2
2002	337	9	2.7	140	41.5	6	1.6	179	53.1	3	0.9
2003	457	7	2.3	125	41.1	2	0.7	170	55.9	0	0.0
2004	503	4	1.4	99	35.4	2	0.7	175	62.5	0	0.0
2005	456	11	4.0	121	43.5	1	0.4	143	51.1	3	1.1
2006	362	2	0.9	102	46.6	4	1.8	111	50.7	0	0.0
2007	403	8	3.0	118	44.0	3	1.1	139	51.9	0	0.0
2008	349	7	3.2	134	61.8	2	0.9	73	33.6	1	0.5
2009	370	6	2.7	139	63.2	3	1.4	72	32.7	0	0.0
TOTAL	7998	151	2.9	1902	36.7	118	2.3	3003	58.0	8	0.2

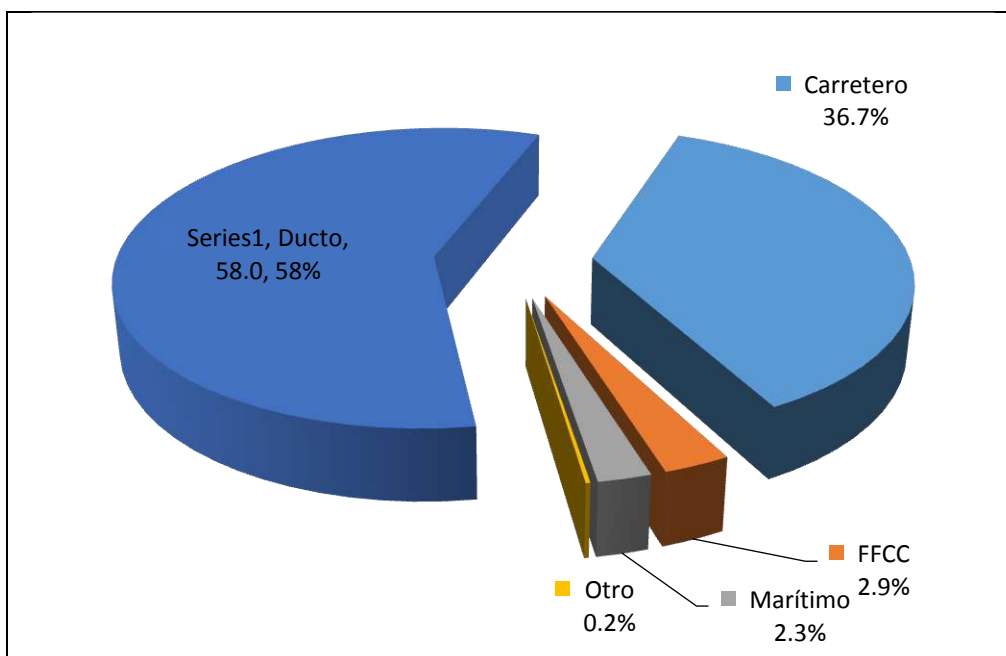


Figura 25 Medio de transporte involucrado en Emergencias Ambientales (1993 – 2009).

Fuente: www.profepa.gob.mx Mayo, 2013.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Observando los datos anteriores, se verifica una amplia preponderancia de accidentes relacionados con el transporte de sustancias peligrosas por medio de ductos, aunque se debe señalar que no necesariamente son por falta de medidas precautorias del responsable de este medio, puesto que es sabido que los ductos son sujetos a allanamientos para el robo de combustibles ó dañados por causa de obras que no respetan los distanciamientos y condiciones de seguridad establecidos por la normatividad correspondiente.

Otro aspecto relacionado con la estadística de accidentes en México, tiene referencia a la localización de los siniestros y el tipo de los mismos, conforme se muestra a continuación:

Tabla 17 Localización y tipo de accidentes.

AÑO	NUMERO DE EVENTOS	LOCALIZACIÓN						TIPO					
		TERRESTRE		MARÍTIMA		FUGA O DERRAME		EXPLOSIÓN		FUEGO		OTRO	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No	%
1993	157	154	98.1	3	1.9	141	89.8	9	5.7	3	1.9	4	2.5
1994	416	389	93.5	27	6.5	359	86.3	21	5.0	28	6.7	8	1.9
1995	547	540	98.7	7	1.3	428	78.2	35	6.4	53	9.7	31	5.7
1996	587	578	98.5	9	1.5	460	78.4	34	5.8	70	11.9	23	3.9
1997	632	574	90.8	58	9.2	541	85.6	49	7.8	26	4.1	16	2.5
1998	538	483	89.8	55	10.2	467	86.8	18	3.3	39	7.2	14	2.6
1999	469	426	90.8	43	9.2	446	95.1	7	1.5	16	3.4	0	0.0
2000	470	437	93.0	33	7.0	441	93.8	10	2.1	16	3.4	3	0.6
2001	565	530	93.8	35	6.2	517	91.5	17	3.0	19	3.4	12	2.1
2002	473	438	92.6	35	7.4	22	4.7	16	3.4	28	5.9	3	0.6
2003	457	414	90.6	43	9.4	22	4.8	20	4.4	21	4.6	8	1.8
2004	503	390	77.5	113	22.5	29	5.8	10	2.0	15	3.8	0	0.0
2005	456	414	90.8	42	9.2	52	11.4	28	6.1	38	8.3	0	0.0
2006	362	349	96.4	13	3.6	50	13.8	31	8.6	29	8.0	0	0.0
2007	403	382	94.8	21	5.2	55	13.6	25	6.2	34	8.4	0	0.0
2008	349	343	98.3	6	1.7	53	15.2	16	4.6	30	8.6	0	0.3
2009	370	356	96.2	14	3.8	67	18.1	23	6.2	34	9.2	1	0.0
TOTAL	5659	5170	91.4	489	8.6	558	9.9	264	4.7	342	6.0	0	0.5

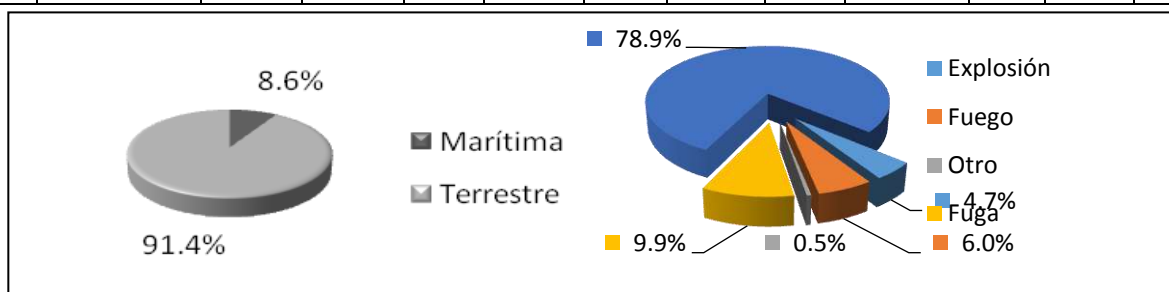


Figura 26 Tipo de accidentes (1993 – 2009).

Fuente: www.profepa.gob.mx Mayo, 2013.

De la información anterior, se desprende que la localización de accidentes en la República Mexicana se presenta en número superior en forma terrestre; sin embargo, esto no quiere decir que sean los que mayor daño provoquen al ambiente, dado que gran parte de los siniestros acontecidos en el medio marítimo han tenido consecuencias catastróficas sobre los recursos bióticos, principalmente en los marinos, por tratarse de sistemas muy frágiles. Así también, se puede apreciar que el mayor número de eventos analizados por la PROFEPA en el período 1993 – 2009, se vincula con fugas o derrames, lo cual tiene relación directa con el tipo de sustancias principales ligadas con accidentes, mencionadas anteriormente, destacando el petróleo, la gasolina, el diesel, el combustóleo, el **amoniaco** y el Gas L.P.

Finalmente, del análisis nacional y estatal de las emergencias ambientales registradas por la PROFEPA, en el 2009 se tuvieron 370 emergencias (tabla 19).

Tabla 18 Análisis Nacional y Estatal de las Emergencias Ambientales, Informe del Segundo Trimestre del 2005.

EMERGENCIAS TOTALES	TIPO DE EMERGENCIAS					UBICACIÓN		
	FUGAS	DERRAMES	EXPLOSIONES	FUEGO	OTRO	INDUSTRIA	TRANSPORTE	OTRO
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	24	0	0	0	24	0	0
2	0	2	0	0	0	0	2	0
2	0	1	0	1	0	0	2	0
10	0	8	0	2	0	3	7	0
3	1	1	1	0	0	1	1	1
14	3	1	2	8	0	6	3	5
3	1	2	0	0	0	2	1	0
6	2	1	1	2	0	3	1	2
1	0	1	0	0	0	0	1	0
5	1	4	0	0	0	1	4	0
5	1	2	0	2	0	2	2	1
6	0	1	5	0	0	2	2	2
1	1	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	0	0
2	0	2	0	0	0	0	2	0
3	0	2	0	1	0	1	1	1
10	0	9	0	1	0	0	9	1
5	0	5	0	0	0	0	5	0
1	0	1	0	0	0	1	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	4	0	2	0	0	6	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	5	0	1	0	1	5	0
EMERGENCIAS TOTALES	TIPO DE EMERGENCIAS					UBICACIÓN		
	FUGAS	DERRAMES	EXPLOSIONES	FUEGO	OTRO	INDUSTRIA	TRANSPORTE	OTRO
27	0	25	1	1	0	6	21	0
10	1	9	0	0	0	2	7	1
4	0	3	0	1	0	1	3	0
26	2	22	0	2	0	4	21	1
1	0	1	0	0	0	0	1	0
8	0	7	0	1	0	1	6	1
192	13	143	10	26	0	62	114	16

Fuente: www.profepa.gob.mx Mayo, 2013.

II.4.1. Estadísticas de fallecimientos relacionados con el manejo, transporte de gas natural.

En 1989, había más de 1.6 millones de millas (2.6. millones de km.) de ductos de gas natural en los E.E.U.U. (Departamento de Transporte de los E.E.U.U., 1989). Este departamento ha mantenido registros de fallas o fugas reportadas que incluyen los cálculos de costos de daños, lesiones y muertos desde 1979 (Asociación Americana de Gas 1990). Debido a que en 1984 se cambiaron los requisitos de dichos informes, haciendo difícil combinar los datos anteriores y posteriores a estas fechas. Se seleccionaron los datos desde 1984 hasta 1989 junto con otras fuentes para realizar el análisis que se presenta en esta sección.

Tal como las estadísticas americanas lo muestran, los gasoductos son una de las modalidades de transporte disponible más seguras (Departamento de Transporte de los E.E. U.U., 1989). Tomando como base el millaje calculado de ductos de gas de 1989 y los datos de desempeño entre 1984 y 1989 mencionados anteriormente, la incidencia anual de fugas de gas de gasoducto es menor de una por cada 6,500 millas y la incidencia anual de ruptura es menor de uno por cada 10,000 millas. La tabla 20 enumera las muertes a causa de las diferentes modalidades de transporte en 1989. Tal como se muestra en esta tabla los gasoductos tienen las tasas anuales de muerte más baja (0,08%) de todas las modalidades enumeradas.

Tabla 19 Estadísticas de fallecimientos relacionados con el transporte (1989). Fuente: Compendio NTSB Vol. 9, No.S. Programa de Manejo: Dames & Moore, 1996.

Modalidades de Transporte	Muerte

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Modalidades de Transporte	Muerte
Carros de pasajeros	24,929
Camiones y vagonetas	9,365
Motocicletas y bicicletas	4,147
Peatones	6,525
Otra carretera	668
Aviación	1,158
Marítimo	991
Ferrocarril	601
Recreación	896
Tránsito	801
Otro comercial	95
Gasoductos	39

Del 100% de las muertes reportadas en relación con ductos, los gasoductos representaron menos del 0,059% del total de muertes en el transporte.

En la tabla siguiente, se muestra una comparación de las muertes relacionadas con el transporte de gas y los ductos en general con otras muestras de muertes accidentales. Comparado con el total de muertes accidentales, el número de muertes con gasoductos desciende a una tasa aún más baja, menor al 0,03% del total nacional.

Tabla 20 Estadísticas de fallecimientos relacionados con accidentes en EE.UU 1989.

Tipo de accidente	Muertes
Vehículos Motorizados	46,900
Caídas	12,400
Envenenamiento	6,500
Ahogamiento	4,600
Sofocación por ingestión de objeto	3,900
Armas de fuego	1,600
Otro	14,200
Ductos	39
Ductos de Transporte de gas	22

Nota: * Todos los datos fuera de lo observado, son estadísticas de 1989 según "Hechos de Accidentes" Edición 1990, Consejo Nacional de Seguridad Chicago, Il.; ** Incluyen las Complicaciones Médicas, Transporte Aéreo, Maquinaria, Sofocación Mecánica, Golpe por Caída de Objeto, etc.; *** Departamento de Transporte de los EE.UU., 1989.

II.5. Identificación de las causas de los accidentes.

Errores humanos.

Los errores humanos se originan por un sinnúmero de causas y que no son necesariamente atribuibles a los operadores, ya que la organización o bien las condiciones del centro de trabajo, influyen en gran medida.

El error humano incluye actitudes o prácticas incorrectas (inseguras) que originan como consecuencia que una persona no logre el objetivo o propósito deseado, esto es, por omisiones, acciones equivocadas o insuficiencia en los requerimientos de ejecución.

El origen de los errores humanos presenta diversas vertientes, destacando:

- Administración inadecuada.
- Distracción o fatiga.
- Falta de concentración o de memoria.
- Negligencia.
- Fallas personales por falta de o entrenamiento inadecuado.
- Secuencia indebida en la operación por deficiencias en el entrenamiento (incluye la falta de evaluación de operarios).
- Interrupción de operaciones en un momento no pertinente, por capacitación deficiente o negligencia.
- Condiciones ambientales relacionadas con la empresa.

De hecho, durante el análisis de los accidentes ocurridos en las diferentes instalaciones, el ambiente de trabajo es, probablemente, el factor que más contribuye a la causa de errores humanos, debido a que si los señalamientos o la presentación de información no resultan claros y evidentes, el acceso a los dispositivos de seguridad es complicado, o si las áreas operativas son reducidas, demasiado calientes o frías, o no existe una disposición ordenada, es muy alta la probabilidad de que los operadores cometan faltas.

Otro factor que es motivo de causa de accidentes por error humano, se refiere a los hábitos de trabajo inadecuados, incluyéndose deficientes prácticas de trabajo para llevar a cabo la producción, suministro o trasiego de combustibles, manejo de vehículos utilitarios (implicando el provocar rotura de tuberías y recipientes de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, por impacto con vehículos), realización de actividades de mantenimiento (reparaciones improvisadas o mal realizadas) y aplicación de medidas de control y protección de riesgos (instalación y ubicación deficiente de equipos y dispositivos contra incendio).

En cuanto a la administración, una situación de riesgo se induce por acostumbrar operaciones sin tener recordatorios, mediante capacitación o campañas de seguridad continuas, referentes a las condiciones de riesgo específicas en el centro de trabajo.

Fallo de equipos.

Algunas de las fallas más frecuentes, ligadas con la generación de accidentes, son:

- Operación de equipos e instalaciones obsoletas y en malas condiciones.
- Falta de inspección y de mantenimiento de equipos y accesorios, con lo que pueden presentar fracturas u orificios originados por corrosión en elementos metálicos. A este respecto, se incluyen las fallas o accidentes mecánicos producidos en equipos de proceso por desgaste o mala operación, lo cual puede debilitar las instalaciones de ocasionando eventos de riesgo.
- Instalación inadecuada de válvulas y demás accesorios de seguridad en los sistemas operativos, referentes a procedimientos y selección de materiales deficientes.
- Defectuosa calidad en la manufactura de válvulas y accesorios de calidad.
- Fugas y derrames ocasionados por deficientes prácticas de mantenimiento (falta de procedimientos, instrumentos y personal calificado).
- Rotura de tuberías y recipientes de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, por impacto con vehículos utilitarios o de proveedores.
- Fugas y explosiones provocadas por incendios en áreas contiguas.
- Explosión por sobrepresión en recipientes de almacenamiento, rebasándose su presión de diseño y la de la prueba hidrostática, conjuntándose con la falta de disparo de la respectiva válvula de alivio.
- Reparaciones improvisadas o mal realizadas.

Fallo de diseño o de proceso.

En este rubro, los factores que más inciden en la generación de accidentes, son:

- Incumplimiento a la normatividad referente al diseño y construcción de instalaciones (incluye sistemas hidráulicos, eléctricos, sanitarios, de combustibles y de manejo de insumos).
- Falta de implementación de sistemas de seguridad y de apoyo de las áreas operativas.

- Falta de instrumentación o mal estado de la existente, para medición de condiciones de operación o de detección de condiciones inseguras o de riesgo.
- Falta de sistemas de alarma o de comunicación que ayuden a que se controle oportunamente cualquier riesgo inminente.
- Instalaciones eléctricas no pertinentes para ambientes explosivos, en su caso.
- Consideraciones inadecuadas de la capacidad necesarias para la operación de los equipos de proceso.

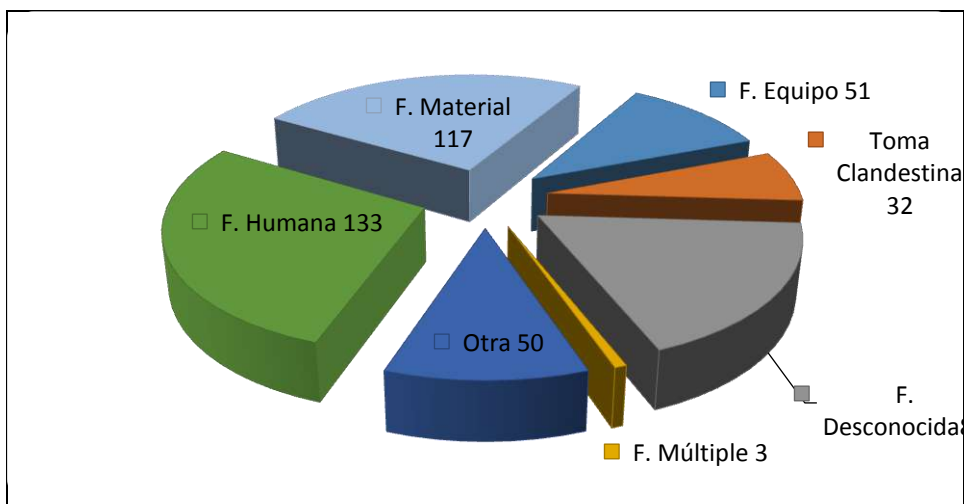


Figura 27 Identificación de las causas de accidentes.

Fuente: www.profepa.gob.mx Mayo, 2013.

II.6. Alcance de los daños causados:

Anteriormente, en el reporte de accidentes relacionados con el manejo de sustancias químicas en la República Mexicana, se establecieron de forma particular los daños provocados por cada uno de los accidentes registrados. De manera complementaria, a continuación se establece una relación general entre el número de emergencia y personas afectadas en accidentes ocurridos en el país, durante el período 1993 – 2009:

Tabla 21 Análisis Estadístico de los Daños a la Población, ocasionados por las Emergencias Ambientales reportadas a la PROFEPA durante el Período 1993 - 2009.

AÑO	NO. DE EMERGENCIAS	AFFECTADOS	AFFECTADOS/ EMERGENCIA	EMERGENCIAS POR DIA	AFFECTADOS POR DIA
1993	157	1,653	10.53	0.43	4.53
1994	416	667	1.60	1.14	1.83
1995	547	13,044	23.85	1.50	35.74
1996	587	18,190	30.99	1.61	49.84
1997	632	10,323	16.33	1.73	28.28
1998	538	7,792	14.48	1.47	21.35
1999	469	12,772	27.23	1.28	34.99
2000	470	16,390	34.87	1.29	44.90
2001	565	7,151	12.66	1.55	19.59
2002	470	13,881	29.53	1.29	38.03
2003	457	13,807	30.21	1.25	37.83
2004	503	23,197	46.12	1.38	63.55
2005	456	26,682	65.09	1.25	81.32
2006	362	4,932	13.62	0.99	13.51
2007	403	32,923	81.69	1.10	90.20
2008	349	11,141	31.92	0.96	30.52
2009	370	9,035	24.42	1.01	24.75
TOTAL	7998	241,785			
PROM.	470.47	14,222.65	30.23	1.29	38.97

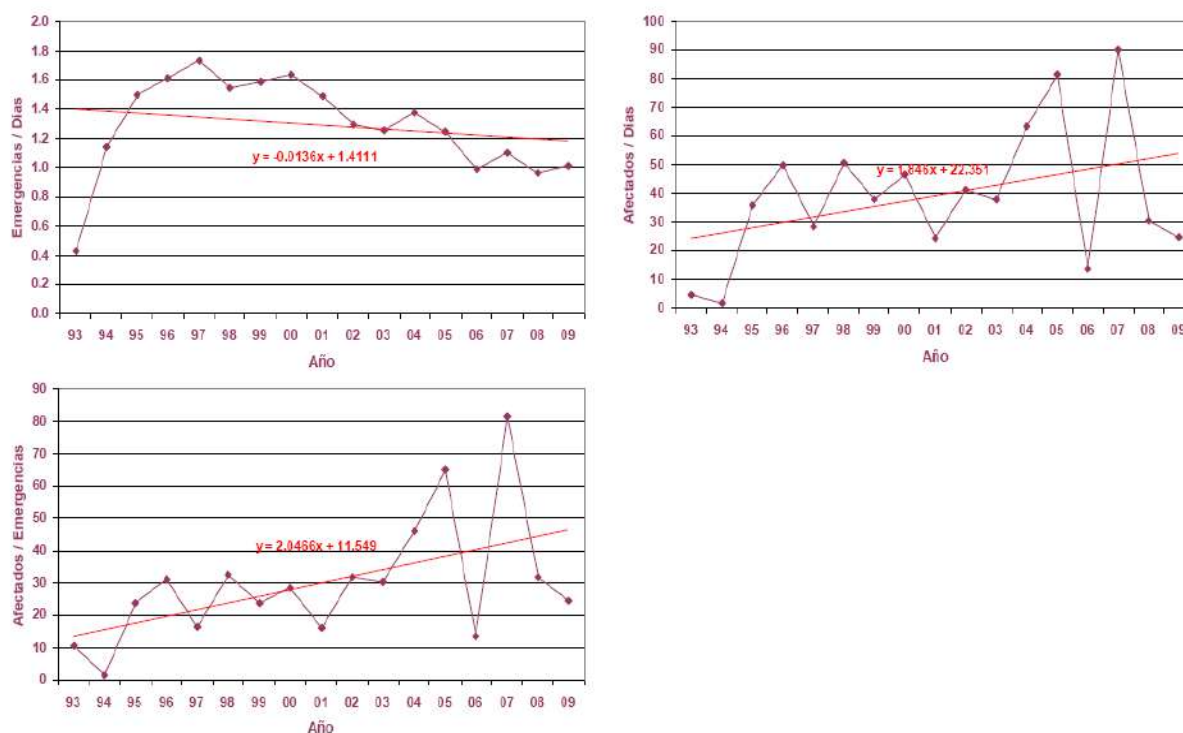


Figura 28 Análisis Estadístico de los Daños a la Población ocasionados por las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA durante el periodo 1993 - 2009.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

A partir de la información anterior, se desprende la siguiente tabla, en donde se desglosa para cada Estado de la República Mexicana, el número de Defunciones (D), Lesionados (L), Intoxicados (I) y Evacuados (E), provocados por los accidentes generados entre los años 1993 y 2009: Se observa que el estado de Sinaloa, se encuentra registrado en la 10ª posición.

Tabla 22 Análisis Estatal de Daños a la Población, (Período 1998 - 2009).

ESTADO	AFECTADOS (1998 - 2009)				GRAN TOTAL
	D	L	I	E	
VERACRUZ	100	514	306	30,156	31,076
JALISCO	86	445	350	27,303	28,184
México	5	14	218	19,628	19,865
NUEVO LEON	85	294	320	17,837	18,536
MORELOS	28	131	262	17,823	18,244
BAJA CALIFORNIA	8	54	329	15,179	15,570
CHIHUAHUA	13	150	101	14,718	14,982
DISTRITO FEDERAL	11	48	0	8,440	8,499
COAHUILA	10	91	394	7,642	8,137
SINALOA	5	15	247	6,655	6,922
AGUASCALIENTES	115	250	392	3,835	4,592
GUANAJUATO	4	7	24	3,205	3,240
MICHOACAN	24	56	27	2760	2867
OAXACA	44	48	264	2344	2700
HIDALGO	1	3	76	2582	2662
SONORA	5	15	57	2522	2599
COLIMA	35	47	50	1810	1942
CAMPECHE	34	57	25	1358	1474
TAMAULIPAS	32	29	328	1002	1391
DURANGO	2	20	6	780	808
YUCATAN	8	34	24	734	800
QUERETARO	0	8	3	614	625
TABASCO	17	16	32	458	523
GUERRERO	4	4	19	450	477
CHIAPAS	4	20	197	72	293
TLAXCALA	6	18	0	236	260
SAN LUIS POTOSI	22	24	20	159	225
NAYARIT	2	7	8	199	216
PUEBLA	7	12	3	74	96
ZACATECAS	0	8	0	50	58
BAJA CALIFORNIA SUR	5	14	10	0	29
QUINTANA ROO	12	4	0	0	16
TOTAL	734	2,457	4,092	190,625	197,908
AFECTADOS/DIA	0.17	0.56	0.93	29,49	45.18

I.15.1 Antecedentes de accidentes e incidentes en plantas de amoniaco

Sobreviven 4 en accidente con amoniaco, en Sinaloa.

<http://www.esmas.com>

CIUDAD DE MÉXICO, México, nov. 16, **2005**.- Las autoridades de Sinaloa confirmaron hoy que sólo cuatro personas sobrevivieron al accidente de un autobús con un camión cisterna de amoniaco que ayer dejó 38 muertos, la mayoría intoxicados o quemados por la sustancia. El accidente ocurrió en la tarde del martes cerca de Los Mochis, Sinaloa, cuando el camión cisterna perdió el control y chocó contra la parte trasera del autobús, precisó la oficina de Protección Civil. El impacto provocó una fuga de amoníaco que envolvió a los dos vehículos y que causó la muerte de la mayoría de las 38 víctimas, entre ellas el conductor del camión cisterna. Cuatro personas lograron sobrevivir al accidente y fueron ingresadas en hospitales de Los Mochis, una ciudad de Sinaloa, explicó la oficina de Protección Civil. La mayoría de las víctimas murió por intoxicación con amoníaco y muchos sufrieron quemaduras por el contacto con esa sustancia. Aún no han sido identificadas catorce de las víctimas, señaló la dependencia.

Crece accidentes por amoniaco 80% el 10-05-2007.

Abrirán centros de mantenimiento de nodrizas en los valles.

<http://www.noroeste.com.mx>

10 de Mayo de 2007. Las intoxicaciones y muertes generadas por amoniaco anhidro se han incrementado un 80 por ciento de agosto de 2005 a enero de 2007, reveló René Octavio Sánchez Montoya, subdirector de Salud Ambiental de la Secretaría de Salud.

Durante el anuncio del programa Centro de Servicios de Equipos y Nodrizas, Cesen, detalló que en el periodo indicado se registraron 39 muertes, 138 intoxicados y 2 mil 344 personas evacuadas como consecuencia de 11 accidentes en los que se esparció el químico.

"En los últimos años se ha venido originando repetitivamente accidentes en la transportación y almacenamiento de amoniaco en nodrizas y equipos aplicadores", explicó, "también se han presentado algunas fugas, derrames y explosiones de tanques en mal estado de conservación y mantenimiento de los equipos. "En los peritajes que se han hecho después de cada accidente se ha detectado mantenimiento deficiente en las nodrizas y que la vida útil de los equipos ha sido rebasada".

Sin especificar el número de accidentes relacionados con el amoniaco hasta antes de 2005, dijo que los casos que se presentaban antes de esa fecha eran esporádicos.

Sánchez Montoya señaló que el programa se implementará en una primera etapa en los valles de Culiacán y Navolato, pues es donde se han registrado más accidentes con dicho químico. Comentó que el Centro de Servicios de Equipos y Nodrizas dará servicio a los equipos usados en el campo sin costo en la mano de obra, con la única finalidad de facilitarles los medios para el mantenimiento. "El costo lo absorben los productores, todo lo que requieran sus aparatos y eso dependerá de cada aparato, lo que estamos ofreciéndoles es que no pagarán mano de obra y las piezas que requieran sus equipos serán al costo de fábrica", aseguró.

Fuga de amoniaco en Hermosillo provoca evacuación de más de 600 personas

<http://www.contrasteweb.com>

13 febrero, 2012

Hermosillo.- Una fuga de amoniaco durante una maniobra equivocada de un carro tanque obligó la evacuación de unas 600 personas del sector sur, unas 30 personas hospitalizadas y la movilización de 40 bomberos, decenas de socorristas de la Cruz Roja y personal de la Unidad Municipal de Protección Civil.



De acuerdo a los reportes, los hechos ocurrieron al filo de las 21:20 horas pero fue una hora después cuando las agencias de seguridad accionaron el plan de emergencia.

En la zona sur de Hermosillo densamente poblada el ambiente se impregnó del químico el cual logró afectar a unas 30 personas que fueron remitidas a diferentes hospitales de la capital.

A la medianoche a bordo de patrullas y vehículos particulares se inició la evacuación de personas ubicadas en las colonias Altares, Las Lomas, Nuevo Hermosillo y trabajadores nocturnos del Parque Industrial.

Vecinos de la zona reportaron que aún a las 04:00 horas de este lunes el olor al químico esparcido en un amplio radio del sitio del accidente se percibía fuertemente, pero la

comandancia de la Unidad Estatal de Protección Civil declaró a las 05:00 horas el conflicto bajo control.

Los hechos devinieron luego de que una pipa procedente del puerto de Topolobampo realizaba la maniobra de reenganche en un patio industrial ubicado en una zona densamente poblado.

Las autoridades informaron que en una maniobra errónea la pipa volcó y de inmediato inició la fuga del químico el cual bajo exposición directa resulta ser mortal.

Moviliza fuga de amoniaco a corporaciones

<http://laperladel desierto.blogspot.mx>

Por: Rafael León Pineda

Caborca, Sonora. Una fuga de amoniaco en un auto cisterna movilizó a las corporaciones de emergencia, donde se abocaron personal de Bomberos Voluntarios que estuvieron al pendiente del incidente que fue descubierto oportunamente por el chofer el tráiler procedente de Topolobampo, Sinaloa, cuyo destino era la ciudad de Mexicali, Baja California el cual venía cargado en un 95% de su totalidad.

Fue a las 18:45 horas de este domingo cuando los cuerpos de emergencia se trasladaron al kilómetro 111 de la carretera a Sonoyta, donde un camión con doble cisterna que transportaba amoniaco presentaba una fuga en uno de los auto tanques, el cual fue removido varios kilómetros más alejado del casco urbano en caso de una contingencia.

El comandante de Bomberos de Caborca, Carlos Abel Méndez, explico que la fuga de presento en una de las soldaduras del camión cisterna, donde la abertura era menor a un centímetro, pero lo que ponía en riesgo era que por el trayecto en carretera este de ajara y fuera más grande, lo que pudiera traer una probable intoxicación en por las comunidades que pasara en su trayecto.

Protección Civil Municipal, a cargo de José Luis Vargas Salinas, se presento en el lugar, donde en coordinación con bomberos acordaron en trasladar la unidad cinco kilómetros más fuera de la ciudad, donde el amoniaco sería intercambiado a una pipa que prestaría una empresa particular, para evitar riesgos.

El tráiler era conducido por Alvino Puga Romero, el cual remolcaba dos tanques con amoniaco, con capacidad de 45 mil litros, y un peso de veinticinco toneladas cada uno, con razón social de Miguel Puente Barraza, con domicilio en Navajo, Sonora.

Bomberos acuden a Coca Cola por fuga de amoníaco

Aura Lacayo Matus

Martes 3 de febrero del 2004. Las labores del personal de la empresa Coca Cola, ubicada en Carretera Norte, se vieron afectadas la mañana de ayer, debido a la fuga del gas amoníaco de uno de los tubos de las instalaciones internas del área de mantenimiento, donde se ubican las tuberías para el químico.

La fuga afectó a todo el personal que labora en la empresa así como el sector que colinda, a eso de las 10:30 a.m. de ayer lunes.

Máximo Martínez, operador de la sala de máquinas, de la Coca Cola, explicó que una de las placas de la tubería se rompió originando la salida del químico al ambiente.

“Una placa se rompió y ahí fue la fuga de amoníaco, es un químico peligroso, lo ocupamos para refrigeración del aceite y es un líquido perjudicial para la salud, ahí es una área restringida, con decirte que sólo entra personal autorizado, esto afecta al organismo, es un gas paralizante, peor que una bomba lacrimógena, fue un accidente”, manifestó Martínez. Por su parte, el subcomisionado Eleazar Eugarríos, de la Dirección General de Bomberos, manifestó que es la segunda vez que esta empresa sufre escape de químicos y criticó que sean las empresas aledañas, y no la Coca Cola, las que llamen a los Bomberos, al sentir el olor.

“Es un gas letal perjudicial a la salud de los trabajadores, el llamado que recibimos no fue el de la Coca Cola, sino el de otra empresa, nos preocupa un poco que no haya sido la empresa, porque este tipo de emergencia que es tan peligroso, tienen que ser ellos los



Uno de los trabajadores de la Empresa Coca Cola, tuvo que utilizar un traje especial para entrar al área de mantenimiento donde ocurrió la fuga del gas amoníaco.

primeros en avisar, tengo entendido que el año pasado tampoco avisaron sino que fue otra empresa. Ellos tendrán sus medidas internas, pero ahí hay vidas humanas”, expresó. LA PRENSA, insistió en comunicarse con las autoridades competentes de la empresa, pero no quisieron dar declaraciones del incidente.

Nueva Fuga de Amoniaco

<http://www.lapoliciaca.com>

Mazatlán, Sinaloa. Lunes, Agosto 05, 2013 - Por enésima ocasión, una fuga de amoniaco



de una fábrica de hielo movilizó a los cuerpos de auxilio ayer sobre la avenida Gabriel Leyva, a la altura de la Jumapam.

De hecho, ante el fuerte olor a gas, Bomberos y Protección Civil decidieron cerrar la avenida a la circulación de vehículos y de personas.

También se optó por evacuar al personal de la junta de Agua Potable, ya que el olor inundaba las oficinas de la para municipal y algunas secretarías acusaban ya dolor de estómago y de cabeza.

La fuga de amoniaco fue reportada poco antes de las nueve de la mañana.

De inmediato acudieron los elementos de guardia de la estación Leyva del cuerpo de Bomberos, que está prácticamente a la mano.

De igual manera acudió personal de Protección Civil.

Se introdujeron a la fábrica de hielo -justo atrás de la Jumapam- en donde detectaron el problema y a pesar de que empleados de la planta negaron que se tratara de una fuga, el olor a gas lo confirmaba.

Se le pidió al encargado arreglar el desperfecto so pena de proceder al cierre definitivo.

No es la primera ocasión que esto ocurre, trascendió por vecinos y comerciantes de la avenida.

Después de algunos minutos se abrió nuevamente el paso a la circulación.

I.15.2 Antecedentes de accidentes e incidentes en ductos de transporte de amoniaco

Denuncian PROFEPA y Energía a Pemex por la fuga de amoniaco

<http://www.jornada.unam.mx/2005>

Viernes 15 de abril de 2005. Antes del peritaje, el titular de la SEMARNAT asegura que no hay daños ambientales en Veracruz

Familiares de trabajadores desaparecidos luego de la fuga de 60 toneladas de amoniaco en Nanchital, Ver., 14 de abril de 2005. El gobierno del estado confirmó hoy la muerte de cinco personas, la desaparición de cuatro y la intoxicación de 23 a causa del derrame de 60 toneladas de amoniaco, ocurrido el miércoles, y que mantiene acordonada y en estado de emergencia a esta población asentada sobre una red de ductos de Petróleos Mexicanos (Pemex).

El titular de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), José Luis Luege Tamargo y el secretario de Energía, Fernando Elizondo Barragán, informaron que presentaron sendas denuncias penales contra la paraestatal por daños al ambiente y se le aplicará una multa administrativa, además de que el poliducto será clausurado, dijo el procurador ambiental.

Explicó que los fallecidos y los desaparecidos eran trabajadores de Reparaciones Navales y Petroquímicas, empresa contratista de Pemex, quienes intentaban cambiar un tramo de tres metros de un ducto de propileno en mal estado, pero por error cortaron la tubería que moviliza amoniaco del complejo de Pajaritos a Cosoleacaque.

Luege Tamargo dijo que la confusión al realizar las obras está perfectamente registrada, así como la falta de asistencia del personal de supervisión de Pemex a la compañía contratista, lo que provocó la fuga del gas tóxico.

La Profepa informó que se dictaron tres medidas de urgente aplicación para Petróleos: recolección del amoniaco que está en la cepa, elaboración de análisis del agua en el arroyo Tepeyac y caracterización del suelo.

Asimismo, le solicitaron un informe pericial de las causas que originaron el accidente y confirmaron que se indemnizará a los familiares de los cinco trabajadores fallecidos.

Pero aun antes del peritaje, el titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Alberto Cárdenas Jiménez, estableció que no hay daños ambientales que lamentar.

"La negligencia salta a la vista, no hay vuelta de hoja", estableció por su parte Claudio Torres Nachón, presidente del Consejo Estatal de Protección al Ambiente en la entidad, quien confirmó que se trató de un error humano, y tampoco descartó demandar penalmente a Pemex.

Pero Luis Ramírez Corzo, director general de la paraestatal y Rafael Beverido Lomelí, de Pemex-Petroquímica, explicaron que si no había supervisión de los trabajos que se pretendía realizar fue porque la empresa contratista actuó unilateralmente.

En Jalapa, el gobierno del estado informó que los trabajadores fallecidos fueron identificados como Daniel Armas Galván, Adolfo Santiago Morales, Víctor Vasconcelos Domínguez, Eusebio González y Ezequiel Fuentes Velásquez. Tres eran vecinos de Ixhuatlán del Sureste, uno de Coatzacoalcos y otro de Minatitlán.

Agregó que la recuperación de los cuerpos se efectuaría hasta la noche de este jueves, para garantizar la integridad física de los rescatistas, al igual que la de los peritos criminalistas de la Procuraduría General de Justicia y otros elementos que intervienen en las diligencias.

En presencia de Ramírez Corzo, con quien estuvo en el lugar del siniestro, el gobernador Fidel Herrera Beltrán afirmó que se ejercerá la acción penal contra quien resulte responsable de este accidente ante los ministerios públicos del fuero común y federal.

A los familiares de los trabajadores muertos les reiteró el compromiso de defensa de su gobierno, en términos de la ley, ante la empresa contratista para la cual trabajaban y ante Pemex para que se cumpla con las indemnizaciones y asuma su responsabilidad civil.

Antes, a su paso por el puerto, Herrera Beltrán manifestó que Veracruz dice "ya basta" a lo que ocurre en Pemex. "Esto puede ser explicable, pero no es admisible ni tolerable, y por encima de responsabilidades penales, que las hay, también hay civiles, y lo que no se puede reparar jamás es una vida, y no queremos esta constante zozobra."

El alcalde nanchiteco, Francisco León Ocejo, informó que aún se perciben las emanaciones de amoniaco, por lo que se mantendrá el estado de emergencia hasta el viernes y se estará vigilante del comportamiento de los vientos, que pueden llevar los gases a otro rumbo de la ciudad.

Recordó que ayer se desalojó a más de 6 mil vecinos de las colonias Guadalupe Tepeyac, San Miguel Arcángel y Los Mangos. En los albergues permanecen 365 personas, el resto se alojó con familiares.

Asimismo, ante la intoxicación de seis alumnos, las clases se reanudarán hasta el lunes en los 47 planteles de la ciudad, así como en el vecino municipio de Ixhuatlán del Sureste, que también resintieron los efectos tóxicos.

El quinto accidente

Este es el quinto accidente que se presenta en la zona en los últimos cinco meses. El 13 de marzo hubo una fuga de hidrocarburos en Nogales, y la madrugada del día 15 de ese mismo mes ocurrió otro derrame de al menos 5 mil litros de crudo en la congregación San Rafael, municipio de Hueyapan de Ocampo.

Se trataba del mismo oleoducto de Pemex que el 28 de enero provocó una filtración subterránea de combustible en el rancho San Rafael, propiedad de Agustín Sosa Luna, ubicado en el ejido Cuatotolapan, a la altura del kilómetro 102-590 del oleoducto Nuevo Teapa-Poza Rica y que se rompió el 22 de diciembre del año pasado.

La Profepa tiene identificados 42 ductos con aproximadamente 30 años en operación y llegaron ya al fin de su vida útil, aunque lo hacen bajo esquemas de seguridad de acuerdo con la normatividad de Pemex.

Jesús Lastra, Guadalupe López, Andrés T. Morales y Martín Sánchez, corresponsales y Angélica Enciso y Juan Balboa, reporteros

Ocorre una fuga de amoniaco en Topolobampo.

www.debate.com.mx | Rafael Inés Verdugo

29/08/2007 18:00:00. El barco José Colomo descargaba amoniaco cuando falló una conexión

El caso no pasó a mayores

Una fuga de amoniaco de un barco en el muelle de Pemex en Topolobampo provocó alarma entre los vecinos del puerto.



El caso no pasó a mayores porque las labores de control de la fuga fueron efectivas por parte del personal de Pemex.

El buque-tanque en el que se registró el problema es el "José Colomo". Los hechos ocurrieron ayer poco después de mediodía.

El personal de la paraestatal realizaba maniobras de descarga de amoniaco del barco a un tanque de almacenamiento de las instalaciones de Pemex. Pero una falla en la junta de la tapa de registro del tanque de almacenamiento de estribor del barco provocó la fuga de amoniaco.

Ante eso, el personal de los remolcadores 53 y 56 arrojaron agua para evitar que la nube de gas tóxico se dirigiera hacia la población del puerto.

Fuga de amoniaco de Pemex deja tres muertos en el sur de México

<http://es-us.noticias.yahoo.com>

México, 20 ago (EFE).- Una fuga de amoniaco en una tubería de Petróleos Mexicanos (Pemex) causada por maquinaria pesada dejó tres muertos, 10 lesionados y 40 intoxicados en el sureño estado de Oaxaca, informó hoy la petrolera estatal en su cuenta de Twitter.

"Protección Civil de Oaxaca confirma el fallecimiento de tres personas, así como 10 lesionados y 40 intoxicados", señaló Pemex.

La fuga ocurrió en un conducto de la refinería "Antonio Dovalí Jaime" de Salina Cruz, que se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec cerca del poblado Campo Nuevo, "mientras se realizaban trabajos de ampliación de una carretera".

La petrolera precisó que el accidente fue provocado por una retroexcavadora de una compañía privada, que causó daños al conducto que conecta la refinería de Salina Cruz en Oaxaca con la petroquímica de Cosoleacaque, estado de Veracruz, en el Golfo de México.

El percance fue atendido por el personal de Pemex, que fue apoyado por Protección Civil y autoridades federales, estatales y municipales en el estado.

Detalló que de inmediato se cerraron las válvulas y se cortó el suministro del gas.

El director de Protección Civil de Oaxaca, Manuel Maza, informó sobre la muerte de las tres personas, 10 lesionados y más de mil evacuados.

Maza explicó que se aplicó el plan de emergencia de auxilio a la población por parte del Ejército, la Marina y las corporaciones policiales.

Víctimas por nube de amoniaco en Oaxaca suben a 7; hay 40 intoxicados

<http://www.24-horas.mx/>,

21 de agosto de 2013. Pemex confirmó el saldo de la fuga registrada en el poblado de Campo Nuevo



Petróleos Mexicanos (Pemex) confirmó que asciende a siete el número de personas fallecidas por la fuga de amoniaco que se produjo en el ducto de 10 pulgadas del tramo de Cosoleacaque-Salina Cruz, en Oaxaca.

En su cuenta oficial de la paraestatal en Twitter, se informó que lamentablemente también 40 intoxicados.

Pemex expuso que el incidente se produjo luego de que maquinaria de la compañía Cuadro Rojo realizaba trabajos de ampliación de una carretera.

Asimismo, agregó que el operador de la maquinaria golpeó el ducto mencionado, ubicado cerca del poblado Campo Nuevo, Oaxaca, por lo que de forma inmediata se procedió al cierre de las válvulas y al corte del suministro de producto.

Una fuga de amoniaco de Pemex deja tres muertos en el sureste de México

<http://noticias.lainformacion.com>

México, 20 ago (EFE).- Una fuga de amoniaco en una tubería de **Petróleos Mexicanos** (Pemex) causada por maquinaria pesada dejó tres muertos, 10 lesionados y 40 intoxicados en el sureño **estado de Oaxaca**, informó hoy la petrolera estatal en su cuenta de **Twitter**.



Tabla 23 Resumen de accidentes por el manejo y almacenamiento de amoniaco

FECHA	TIPO DE INSTALACIÓN	UBICACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS
15 de abril de 2005	Poliducto. Red de ductos de Petróleos Mexicanos (Pemex).	Nanchital, Veracruz	Pemex por la fuga de amoniaco derrame de 60 toneladas de amoniaco. Cambiar un tramo de tres metros de un ducto de propileno en mal estado, pero por error cortaron la tubería que moviliza amoniaco del complejo de Pajaritos a Cosoleacaque.	Muerte de cinco personas, la desaparición de cuatro y la intoxicación de 23. trabajadores de Reparaciones Navales y Petroquímicas, empresa contratista de Pemex,	Recolección del amoniaco que está en la cepa, elaboración de análisis del agua en el arroyo Tepeyac y caracterización del suelo. Indemnización a los familiares de los cinco trabajadores fallecidos. Desalojó a más de 6 mil vecinos de las colonias Guadalupe Tepeyac, San Miguel Arcángel y Los Mangos.
16 de nov de 2005	Camión cisterna de amoniaco	Cerca de Los Mochis, Sinaloa,	Camión cisterna perdió el control y chocó contra la parte trasera de un autobús	38 muertos, la mayoría intoxicados o quemados por la sustancia y Sobreviven 4	
10 de Mayo de 2007	Centro de Servicios de Equipos y Nodrizas, Cesen,	Valles de Culiacán y Navolato	Mantenimiento deficiente en las nodrizas y que la vida útil de los equipos ha sido rebasada. fugas, derrames y explosiones de tanques	39 muertes, 138 intoxicados y 2 mil 344 personas evacuadas como consecuencia de 11 accidentes en los que se esparció el químico	
29 de agosto de 2007	Barco en el muelle	Topolobampo	Maniobras de descarga de amoniaco del barco a un tanque de almacenamiento de las instalaciones de Pemex. Pero una falla en la junta de la tapa de registro del tanque de almacenamiento de estribor del barco provocó la fuga de amoniaco	Provocó alarma entre los vecinos del puerto.	Control de la fuga el personal de los remolcadores 53 y 56 arrojaron agua para evitar que la nube de gas tóxico se dirigiera hacia la población del puerto.

FECHA	TIPO DE INSTALACIÓN	UBICACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS
13 febrero de 2012	Carro tanque	Hermosillo	Fuga de amoniaco durante una maniobra equivocada de un carro tanque. Los hechos devinieron luego de que una pipa procedente del puerto de Topolobampo realizaba la maniobra de reenganche en un patio industrial ubicado en una zona densamente poblado. Las autoridades informaron que en una maniobra errónea la pipa volcó y de inmediato inició la fuga del químico el cual bajo exposición directa resulta ser mortal.	Evacuación de unas 600 personas del sector sur, unas 30 personas hospitalizadas y la movilización de 40 bomberos	
	Camión con doble cisterna	Caborca, Sonora	Fuga de amoniaco en un auto cisterna	Fuga de presento en una de las soldaduras del camión cisterna, donde la abertura era menor a un centímetro, pero lo que ponía en riesgo era que por el trayecto en carretera este de ajara y fuera más grande, lo que pudiera traer una probable intoxicación en por las comunidades que pasara en su trayecto.	Removido varios 5 kilómetros más alejado del casco urbano en caso de una contingencia para intercambiarse a otra pipa
3 de febrero de 2004	Planta Coca Cola. Instalaciones internas del área de mantenimiento, donde se ubican las tuberías para el químico	Carretera Norte	Fuga de amoniaco. De uno de los tubos de las instalaciones internas del área de mantenimiento, donde se ubican las tuberías para el químico. una de las placas de la tubería se rompió originando la salida del químico al ambiente.	Afectó a todo el personal que labora en la empresa así como el sector que colinda	
Agosto 05, 2013	Fábrica de hielo	Mazatlán, Sinaloa.	Fuga de amoniaco.	Evacuar al personal de la junta de Agua Potable	
20 agosto	Tubería de Petróleos Mexicanos		Una fuga de amoniaco en una tubería de Petróleos Mexicanos (Pemex). La fuga ocurrió en un conducto de la refinería "Antonio Dovalí Jaime" de Salina Cruz, que se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec cerca del poblado Campo Nuevo, "mientras se realizaban trabajos de ampliación de una carretera". accidente fue provocado por una retroexcavadora de una compañía privada, que causó daños al ducto que conecta la refinería de Salina Cruz en Oaxaca con la petroquímica de Cosoleacaque, estado de Veracruz, en el Golfo de México	Tres muertos, 10 lesionados y 40 intoxicados y más de mil evacuados en el sureño estado de Oaxaca	Se cerraron las válvulas y se cortó el suministro del gas Se aplicó el plan de emergencia de auxilio a la población por parte del Ejército, la Marina y las corporaciones policiales
21 de agosto de 2013	Ducto de 10 pulgadas	poblado de Campo Nuevo, Oaxaca	fuga de amoniaco que se produjo en el ducto de 10 pulgadas del tramo de Cosoleacaque-Salina Cruz, en Oaxaca luego de que maquinaria de la compañía Cuadro Rojo realizaba trabajos de ampliación de una carretera, el operador de la maquinaria golpeó el ducto mencionado	siete el número de personas fallecidas y 40 intoxicados	Cierre de las válvulas y al corte del suministro de producto.

II.7. Accidentes por amoniaco a nivel Internacional.

Fuga de amoníaco en un frigorífico avícola, Argentina

<http://www.ellitoral.com>

01-09-2010. El accidente se produjo el sábado a la noche y obligó a evacuar "La Base" por los fuertes olores. La empresa asegura que hace seis años que no tenían un escape. Los vecinos también reclaman por los ruidos y el tráfico de camiones.

Un escape de hidróxido de amonio (es amoníaco diluido con agua) en la planta faenadora de pollos que Sánchez y Sánchez tiene en barrio Candioti (Necochea 2653) provocó fuertes olores y obligó a evacuar a las 200 personas que en ese momento estaban en el boliche La Base. Los vecinos también se preocuparon y se reunieron en las afueras de la fábrica.

El problema fue que a las 23.30 del sábado se tapó uno de los desagües que la empresa utiliza para purgar y diluir el amoníaco que forma parte del sistema de refrigeración de la planta. Los bomberos recomendaron la evacuación del boliche porque el amoníaco irrita las vías respiratorias y puede ser tóxico cuando se lo inhala en concentraciones altas.

Ricardo Bonetto, ingeniero de la planta de Sánchez y Sánchez, le confirmó a El Litoral y a Cable & Diario que tuvieron un "pequeño escape de la purga de hidróxido de amonio" que fue solucionado por los bomberos y el personal de la fábrica el mismo sábado a la noche. "Lo pudimos controlar pero comprendemos las molestias de los vecinos", reconoció Bonetto.

La Base pudo volver a abrir una media hora más tarde, cuando el viento disipó el mal olor. La planta de Sánchez y Sánchez, la marca comercial es San Andrés, faena entre 30.000 y 38.000 pollos por día en las instalaciones de barrio Candioti. El amoníaco es uno de los fluidos más utilizados para los sistemas de refrigeración en las plantas avícolas y los frigoríficos. "Es cierto que es un gas molesto e irritante, se lo hace a propósito así para que se detecte enseguida cuando hay una fuga", explicó Bonetto.

La Subsecretaría de Ambiente de la Municipalidad inspeccionó la planta luego del accidente. La Subsecretaría de Gestión Ambiental de la provincia también solicitó a la empresa que informe las causas de la fuga.

El accidente de Sánchez y Sánchez vuelve a colocar en el centro de la escena las dificultades para conciliar el uso residencial de una zona de la ciudad con los problemas y accidentes que le pueden ocurrir a cualquier empresa, a pesar de que se sigan los protocolos de seguridad.

Los reclamos de los vecinos.

La gente que vive cerca del frigorífico Sánchez y Sánchez le aseguró a El Litoral que suelen sentir olores desagradables y que también les molesta el tráfico continuo de los camiones. Por su parte, Bonetto dice que hace seis años que en la planta no se producía un accidente.

Por ejemplo, Norma (54 años), que tiene su casa próxima a la fábrica, escuchó el movimiento que generó el accidente. "Hubo un ruido muy molesto toda la noche, con gente corriendo por las veredas que salían del boliche. Luego llegaron los bomberos y escuché la policía", relató. La vecina, al igual que el resto, también contó a qué huele el amoníaco. "Es olor a podrido, así de simple", afirmó.

"Mi hijo estaba en el boliche el día del accidente -agregó otro vecino- y me contó que tuvo que salir muy rápido debido a la situación que se generó". Berta de 82 años comentó los problemas que genera el trabajo diario del frigorífico.

"Entrada y salida de camiones, ruidos todo el tiempo, descarga de alimentos balanceados y por supuesto, los olores a amoníaco sobre todo cuando faenan", planteó esta vecina a El Litoral, y agregó que cuando hay viento el olor se desparrama mucho más. Es lo mismo que plantea la gente que vive pegada a la planta. "Si el viento viene del sur olvidate, te queda adentro de tu casa y a veces no se soporta", confesaron.

Dos personas han resultado heridas por una fuga de amoniaco en Cataluña.

<http://www.letsprevent.com/>

29 de diciembre de 2010. Dos personas han resultado heridas de diversa consideración en la fábrica de DAMM, situada en El Prat de Llobregat (Barcelona-Cataluña), debido a una fuga de amoníaco que ha



PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

producido una nube tóxica, obligando a desalojar de las instalaciones sus 150 trabajadores.

Debido a la fuga, un trabajador de 60 años ha resultado herido grave tras inhalar el contaminante químico, sufriendo también quemaduras. El trabajador se encuentra actualmente en observación en la unidad de quemados del hospital de la Vall d'Hebrón. También se ha señalado en el interés de ver cómo evolucionan las lesiones producidas por la inhalación del contaminante.

Otro trabajador, de 31 años, también ha resultado afectado por inhalación leve del gas, teniendo que ser ingresado al hospital de Bellvitge.

La Dirección General de Protección Civil de la Generalitat ha rebajado a fase de alerta del Plan de Emergencias del Sector Químico (Plaseqcat). Este mediodía se continuaba trabajando para vaciar de manera controlada la tubería afectada.

Fuga de amoníaco en Codegua deja un fallecido y más de 100 afectados

<http://www.elrancahuaso.cl/>

18 de Enero, 2012 10:01. **Una persona fallecida y 143 intoxicados, uno de ellos grave**, fue el saldo de una fuga de amoníaco en una cámara frigorífica en la comuna de Codegua, en la región de O'Higgins.

El hecho se produjo en un packing de frutas de la Empresa Los Nobles S.A., cuando a eso de las 01:15 horas y por razones que se investigan se registró la **rotura de una cañería que alimentaba la cámara frigorífica**. La directora regional de la Onemi de la Sexta Región, **Alejandra Riquelme**, confirmó la noticia en **ADN Radio Chile**, agregando que personal de la PDI está trabajando en el lugar para establecer la identidad de la persona fallecida.

Asimismo dijo que alrededor de 50 personas que viven en las inmediaciones del packing fueron evacuadas. Riquelme detalló el estado de las 143 personas intoxicadas. en esta línea dijo que en una primera etapa todos ellos fueron trasladados al hospital de



Graneros. De ellos, 22 fueron derivados al hospital de Rancagua, uno en estado grave y otros 18 más fueron derivados a la Clínica Integral de Rancagua. En estos momentos la situación se encuentra controlada y personal de la PDI trabaja en el lugar para determinar las causas del accidente. Por su parte, a las 10.30 horas, la ministra del Trabajo y Previsión Social, Evelyn Matthei; junto al intendente de la región de O'Higgins, Patricio Rey, visitan packing Los Nobles, lugar donde un trabajador falleció. En el lugar, las autoridades entregarán información sobre el accidente y sobre la profunda investigación que se realizará para esclarecer sus causas.

Tras accidentes con Amoníaco, Autoridad Sanitaria refuerza trabajo de prevención en frigoríficos.

<http://www.portalohiggins.cl>

Jue, 09 feb, 2012. Durante estos dos últimos meses en **la región** de O'Higgins, han ocurrido tres eventos relacionados con fuga de amoniaco, en packing frigoríficos, donde en uno de ellos, ocurrido en Codegua, se tuvo que lamentar la vida de un trabajador y también un accidente grave. Es por eso que el Dr. Michael Casson, SEREMI de Salud Región de O'Higgins, organizó un programa de trabajo de fiscalización a través del Sub Departamento de Salud Ocupacional de dicha seremía. Por todo lo anterior, la importancia de la reunión organizada por la SEREMI de Salud, la cual se realizó en la Intendencia, participó la SEREMI del Trabajo, Agricultura, organismos administradores de la Ley 16.744 y dueños de frigoríficos de la región, fue avanzar de manera conjunta desde todos los sectores, fomentando la participación y el diálogo, siendo el principal objetivo **proteger** la salud de los trabajadores de la región. El sentido también es levantar un diagnóstico de situación de los packing frigoríficos, evaluación de riesgos y un programa preventivo, apuntando a la autogestión de higiene y **seguridad** de estas empresas. Por su parte, el Dr. Casson, comentó que“ **en forma paralela, se acordó sostener un Seminario, dirigido a estos**

PROTEGIDO POR



empleadores agrícolas, donde se cuente con la participación de todas las instituciones públicas y privadas relacionadas, siendo los principales temas a profundizar: Reglamentación, responsabilidad legal, condiciones de higiene y seguridad en instalaciones”.

Explosión en Texas.

<http://endirecto.lavanguardia.com>

Viernes, 19 de abril 2013. Un tanque en la planta de fertilizantes del pueblo de West (Texas) que ha sufrido un mortal incendio la madrugada del jueves, 18/04/13 continúa intacto tras las explosiones, según el portavoz del Estado de Texas, el Senador Brian Birdwell, citado por la CNN. Las autoridades han desalojado al menos 50 edificios a la redonda por si se producía una nueva explosión.

La gran preocupación ahora parece ser el amoníaco anhidro, un gas inflamable que ya fue causa de denuncia y multa contra esta planta en 2006 por no tener un plan de riesgos adecuado. Ese mismo gas parece ser el motivo del incendio registrado ahora. Había más de 24,5 toneladas de este amoníaco en total antes de producirse la primera explosión, según ha confirmado la compañía West Fertilizer al diario Dallas Morning News.

El amoníaco anhidro es inflamable y su contacto con una simple chispa puede ser fatal, según la ficha sobre este elemento químico del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España. “Las mezclas de gas/aire son explosivas”, añade. Por ello, ya han advertido las autoridades tejanas de que si el viento cambia de dirección, la evacuación de la ciudad tendrá que ser mayor.

El amoníaco puede causar quemaduras en contacto directo con la piel; si toca la piel en forma líquida puede llegar a congelar la zona afectada, añade el INSHT.

Mantener el amoníaco de anhidro “en un lugar frío y bien ventilado” es esencial para prevenir cualquier accidente, algo que ahora se antoja difícil en la devastada planta de Texas.

La explosión en planta China pudo ser por acumulación de gas amoniaco

<http://mexico.cnn.com>

Martes, 04 de junio de 2013 a las 08:44. Las autoridades investigan las posibles causas del accidente que mató a 120 trabajadores de una planta de aves de corral. Los investigadores creen que el incendio que mató a al menos 120 personas en una planta de procesamiento de aves de corral en el noreste de China, pudo haber sido iniciado por una explosión debido a la acumulación de gas amoníaco, informaron medios oficiales.



Las llamas comenzaron en un matadero en la planta de Mishazi en la provincia de Jilin, según la agencia de noticias Xinhua, que lo describió como uno de los accidentes de trabajo más mortales en los últimos años.

Los testigos dijeron que oyeron un gran estruendo y vieron que el edificio se llenó de humo. También hay informes de que muchos de los trabajadores dentro de la planta tuvieron dificultades para salir por las puertas pues estaban cerradas o bloqueadas.

El empleado Guo Yan dijo a Xinhua que la salida de emergencia estaba bloqueada cuando se produjo el incendio.

"Parecíamos un hervidero de camino hacia el otro taller. Estaba tan lleno que me empujaron con dureza y me aplastaron", aseguró. "Pero no se detuvieron ni un segundo, aun cuando tropecé y perdí mis zapatos".

No está claro por qué estaban bloqueadas las salidas. Algunos relatos sugieren que cuando se fue la electricidad durante el incendio las puertas quedaron selladas.

"De repente, las luces se apagaron y en el interior de la planta estaba bastante oscuro", dijo a Xinhua un trabajador llamado Wang Fengya. "Cuando por fin salí corriendo y volví a mirar a la planta, vi que las llamas eran altas".

Los informes sobre las dificultades de los trabajadores para salir del edificio han reavivado las preocupaciones sobre la seguridad en el trabajo en Jilin y otras partes de China. El Servicio Estatal de noticias de China dijo que el incendio fue el último de una serie de accidentes de trabajo en el país en el mes pasado. Una explosión en una fábrica de

explosivos en la provincia de Shandong el 20 de mayo mató a 33 personas y una explosión en una mina de carbón en la provincia de Sichuan provocó la muerte de 28 trabajadores.

Cuando los bomberos extinguieron el incendio en la planta avícola los rescatistas encontraron dificultades para entrar en el matadero para buscar sobrevivientes, debido a que su "estructura interna y salidas estrechas eran complicadas para ingresar", informó la agencia de noticias Xinhua. El presidente chino, Xi Jinping, quien se encuentra de visita en Costa Rica, hizo un llamado a las autoridades para minimizar las bajas, encontrar la causa del fuego y detener a los responsables, según medios estatales.

"Los trabajos de rescate todavía están en marcha", dijo Zhao Xian, director adjunto de la oficina de emergencia local. "Los equipos de rescate están haciendo todo lo posible para buscar a los sobrevivientes del incendio. Haremos nuestro mejor esfuerzo para atender a los heridos, identificar a las víctimas e investigar la causa del incidente".

II.8 Metodologías de identificación y jerarquización

En el análisis de la estimación de las consecuencias de las emisiones accidentales a la atmósfera de contaminantes o sustancias peligrosas como puede ser el amoniaco anhidro, hidrógeno, etc., uno de los aspectos clave a considerar es su dispersión en el medio ambiente.

Una de las características principales que condiciona la evolución de un gas/vapor en la atmósfera es su densidad, distinguiéndose tres posibilidades:

- Gases ligeros. Densidad inferior a la del aire.
- Gases pasivos o neutros. Densidad similar a la del aire.
- Gases pesados. Densidad mayor que la del aire.

Para efectos prácticos no se puede hablar, en la mayoría de los casos, de un comportamiento puro de gas ligero neutro o pesado, ya que los factores que influyen en él son múltiples y variables en el tiempo y una mezcla gas/aire puede evolucionar como un gas pesado sin serlo debido a:

- Peso molecular del gas.
- Temperatura del gas.
- Temperatura y humedad del aire ambiente.
- Presencia de gotas líquidas arrastradas en la emisión.
- Reacciones químicas en la nube, etc.

Otra característica es la duración de la fuga, que puede dar lugar a:

- Fugas instantáneas formando una bocanada ("puff").
- Fugas continuas sin depender del tiempo, formando un penacho ("plume").
- Fugas continuas dependiendo del tiempo.

La mayoría de los incidentes por fuga empiezan con una descarga de un producto peligroso desde su fuente original. Estos incidentes se pueden originar por orificios o roturas de recipientes de proceso, por juntas de unión en bridas, o por válvulas y venteos de emergencia, por destacar las causas más frecuentes.

Los escapes pueden ser en forma de gas, de líquido o en fase mixta líquido-gas; nosotros trataremos únicamente el primer tipo, si bien debe señalarse que en fase líquida y mixta la aportación másica del escape es muy superior y la velocidad de evaporación determinará

la cantidad aportada para la formación de la nube. De ahí la peligrosidad de escapes de gases licuados o refrigerados. Cabe señalar que la fase líquida de las sustancias químicas consideradas se evaporarán por lo que se tendría el mismo tipo de escape.

Fuga puntual continúa.

El modelo Gaussiano de fuente puntual continua que se va a analizar en este documento supone como hipótesis de partida que las concentraciones del gas natural y amoniaco en cualquier punto considerado viento abajo están estabilizadas y no dependen del tiempo. Este modelo describe el comportamiento de los gases/vapores de fuerza ascensional neutra, que se dispersan en la dirección del viento y son arrastrados a la misma velocidad.

Respecto a los gases pesados una configuración típica de una fuga a nivel del suelo se muestra en la figura 29.

Los gases pesados muestran una elevación inicial del penacho debido al impulso de salida, como sucede en toda fuga, seguida de una cierta caída en curva por influencia de su densidad. Comparándolos con los gases neutros se ve que los gases pesados presentan en los momentos iniciales un comportamiento distinto. Sin embargo, al cabo de un cierto tiempo y a medida que se diluyen en el aire, las características y el comportamiento se pueden asimilar a los de un gas neutro. Si la fuga de un gas pesado es de una proporción o intensidad de descarga moderadas, se puede tratar aceptablemente con el modelo Gaussiano de gas neutro que es de aplicación mucho más sencilla, especialmente si lo que queremos es estudiar lo que sucede en puntos que no sean excesivamente próximos al punto de emisión.

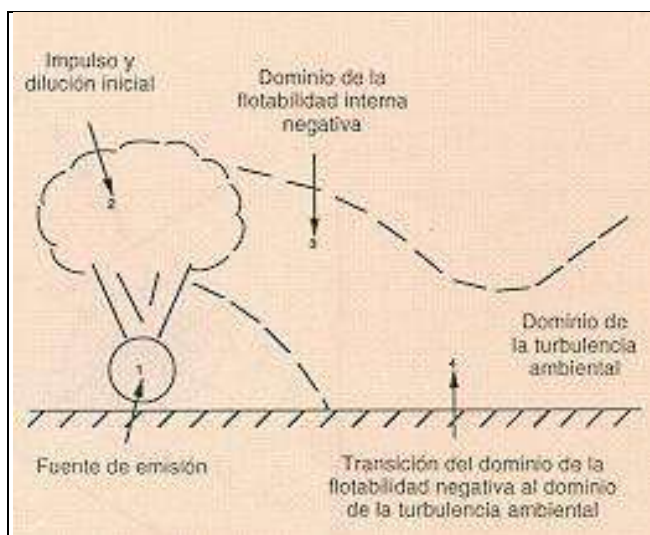


Figura 29 Desarrollo y dispersión de una nube de gas pesado.

En resumen en caso de que se presente una fuga de amoniaco, el mayor peligro proviene del repentino escape masivo de gas, el cual produce una gran nube de vapor tóxico. Los efectos tóxicos hacia la población expuesta dependerán de múltiples factores, entre ellos la velocidad del viento y la medida en que la nube de gas este diluida con el aire. Estos riesgos pueden causar un gran número de víctimas y daños al lugar en donde se producen e inclusive más allá de sus fronteras (zona de influencia).

De acuerdo con el Manual del Programa Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias (SCRI), para el caso de líquidos con un punto de ebullición inferior o igual a la temperatura ambiente (considerada de 21.1°C), se asume que se produce una vaporización total del 100% del material que se escapa, en este caso amoniaco.

Las dimensiones de la toxicidad se verán directamente relacionadas a la cantidad de material fugado y su tiempo de desarrollo.

Las condiciones meteorológicas y la duración del escape tienen una gran importancia en el alcance de la dispersión de la nube de gas. Los factores principales son: la velocidad del viento y la estabilidad atmosférica.

La estabilidad atmosférica viene definida en función del gradiente vertical de temperatura de las capas del aire.

Dado que no siempre es posible disponer de esta información, a través de una tabla establecida por Pasquill (Tabla 25 puede obtenerse la categoría de estabilidad atmosférica estimada según las condiciones de insolación y velocidad del viento).

Tabla 24 Condiciones de estabilidad meteorológica de Pasquill.

VELOCIDAD km/h (m/s)	INSOLACIÓN DIURNA			CONDICIONES NOCTURNAS	
	FUERTE	MODERADA	LIGERA	FINAMENTE CUBIERTO Ó MÁS DE LA MITAD CUBIERTO	NUBOSIDAD ≤ 3/8
<2	A	A-B	B		
2-3	A-B	B	C	E	F
3-4	B	B-C	C	D	E
4-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Notas					
* Se aplica siempre a cielos cubiertos de día o de noche					
**Gradación del cielo cubierto medida en octavos de cielo que está cubierto por nubes					
A: Condiciones muy estables			D: Condiciones neutras*		
B: Condiciones inestables			E: Condiciones estables		
C: Condiciones ligeramente inestables			F: Condiciones muy estables		

Tabla de estabilidades atmosféricas según la velocidad del viento considerada.

La emisión de contaminantes a la atmósfera y el importante manejo de sustancias peligrosas debido a las actividades industriales, son actualmente un aspecto de gran atención ambiental, salud y seguridad. Por lo que la siguiente etapa del análisis de riesgo ambiental es determinar cuáles serían las consecuencias de los posibles eventos no deseados, para ello se utilizó un programa electrónico de simulación a manera de poder cuantificar sus efectos.

El aspecto de manejo, transporte o almacenamiento de sustancias peligrosas es de importancia debido a los efectos que se pueden presentar en caso de accidente; de particular interés es el referente a la liberación en la atmósfera de un gas o vapor tóxicos provenientes de una fuga. Al respecto, el factor crítico a considerar es la posible exposición de la gente a concentraciones que puedan afectar severamente su salud o incluso provocar su muerte.

Una situación parecida a la anterior es la relativa a la liberación masiva e instantánea de un gas tóxico el cual forma una nube o "puff" que es transportada por el viento. Aquí es también importante poder prevenir la exposición de la población a niveles peligrosos o letales.

En este caso, es importante estimar los radios de afectación y la magnitud de los daños potenciales por la ocurrencia de una **fuga de gas amoniac**, considerando el personal expuesto y las características de las instalaciones y procesos existentes.

En general, los riesgos potenciales tendrán una probabilidad de ocurrencia dependiendo de los siguientes parámetros:

- Presión
- Corrosión
- Flujo
- Agentes externos
- Errores humanos

La falla se puede detectar automáticamente por la caída de presión en el sistema, por la presencia de detectores de amoniac en diferentes puntos del proceso, o por un tercero que notifique la fuga.

Es importante señalar que las simulaciones que se presentan, fueron realizadas observando las condiciones climatológicas y meteorológicas extremas del sitio en estudio (Anexo 9 del presente estudio), así como las propiedades específicas de la sustancia

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

estudiada (Anexo 7). La importancia de esta observación radica en el hecho de que, en caso de presentarse alguno de los eventos definidos, no significa que se presentará el comportamiento que se determinó con la simulación, ya que las condiciones pueden ser completamente diferentes y pueden generar situaciones de menor riesgo.

Juegan un papel importante entre los criterios a observar en la evaluación de riesgo ambiental, el establecimiento de parámetros de medición mediante los cuales se fijan valores tope que permitan salvaguardar la salud de quienes se encuentran en los alrededores de instalaciones de alto riesgo, así como proteger sus bienes.

En lo relativo a afectación por riesgo de actividades en las cuales se utilizan sustancias con características tóxicas, tal es el caso del proyecto en comento para la determinación de la **Zona de Alto Riesgo**, se establece como límite de vapor tóxico el valor **IDLH** (*Peligro Inmediato a la Salud o a la Vida*) (300 ppm), tomando como zona de afectación, el área de un círculo con un radio que considera la distancia desde el punto donde se origina la nube tóxica y cuyo extremo representa la distancia a la cual se alcanza la concentración equivalente a dicho límite.

Para el establecimiento de la **Zona de Amortiguamiento**, se establece como límite de vapor tóxico el valor **TLV** (*Valor Límite Umbral*) (35 ppm), tomando como zona de afectación, el área de un círculo con un radio que considera la distancia a la cual se alcanza la concentración equivalente a dicho límite.

Ambos valores aparecen en las *Hojas de Seguridad*.

Las metodologías que se utilizaron para la determinación del riesgo involucrado en el manejo de la sustancia química peligrosa relacionada a la operación del sistema de transporte, son los métodos conocidos como **Lista de verificación** y **HAZOP (Hazard and Operability Study)**. En el presente estudio se realizó un HAZOP Preliminar debido a que no se cuenta con la información de la ingeniería de detalle del proyecto.

Lista de verificación,

Se utilizan para determinar la adecuación de los equipos, procedimientos, materiales, etc. a un determinado procedimiento o reglamento establecido por la propia organización industrial basado en experiencia y en los códigos de diseño y operación. Se pueden aplicar en cualquier fase de un proyecto o modificación de una instalación: diseño, construcción, puesta en marcha, operación y paradas.

Permite comprobar con cierto detalle la adecuación de las instalaciones y constituye una buena base de partida para complementarlas con otros métodos de identificación que tienen un alcance superior al cubierto por los reglamentos e instrucciones técnicas.

HAZOP

El **HAZOP** (*HAZard and OPerability Study*) es una técnica cualitativa que permite identificar los puntos "peligro potencial" de una instalación y como resultado de ello las hipótesis de accidentes luego de una valoración y jerarquización estaremos en posibilidades de encontrar los riesgos más relevantes en una planta.

Los **peligros** que representan las actividades, operaciones y procesos llevados a cabo en las instalaciones industriales, están asociadas directamente a la naturaleza de los materiales y tipos de energía empleados, por ejemplo, si un material es inflamable existe siempre el peligro de que esa característica se vuelva en contra nuestra o del ambiente convirtiéndose en conato y si no es controlado en su primer etapa se extenderá hasta convertirse en un incendio.

El **riesgo** por otra parte es una expresión matemática que nos ayuda a valorar los factores que provocan que el peligro se transforme en una emergencia, por otra parte existen elementos de diseño que se colocan en el **sistema** para; prevenir, proteger, combatir o mitigar los posibles riesgos a los que llamaremos **salvaguardas** y que ayudan a controlar el riesgo hasta cierto nivel quedando un remanente que podremos evaluar. Para fines del presente estudio definimos **frecuencia** como el resultado de la cantidad de veces que se presenta un determinado evento o desviación del flujo operativo en un periodo largo de un proceso, derivado de la frecuencia podremos obtener la **probabilidad**, que es uno de los factores del riesgo, otro factor se asocia a los daños a la producción o a las instalaciones y que pueden repercutir en la imagen que una instalación, adicionalmente a las pérdidas se pueden presentar como consecuencias en los trabajadores y habitantes próximos las lesiones, muertes o la simple evacuación, todas ellas son llamadas **consecuencias** que se generan al presentarse el evento; cabe aclarar que tales riesgos son manifestaciones o valoraciones matemáticas del peligro o de desviación no deseada de un modo normal de operación, y son originados cuando el proceso cae fuera de sus **condiciones normales de operación**, o es llevado accidental o imprudencialmente fuera de los rangos establecidos en la **filosofía de operación**.

La definición dada por la Chemical Industry Association [CIA-85] en su guía es:

HAZOP es:

"La aplicación de un examen crítico, formal y sistemático a un proceso o proyecto de ingeniería"

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

de nueva instalación, para evaluar el riesgo potencial de la operación o funcionamiento incorrecto de los componentes individuales de los equipos, y los consiguientes efectos sobre la instalación como conjunto.”

[CIA85] CHEMICAL INDUSTRY ASSOCIATION. *A Guide to Hazard and Operability Analysis*. 1985.

Los objetivos principales de este método, son:

1. El identificar posibles desviaciones de las condiciones normales de operación que puedan significar un peligro potencial de accidente mayor.
2. Encontrar las posibles causas y efectos de dichas desviaciones.
3. Describir las características del sistema que impiden que se presente la desviación.
4. Valorar la probabilidad y consecuencias de la desviación en caso de que se presentara para que al multiplicarlas se obtenga el riesgo.
5. Verificar que las salvaguardas previstas son suficientes para considerar el diseño como aceptable desde el punto de vista de riesgos mayores.
6. Jerarquizar los posibles riesgos para llevar a cabo un plan de modificaciones tanto en plano como en la construcción dando importancia a los riesgos críticos.

De esa forma, a continuación se muestra el desarrollo de la citada metodología, aplicada a las sustancias de interés:

1. Para su aplicación, se partió de considerar a todo el proyecto como un sistema; el cual se dividió en partes, que fueron analizadas independientemente con la finalidad de detectar las posibles desviaciones que se pudieran presentar; así como sus causas, efectos y alcance; en función de las características de operación, del equipo involucrado, de los posibles factores externos y fenómenos naturales que pudieran influir en la desviación de su funcionamiento o condiciones normales. Por lo tanto, el propósito consiste en determinar si el diseño ofrece desde el punto de vista de seguridad las garantías suficientes para minimizar los riesgos de un accidente grave.
 - Las “Desviaciones” son cambios que se presentan al propósito y puestas al descubierto por la aplicación sistemática de palabras claves (que pasa sí se reduce, sí se aumenta, sí se para, sí se arranca, sí se rompe, sí se descompone, etc.).

- Las “Causas” son los motivos por los que se pueden presentar las desviaciones, cuando se demuestra que una desviación tiene una causa real, se considera como una desviación significativa.
- Las “Consecuencias” son los resultados que se obtendrían en caso de que se presentaran las desviaciones.

El primer paso de la metodología consiste en seleccionar una serie de nudos que son lugares de proceso con condiciones similares; donde se analizan las posibles desviaciones de las principales variables que caracterizan el proceso (PRESIÓN, TEMPERATURA, CAUDAL, NIVEL, COMPOSICIÓN). Las desviaciones son establecidas de forma sistemática recurriendo a una lista de palabras guía (NO, MÁS, MENOS, OTRO, INVERSO).

La siguiente tabla extraída del libro Análisis del Riesgos en Instalaciones Industriales de Joaquim Casal - Helena Montiel, Eulália Planas y Juan A. Vilchez (ARII-99) nos ayudan a visualizar el análisis.

<i>Palabra guía</i>	<i>Significado</i>	<i>Parámetro de proceso</i>	<i>Ejemplos de desviación</i>
NO	Negación de la intención del diseño	Temperatura	“No” + “Caudal” = Falta de caudal
MENOS	Disminución cuantitativa	Presión	
MÁS	Aumento cuantitativo	Nivel	“Menos” + “Nivel” = Bajo nivel
OTRO	Sustitución parcial o total Composición	Reacción	“Más” + “Presión” = Presión excesiva
		Caudal	“Otra” + “Composición” =Presencia de impurezas
INVERSA	Función opuesta a la intención de diseño	Velocidad	
		Tiempo	“Inverso” + “Caudal” = Flujo inverso
		Mezcla	
		Voltaje	
		Adición	
		Separación	
		pH	

El análisis crítico de cada parámetro asociado a la palabra guía nos muestra una desviación importante y para cada desviación se reseña la siguiente información:

- La lista de las posibles causas que la provocan.
- La lista de las consecuencias factibles, que se pueden producir con relación a cada una de las causas planteadas.

- La respuesta del sistema ante la desviación estudiada, provocada por los elementos del sistema que permiten detectar el fenómeno o contrarrestar sus efectos tales como: válvulas, controladores, indicadores, alarmas, etc.
- Se valoran la probabilidad y consecuencia numéricamente utilizando las tablas de valor y se multiplican para obtener el riesgo
- Los valores de riesgo obtenidos se comparan ante la matriz de aceptabilidad de riesgos para determinar si son o no aceptables.
- En el caso del riesgo sea inaceptable se dictan Acciones que se podrían tomar para evitar las causas o limitar las consecuencias.
- Los comentarios son: cualquier tipo de anotación para completar o aclarar algunos de los puntos anteriores.
- En cuanto a las recomendaciones que se podrían tomar para evitar las causas o limitar las consecuencias, se realiza una clasificación para evitar la duplicidad y se editan las recomendaciones que forman parte del estudio Haz Op.
- Para referenciar las recomendaciones se incluye el NUDO en la columna REF el número de referencia de la recomendación precedido de la letra R. Las ACCIONES a realizar, los COMENTARIOS de que pueden llevar a los alcances y el responsable de llevar a cabo las acciones en la columna A REALIZAR POR, donde queda implícito el compromiso y aceptación del cumplimiento de dicha recomendación.

En el siguiente diagrama, se observan las iteraciones que se realiza durante las sesiones del HAZOP.

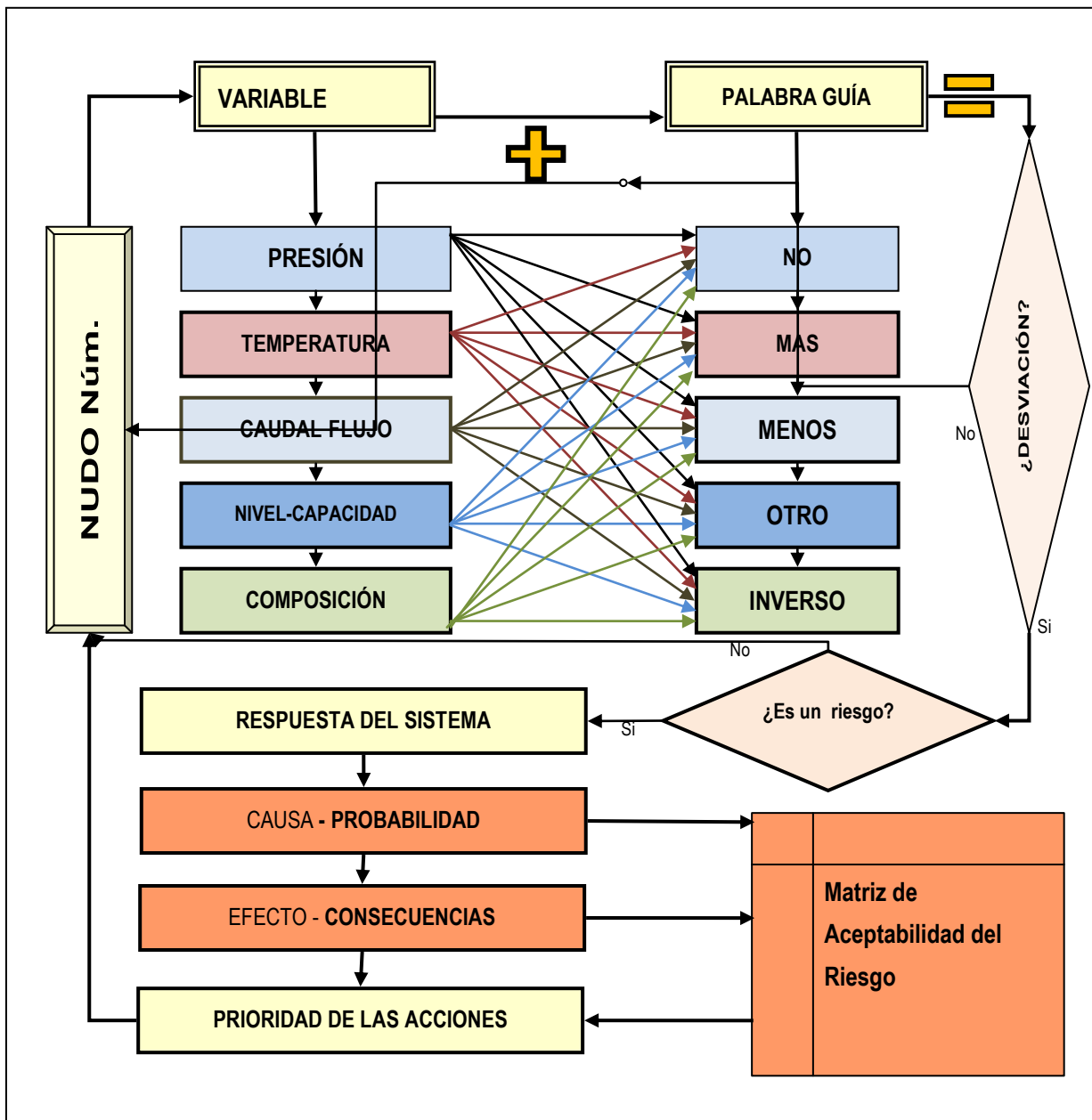


Diagrama Iteraciones del HAZOP.

El proceso final de la aceptabilidad del riesgo, está conformado por el cálculo del riesgo y la evaluación de la probabilidad mediante la Causa y el efecto, mediante la evaluación de las consecuencias.

Para estandarizar el proceso de evaluación se utilizan las siguientes tablas de valores patrón contra los que se evalúan los riesgos y la respuesta del sistema.

Valoración

General Matrix

Matrix | General | Severidad | Probabilidad | Riesgo | Usage | Statistics |

SEVERIDAD	4	4	8	12	16	
	3	3	6	9	12	
	2	2	4	6	8	
	1	1	2	3	4	
		1	2	3	4	
		PROBABILIDAD				

Software utilizado

Para facilitar el desarrollo de la metodología y al mismo tiempo la elaboración del reporte se emplea el software llamado PHA-Pro6, "Expert Guidance for Process Hazard Analysis".



Dicho programa contiene las siguientes librerías y tablas de evaluación de la gravedad y probabilidad de dichos fenómenos en ellas se introducen los siguientes valores.

Tabla de valores de Gravedad

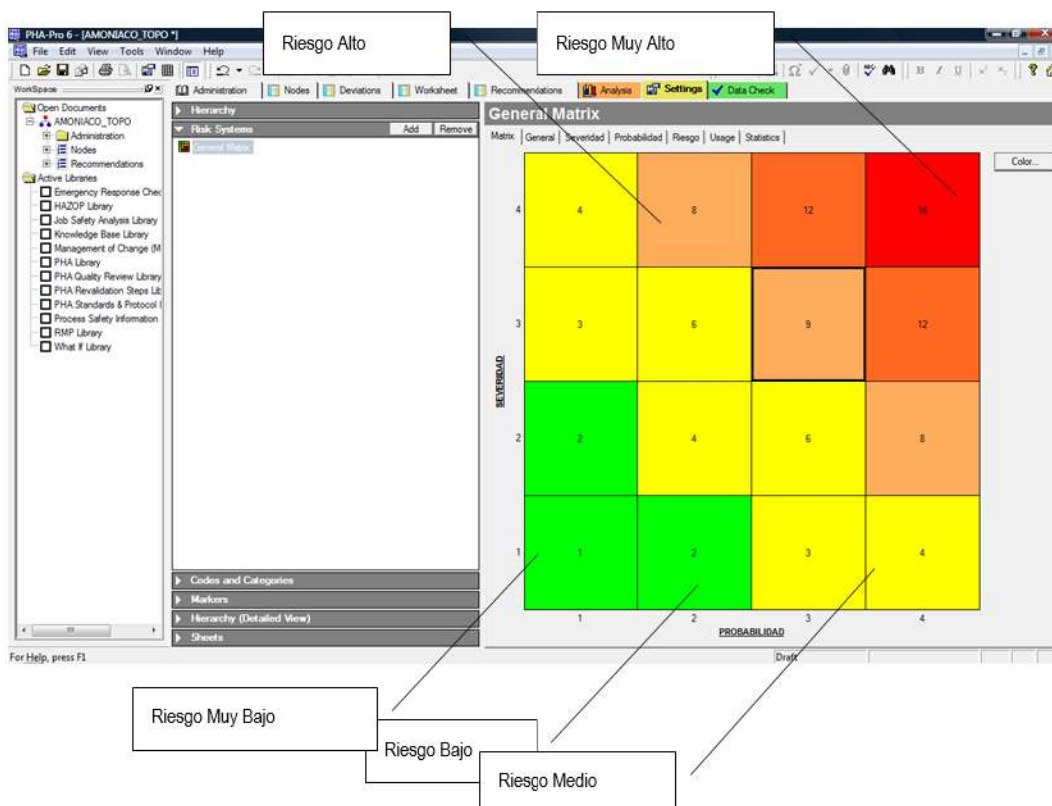
Gravedad	Descripción
1	Sin impactos a la salud o lesiones
2	Lesiones menores o impactos a la salud menores
3	Lesiones o impactos a la salud moderada
4	Muerte o lesiones graves

Tabla de valores de Probabilidad

Probabilidad	Descripción
1	No se espera que ocurra durante la vida de la instalación
2	Podría ocurrir una vez durante la vida de la instalación
3	Puede ocurrir varias veces durante la vida de la instalación
4	Podrían producirse sobre una base anual (o más a menudo)

Los riesgos de proceso deben eliminarse mediante sistemas automatizados de control electrónico o computarizado y de sus correspondientes instrumentos, tanto pasivos (detección) como activos.

Adicionalmente las librerías del programa PHA Pro6 cuentan con tabla para la siguiente matriz que es la de “aceptabilidad del riesgo”.



En ésta matriz, se establecen los rangos de riesgo, así como las condicionantes del mismo o los cambios que deben establecerse para lograr un balance y con ello una aceptabilidad. El tipo de riesgo se identifica con la primera letra del tipo de acción y solo se clasifica en 4 rangos.

Clasificación de riesgo		Descripción
A	1, 2	Aceptable - No hay medidas de control del riesgo son necesarios
C	3, 4 y 6	Aceptable con Control - Control de riesgos, las medidas están en su lugar
N	8 y 9	No deseable - Las medidas de control de riesgo que se introducirá dentro de un período de tiempo especificado
U	12 y 16	Inacceptable

Para poder cuantificar cada parte del sistema y obtener como conclusión, su jerarquización, no se han considerado las medidas de seguridad que tendrá cada parte del sistema; ya que para minimizar los riesgos, en la parte correspondiente a medidas de seguridad, se indican todas aquéllas que se han considerado dentro del proyecto y las que se tendrían que implementar para conseguir una instalación y operación segura, se pueden ver con más detalle **HAZOP Preliminar** en el Anexo 8.

De acuerdo a lo anterior se pueden jerarquizar los riesgos en el presente proyecto, tabla resumen, de la siguiente manera:

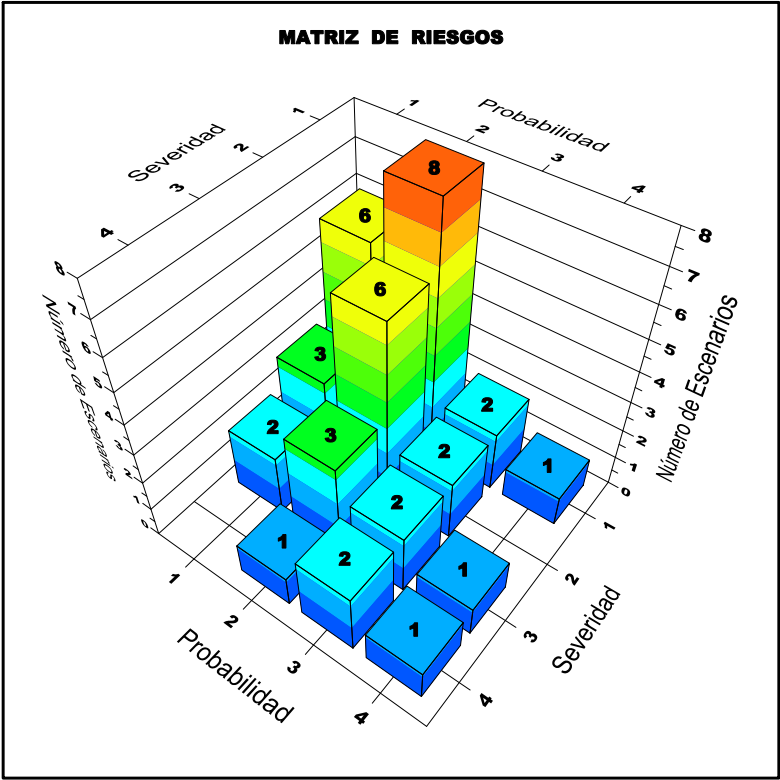
Tabla resumen del Análisis de desviaciones

Nodo	Desviación	Análisis		
		Causes	Consecuencias	Salvaguardas
1. Desulfuración y compresión de gas natural	1. Alta concentración de azufre	1	1	1
2. Compresión del Aire de proceso	1. Presión baja	1	2	1
	2. Alta presión	1	1	1
	3. Menos de flujo de aire	1	2	1
3. Reformador de vapor y recuperación de calor	1. menor temperatura en el gas natural precalentado	1	1	4
4. Reformador Primario y recuperación de calor	1. degradación del catalizador de níquel	1	2	1
	2. no se lleva a cabo la reacción en presencia del catalizador de níquel	1	1	1
5. Conversión de CO	1. baja eficiencia en la conversión de CO	2	2	3
6. Remoción de CO2 Enfriamiento del Gas de Proceso	1. Cambios en temperatura de aMDEA	3	3	3
7. Remoción de CO2 Regeneración de aMDEA	1. menor nivel de aMDEA en el reactor.	1	1	1
	2. Temperatura alta en la aMDEA.	1	1	1
8. Remoción de CO2 Absorción	1. menor nivel de aMDEA en el reactor	1	1	1
9. Metanización	1. Temperatura alta	1	1	1
	2. alta concentración de CO y CO2	1	1	2
10. Síntesis y convertidor de amoniac (NH ₃)	1. mayor concentración de hidrógeno	1	1	3
11. Compresión del gas de síntesis	1. menos nivel en el separador 07F001	1	1	2
	2. mas nivel en el separador 07F001	1	1	2
12. Recuperación del amoniac	1. la eficiencia de recuperación del amoniac disminuye	1	1	1
13. Refrigeración	1. no hay condensación	1	1	3
	2. Fuga de amoniac en conexiones o bridas	1	1	1
14. Recuperación del Hidrógeno	1. no se atomiza la corriente entrante al absorbedor de purga de gas 10C002	1	1	1
15. Almacenamiento de amoniac	1. Fuga de amoniac en conexiones o bridas	1	1	1
16. Amonioducto	1 Fuga accidental de amoniac anhidro (en fase gaseosa al contacto con la atmósfera) por ruptura parcial en la estructura de la pared del ducto de transporte de 18" de diámetro.	6	5	11
	2. Fuga accidental de amoniac anhidro (en fase gaseosa al contacto con la atmósfera) por ruptura parcial en la estructura de la pared del ducto de transporte de 18" de diámetro ubicado en el corredor de ductos a un costado del camino al muelle de PEMEX, durante un tiempo promedio de 20 minutos, que es el tiempo máximo estimado de una fuga.	1	2	2
17. Gasoducto	1. Deterioro de instalaciones (corrosión o fractura) sin ser detectadas oportunamente.	1	1	1

Nodo	Desviación	Análisis		
		Causas	Consecuencias	Salvaguardas
	2. El montaje de líneas y accesorios es deficiente. Alineación y distribución de carga defectuosa.	1	2	1
	3. Falta de señalamiento e identificación del gas.	1	1	1
	4. Falta de precaución en la purga del ducto para su reparación.	1	2	1
	5. Fuga accidental de gas natural por un orificio equivalente a 1" de diámetro, por problemas con la válvula en el punto de interconexión entre la estación de medición y regulación del gasoducto de 30" de C.F.E. El Encino-Topolobampo.	1	1	2

S x P (Matriz de Riesgo)

En la gráfica se observa que se identificaron una gran cantidad de peligros pero al evaluarlos mediante su probabilidad y severidad la mayor parte de ellos no representan un riesgo grave, por otra parte solo algunos de ellos requieren de medidas sobre el diseño o la operación de gran relevancia y son 4, aquellos cuya multiplicación es superior a 12 (3x4, 4x3 o 4x4) como es el caso del amonioducto y gasoducto.



Conclusiones:

1.- **Instrumentación.-** Una de las recomendaciones recurrentes es la calibración de instrumentos de medición y alarma, esto se debe a la relación directa que existe entre la falla de los equipos de control en concatenación con la falla de operabilidad lo cual resulta poco probable pero posible, es por esto que el programa de calibración de instrumentos de detección se vuelve prioritario. Adicionalmente se sugiere elaborar un Análisis SIL a fin de establecer el grado de confiabilidad que deberán tener ya sea por característica propia o por duplicación del sistema (redundante).

2.- **Evacuación, Escape y Atención a Emergencias.-** La preparación del personal en todo procedimiento de emergencia es de importancia relevante. En primer lugar el escape considerado como pieza vital en caso de emergencia; ya que cada persona expuesta deberá contar con mascarillas que le permita desplazarse hasta el refugio más próximo. Después estarán aquellas personas que sin encontrarse expuestas deberán capacitarse para evacuar las instalaciones sin necesidad de equipo de protección respiratoria hasta el punto de reunión o refugio, esto en cuanto suene la alarma. Y la formación de la brigada de atención a emergencias deberá tomar un papel preponderante en la organización. Es importante considerar que todo personal debe contar con la capacitación en el uso de equipo de respiración de aire autónomo (SCBA), ya sea contratista o visitante, de tal forma que ninguna persona se encuentre libre de la capacitación en la planta.

3.- **Paro y Arranque.-** Una de las recomendaciones de planta, la de paro y arranque, representa mayor riesgo que las variaciones durante la operación, por lo que deberán estar sujetos a prácticas de tipo simulacro de gabinete y físicas a fin de identificar los puntos débiles y cambios en el procedimiento, por lo que ya se cuenta con sistema de cómputo (los cuales están descritos en el apartado de Medidas de Seguridad - SCD y SIS-) mediante el cual es posible modificar las fallas y las condiciones de operación a fin de que el personal adquiera las capacidades necesarias para la toma de decisiones adecuadas aún en el caso de emergencia, desastre o contingencia que altere el equilibrio mental. Adicionalmente el personal que atienda la emergencia contará con radio banda civil portátil para mantener una comunicación directa.

4.- **Alarma.-** Se contará con alarmas audible y visibles con su instalación tanto en cuartos de control como en el área de operación; así como estaciones manuales a fin de contar con los medios en caso de evacuación y con la opción de voz.

5.- **Sistema de diluvio.-** Uno de los sistemas que es más eficiente en el control de fugas es el sistema de diluvio y/o espuma ya que de esta forma se disuelve o encapsula el amoniaco que ha escapado durante un accidente por lo que se contará con equipo portátil.

Una vez identificados y jerarquizados estos riesgos, se simulan en forma matemática por medio del software. Una vez determinados los riesgos, definidos como escenario de accidentes o escenario accidentales más significativos de la instalación bajo estudio, se deberá evaluar el alcance de las consecuencias derivadas de los mismos, el análisis de consecuencias se efectuará mediante un software ARCHIE (**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation**), versión 1.0 de Microsoft Corp. 1982-1986; este Software ha sido aceptado por Occupational Safety and Health Administration (OSHA) y United States Environmental Protection Agency (USEPA), y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Este software también predice las huellas de radiación térmica y sobrepresiones, resultando muy útil en la evaluación del impacto de liberaciones accidentales, en el diseño de planes de respuesta a emergencias e implementando programas de entrenamiento.

GAS NATURAL

La simulación o modelación de estos eventos con el paquete ARCHIE (**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation**) (Anexo 9), para el caso de gas natural, se integró por los siguientes modelos:

- G) Evaluación del riesgo de chorros de flama o dardos de fuego.
- H) Evaluación del riesgo de fuego por nube o pluma de vapor.
- I) Evaluación del riesgo de explosión de nubes de vapor (no confinadas).

Los tres modelos de dispersión son del tipo Gaussiano y permiten obtener estimaciones de concentraciones en el aire, considerando condiciones de emisión y estabilidad atmosférica particulares. Este paquete de simulación debe considerarse primariamente como herramienta de evaluación preliminar para el análisis detallado de posibles situaciones de dispersión de un contaminante a través del cual se pueden simular o representar condiciones específicas de un emisor y su entorno.

Consideraciones primarias

Es muy importante mencionar los siguientes aspectos considerados en la determinación del evento de riesgo:

- El modelo que se utilizará para simular este escenario es de la una nube de explosiva de vapor sin confinar, mencionado anteriormente. El efecto de

explosividad que se puede producir por la ignición de una nube de vapor inflamable sin confinar, es una de las menos frecuentes pero con consecuencias más severas.

- Es importante mencionar que, en la mayoría de los programas de simulación, es común expresar la energía liberada de la sustancia explosiva relacionada a una carga equivalente de TNT, así como también se emplean los datos disponibles de sobrepresión producidas en explosiones por TNT.
- Derivado de la aplicación de la metodología HAZOP y la jerarquización de riesgos, se determinó que los eventos más probables son los siguientes:

Las condiciones de las fugas de gas natural que pueden provocar las condiciones explosión, inflamabilidad, son:

1. Calculo De Distancias De Afectación Potencial Al Entorno Del Gasoducto De Acero Al Carbón De 18” De Diámetro Nominal De 1.1 Kilómetros De Longitud Total Aproximada, Para Suministro De Gas Natural A La Nueva Planta De Producción De Amoniaco, Estado De Sinaloa, Mediante El Uso Del Paquete De Simulación De La E.P.A. (ARCHIE, 1986) (Anexo 9).

- **CASO NO. 1:** FUGA **ACCIDENTAL** DE **GAS NATURAL** POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A 1” DE DIAMETRO, POR PROBLEMAS CON LA VÁLVULA EN EL PUNTO DE INTERCONEXIÓN ENTRE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DEL GASODUCTO DE 30” EL ORO - TOPOLOBAMPO. EL ENCINO-TOPOLOBAMPO, UBICADA A UN COSTADO DE LA CARRETERA LOS MOCHIS-TOPOLOBAMPO, Y EL GASODUCTO DE 18” DE LA PLANTA DE AMONIAO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **10 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SEA CONTROLADA POR EL OPERADOR DEL SISTEMA.
- **CASO No. 2:** FUGA **ACCIDENTAL** DE **GAS NATURAL** POR UN ORIFICIO DE 2” DE DIAMETRO, EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 18” UBICADO A UN COSTADO DEL DDV DEL FERROCARRIL, CERCA DE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DEL PUNTO DE INTERCONEXIÓN CON EL GASODUCTO DE 30” EL ORO - TOPOLOBAMPO. EL ENCINO-TOPOLOBAMPO, DEBIDO A **UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA**, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **5 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA “**SLAM-SHUT**” DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.

2. CALCULO DE DISTANCIAS DE AFECTACION POTENCIAL AL ENTORNO DE LA RED DE GAS NATURAL DE ACERO AL CARBÓN DE 10” DE DIAMETRO NOMINAL, EN EL INTERIOR DE LA NUEVA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE

AMONIACO, EN TOPOLOBAMPO, ESTADO DE SINALOA, MEDIANTE EL USO DEL PAQUETE DE SIMULACION DE LA E.P.A. (ARCHIE, 1986).

- **CASO No. 3:** FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO DE 2" DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 10" UBICADO EN EL INTERIOR DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMONIACO DEL MUNICIPIO DE AHOME, DEBIDO A UN PORO DE CORROSIÓN, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 1 MINUTO, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.

AMONIACO ANHIDRO

La simulación o modelación de estos eventos con el paquete ARCHIE (**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation**) (Anexo 9), para el caso de amoniaco anhidro, se integró por los siguientes modelos:

- A) Estimación de la tasa de descarga del gas.
- D) Evaluación del riesgo de dispersión de vapores tóxicos (por inhalación).

Consideraciones primarias

Concentraciones IDLH (Peligro Inmediato a la Salud o a la Vida) del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de Norteamérica, en su libro de bolsillo intitulado NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, publicado en junio de 1994, menciona que los criterios y fuentes originales de la información para sustentar la determinación de las concentraciones de IDLH, por otra parte aparecen descritos en la publicación "Documentation for Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations" las concentraciones inmediatamente peligrosas para la vida o la salud para diversas sustancias (NTIS Publication No. PB-94-196-195047).

La definición de la IDLH que se gestó durante el programa de Standards Completion, estuvo basada en la definición estipulada por el Colegio Federal de Regulaciones (30CRF 11.3 T) de la Administración de la Seguridad y Salud en las Minas (MSHA por sus siglas en inglés), con el propósito de asegurar que un trabajador pudiera escapar sin daño o efectos irreversibles a la salud durante una exposición IDHL, en el caso de una falla de su equipo de protección respiratoria.

Por lo anterior, la IDHL fue considerada a partir de ese momento como la concentración máxima arriba de la cual sólo podría permitirse la exposición a ella con un equipo de respiración altamente confiable que provea la máxima protección a un trabajador. Al mismo tiempo se consideraron en el establecimiento de dichas concentraciones, la posibilidad de irritación severa de los ojos, de las vías respiratorias u otros efectos como la desorientación o descoordinación motriz que pudieran evitar al trabajador escapar del área de riesgo.

Con un margen de seguridad, los valores IDLH se basaron en la mortandad a consecuencia de una exposición de 30 minutos, lo cual no implica que se considere que los trabajadores deben permanecer expuestos más del tiempo necesario, de hecho se indica que se deben realizar todos los esfuerzos necesarios para que los trabajadores salgan inmediatamente del área o zona en la que se produjo una exposición de ésta índole. De acuerdo a lo anterior la definición de NIOSH respecto a una exposición IDLH es la siguiente:

IDLH: Exposición a una concentración de contaminantes del aire que representa una amenaza, porque puede causar la muerte o efectos adversos permanentes inmediatos o de manifestación diferida, o porque impide escapar de tal ambiente. Por lo tanto una atmósfera que amenaza la vida se considera IDLH cuando:

- ♦ Es una atmósfera que se conoce o sospecha tiene sustancias tóxicas con concentraciones por encima del nivel IDLH;
- ♦ Es un espacio confinado que contiene menos de la cantidad normal de 20.9 % de oxígeno, a menos de que la fuente de reducción del oxígeno se entienda y controle;
- ♦ Condición o lugar cuyo contenido de oxígeno se encuentra por abajo del 12.5% (95 mm Hg pp O₂) a la presión atmosférica del nivel del mar: o
- ♦ Lugar que contiene una presión atmosférica total menor a 450 mm Hg (8.6 psi), equivalente a 4270 metros de altitud o cualquier combinación de un porcentaje reducido de oxígeno o de presión disminuida que conduce a una presión parcial de oxígeno menor a 95 mm Hg.
- ♦ Se tomaron en cuenta los valores de IDLH (300 ppm) y TLV (35 ppm) para llevar a cabo las modelaciones

Las condiciones de las fugas de amoniaco que pueden provocar las condiciones IDLH y TLV son:

1. **Calculo de Distancias de Afectación Potencial al Entorno del Amonioducto de 18” de Diámetro y 3 Kilómetros de Longitud Aproximada que Transporta Amoniaco Refrigerado desde la Planta Productora de Amoniaco Anhidro, hasta el Muelle de Pemex En Topolobampo, Sinaloa, Mediante El Uso Del Paquete de Simulación de La E.P.A. (ARCHIE, 1986) (Anexo 9).**

CASO No. 1:

- FUGA **ACCIDENTAL** DE **AMONIACO ANHIDRO** (EN FASE GASEOSA AL CONTACTO CON LA ATMÓSFERA) POR RUPTURA PARCIAL EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DEL **DUCTO DE TRANSPORTE DE 18” DE DIÁMETRO** UBICADO EN EL CORREDOR DE DUCTOS A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE DE PEMEX, DEBIDO A **UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA** LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE **3.6”** DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **20 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO ESTIMADO DE UNA FUGA DESPUÉS DE QUE SE ACTIVEN LAS VALVULAS DE EMERGENCIA PARA CORTE DE FLUJO.

CASO No. 2:

- FUGA **ACCIDENTAL** DE **AMONIACO ANHIDRO** (EN FASE GASEOSA AL CONTACTO CON LA ATMÓSFERA) POR RUPTURA PARCIAL EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DEL **DUCTO DE TRANSPORTE DE 18” DE DIÁMETRO** UBICADO EN EL CORREDOR DE DUCTOS A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE DE PEMEX, DEBIDO A **UN GOLPE POR IMPACTO DE UN VEHÍCULO** LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE **9”** DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 50% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **10 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO ESTIMADO DE UNA FUGA DESPUÉS DE QUE SE ACTIVEN LAS VALVULAS DE EMERGENCIA PARA CORTE DE FLUJO.

CASO No. 3:

- FUGA **ACCIDENTAL** DE **AMONIACO ANHIDRO** (EN FASE GASEOSA AL CONTACTO CON LA ATMÓSFERA) POR RUPTURA TOTAL DEL **DUCTO DE TRANSPORTE DE 18” DE DIÁMETRO** UBICADO EN EL CORREDOR DE DUCTOS A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE DE PEMEX, FRENTE AL

ACCESO PRINCIPAL A LA PLANTA DE C.F.E., DEBIDO A **UN GOLPE POR IMPACTO DE UN VEHÍCULO** LIBERÁNDOSE PRODUCTO DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **5 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO ESTIMADO DE UNA FUGA DESPUÉS DE QUE SE ACTIVEN LAS VALVULAS DE EMERGENCIA PARA CORTE DE FLUJO.

2. Calculo De Distancias De Afectación Potencial Al Entorno De Los Tanques De Almacenamiento De Amoníaco Refrigerado De 75,000 Toneladas De Capacidad Total De La Planta Productora De Amoníaco Anhidro, En Topolobampo, Sinaloa, Mediante El Uso Del Paquete De Simulación De La E.P.A. (ARCHIE, 1986).

- **CASO No. 1: CASO No. 1:** FUGA DE AMONIACO ANHIDRO (FASE GASEOSA) POR RUPTURA EN LA ESTRUCTURA DEL TECHO DE UNO DE LOS TRES TANQUES CILINDRICO VERTICALES TIPO FULL CONTAINER PARA ALMACENAMIENTO DE AMONIACO REFRIGERADO DE 25,000 TONELADAS MÉTRICAS DE CAPACIDAD, DEBIDO A **UNA SOLDADURA DEFECTUOSA** LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE **0.5"** DE DIÁMETRO, DURANTE UN TIEMPO APROXIMADO DE 45 MINUTOS, ANTES DE TRASVASAR EL PRODUCTO HACIA OTRO TANQUE Y REPARAR LA ESTRUCTURA DEL TANQUE DAÑADO.

En el anexo 9 se encuentran los resultados de las modelaciones para los casos identificados para el proyecto.

III. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

III.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

AMONIODUCTO. Debido a las condiciones de presión y diámetro de la tubería, las áreas de afectación por amoniaco anhidro se pueden ver en el Anexo 9. Como se puede observar el área de alto riesgo para el caso del amonioducto se sitúa a 297.79 metros (**Caso 1 RUPTURA PARCIAL EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DEL DUCTO DE TRANSPORTE DE 18" DE DIÁMETRO DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE 3.6" DE DIÁMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 20 MINUTOS**) y el área de amortiguamiento a 890.93 metros con una estabilidad B, en el caso del catastrófico abarcan el área de las instalaciones de PEMEX, CFE. Para el caso del amortiguamiento abarcan el área de las instalaciones de PEMEX, CFE y el extremo norte de Topolobampo.

Como se puede observar el área de alto riesgo para el caso del amonioducto se sitúa a 758.65 metros (**Caso 2 RUPTURA PARCIAL EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DEL DUCTO DE TRANSPORTE DE 18" DE DIÁMETRO DEBIDO A UN GOLPE POR IMPACTO DE UN VEHÍCULO LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE 9" DE DIÁMETRO -EQUIVALENTE AL 50% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA-, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 10 MINUTOS**) y el área de amortiguamiento a 2,194.25 metros con una estabilidad B, en ambos casos abarcan el área de los predios y más allá de esta como es el caso de Topolobampo, Ejido Rosendo Castro, las instalaciones de PEMEX, CFE y el API.

Se puede observar el área de alto riesgo para el caso del amonioducto se sitúa a 1,407.26 metros (**Caso 3 RUPTURA TOTAL DEL DUCTO DE TRANSPORTE DE 18" DE DIÁMETRO, POR UN GOLPE POR IMPACTO DE UN VEHÍCULO LIBERÁNDOSE PRODUCTO DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 5 MINUTOS,**) y el área de amortiguamiento a 3,218.69 metros con una estabilidad B, en ambos casos abarcan el área de los predios y más allá de esta como es el caso de Topolobampo, Ejido Rosendo Castro, las instalaciones de PEMEX, CFE y el API.

TANQUE. El área de alto riesgo para el caso de **tanque** de almacenamiento se sitúa 132.28 metros (**Caso 1 RUPTURA EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DE UNO DE LOS TRES TANQUES CILINDRICO VERTICALES PARA ALMACENAMIENTO DE AMONIACO REFRIGERADO DE 25,000 TONELADAS MÉTRICAS DE CAPACIDAD, DEBIDO A UNA SOLDADURA DEFECTUOSA LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE 5" DE DIAMETRO, DURANTE UN TIEMPO APROXIMADO DE 45 MINUTOS**) y el área de amortiguamiento a 795.14 metros con una estabilidad B, en el primer caso abarca el área de los predios propios del proyecto como el de PEMEX y en el caso del segundo alcanza a las instalaciones de CFE.

GASODUCTO. El área de alto riesgo para el caso del **Gasoducto** se sitúa entre los 37.79 metros zona de alto riesgo a 5 kw/m² con una estabilidad F por FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (**FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A 1" DE DIAMETRO, POR PROBLEMAS CON LA VÁLVULA EN EL PUNTO DE INTERCONEXIÓN ENTRE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DEL GASODUCTO DE 30" EL ORO - TOPOLOBAMPO. EL ENCINO-TOPOLOBAMPO, UBICADA A UN COSTADO DE LA CARRETERA LOS MOCHIS-TOPOLOBAMPO, Y EL GASODUCTO DE 18" DE LA PLANTA DE AMONIACO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 10 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SEA CONTROLADA POR EL OPERADOR DEL SISTEMA**) y la distancia de separación segura a 54.86 metros, en el primer caso abarca el área de los predios de PEMEX y las vías de ferrocarril.

El área de alto riesgo para el caso del **Gasoducto** se sitúa entre los 77.72 metros zona de alto riesgo a 5 kw/m² con una estabilidad F FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (**FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO DE 2" DE DIAMETRO, EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 18" UBICADO A UN COSTADO DEL DDV DEL FERROCARRIL, CERCA DE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DEL PUNTO DE INTERCONEXIÓN CON EL GASODUCTO DE 30" EL ORO - TOPOLOBAMPO. EL ENCINO-TOPOLOBAMPO, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 5 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.**) y la distancia de separación segura a 112.78 metros, en

ambos casos abarcan área de los predios propios del proyecto y algunos partes de las instalaciones de PEMEX.

RED INTERNA DE GAS NATURAL

El área de alto riesgo para el caso del **Gasoducto** se sitúa entre los 81.69 metros zona de alto riesgo a 5 kw/m² con una estabilidad F FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (**Caso 3 FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO DE 2" DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 10" UBICADO EN EL INTERIOR DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMONIACO DEL MUNICIPIO DE AHOME, DEBIDO A UN PORO DE CORROSIÓN, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 5 MINUTOS**) y la distancia de separación segura a 118.57 metros, en ambos caso abarca áreas del predio propio del proyecto y en el segundo caso alcanzaría parte del predio de amortiguamiento de PEMEX.

La zona de amortiguamiento distancia de separación segura se encontró hasta los 143.56 metros en el caso de la modelación por **FLAMA O DARDOS DE FUEGO**, este dato puede ser un poco engañoso, ya que si bien la distancia es muy grande, no se están considerando el cerro de Topolobampo que se localiza en línea recta hacia el sur del predio del proyecto y las turbulencias propias que se generan por los vientos.

Para efectos de la modelación, se consideró que todo el líquido derramado durante una fuga se transforma casi inmediatamente en gas.

Como ya se señaló en la Manifestación de Impacto Ambiental la cual acompaña el presente estudio, el predio en el que se pretende realizar la construcción se encuentra al oeste de la bahía de Ohuira teniendo como colindancias al oeste las instalaciones de la terminal de PEMEX y al sur las instalaciones de Comisión Federal de Electricidad.

Por lo que durante las sesiones de HAZOP Preliminar se tomaron en cuenta el ambiente corrosivo del mar y los fenómenos perturbadores propios de la costa del pacífico.

Por otra parte también se tomó en cuenta que la distancia de amortiguamiento se incrementa ya que los asentamientos humanos regulares e irregulares no son posibles ya que el proyecto estaría rodeada de instalaciones industriales por un lado y mar por el otro.

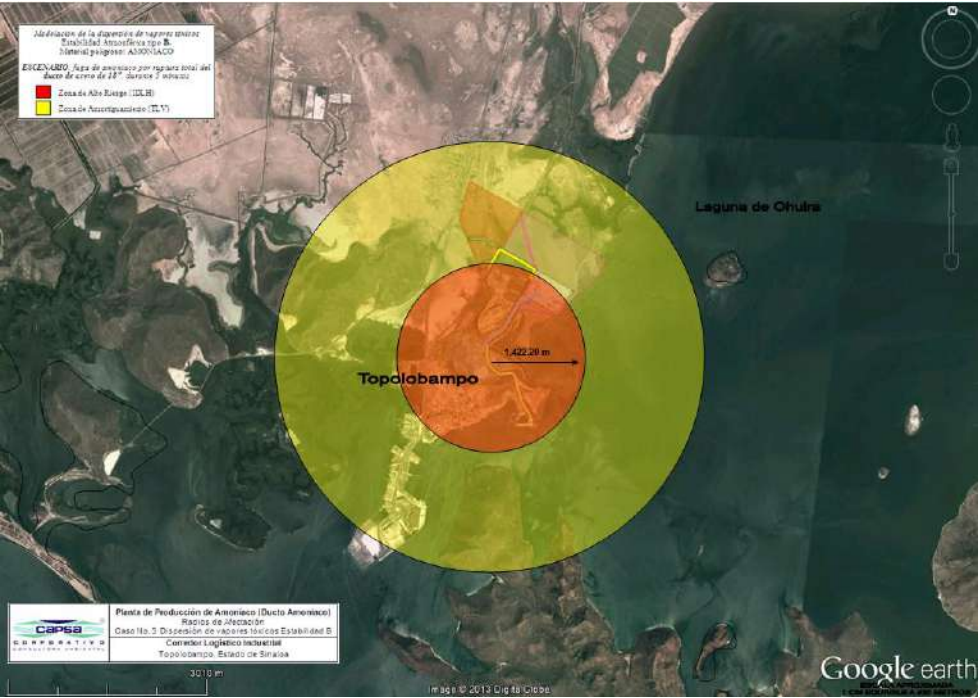
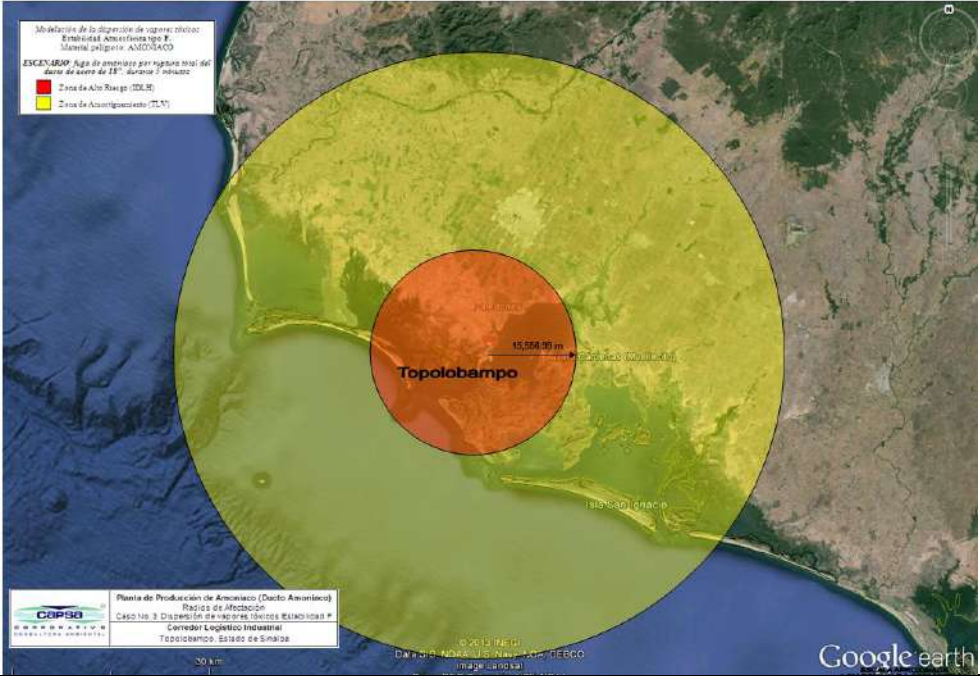
La topografía muestra dos colinas próximas a las instalaciones que dificultan la dispersión en tierra de posibles fugas.

A manera de resumen se presenta la siguiente tabla donde se pueden observar las condiciones generales de cada uno de los eventos, de igual forma se pueden ver en el Anexo 9.

Tabla 25 Resultados de la modelación de riesgo con amoniaco anhidro con el programa ARCHIE.

SUSTANCIA	Zona de Alto Riesgo (Zona de influencia del valor IDLH 300 ppm)		Determinación de la Zona de Amortiguamiento (Zona de influencia del valor TLV 35 ppm)		Radios de afectación
	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	
AMONIODUCTO					
CASO No. 1: FUGA ACCIDENTAL DE AMONIACO ANHIDRO (EN FASE GASEOSA AL CONTACTO CON LA ATMÓSFERA) POR RUPTURA PARCIAL EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DEL DUCTO DE TRANSPORTE DE 18” DE DIÁMETRO UBICADO EN EL CORREDOR DE DUCTOS A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE DE PEMEX, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE 3.6” DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 20 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO ESTIMADO DE UNA FUGA DESPUÉS DE QUE SE ACTIVEN LAS VALVULAS DE EMERGENCIA PARA CORTE DE FLUJO.	977 pies (297.79 metros)	7,313 pies (2,229.00 metros)	2,923 pies (890.93 metros)	34,617 pies (10.551.26 metros)	

SUSTANCIA	Zona de Alto Riesgo (Zona de influencia del valor IDLH 300 ppm)		Determinación de la Zona de Amortiguamiento (Zona de influencia del valor TLV 35 ppm)		Radios de afectación
	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	
CASO No. 2: FUGA ACCIDENTAL DE AMONIACO ANHIDRO (EN FASE GASEOSA AL CONTACTO CON LA ATMÓSFERA) POR RUPTURA PARCIAL EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DEL DUCTO DE TRANSPORTE DE 18” DE DIÁMETRO UBICADO EN EL CORREDOR DE DUCTOS A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE DE PEMEX, DEBIDO A UN GOLPE POR IMPACTO DE UN VEHÍCULO LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE 9” DE DIAMETRO (<u>EQUIVALENTE AL 50% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA</u>), DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 10 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO ESTIMADO DE UNA FUGA DESPUÉS DE QUE SE ACTIVEN LAS VALVULAS DE EMERGENCIA PARA CORTE DE FLUJO.	2,489 pies (758.65 metros)	26,985 pies (8,225.03 metros)	7,199 pies (2,194.25 metros)	100,822 pies (30.730.55 metros)	

SUSTANCIA	Zona de Alto Riesgo (Zona de influencia del valor IDLH 300 ppm)		Determinación de la Zona de Amortiguamiento (Zona de influencia del valor TLV 35 ppm)		Radios de afectación
	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	
CASO No. 3: FUGA ACCIDENTAL DE AMONIACO ANHIDRO (EN FASE GASEOSA AL CONTACTO CON LA ATMÓSFERA) POR RUPTURA TOTAL DEL DUCTO DE TRANSPORTE DE 18” DE DIÁMETRO UBICADO EN EL CORREDOR DE DUCTOS A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE DE PEMEX, FRENTE AL ACCESO PRINCIPAL A LA PLANTA DE C.F.E., DEBIDO A UN GOLPE POR IMPACTO DE UN VEHÍCULO LIBERÁNDOSE PRODUCTO DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 5 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO ESTIMADO DE UNA FUGA DESPUÉS DE QUE SE ACTIVEN LAS VALVULAS DE EMERGENCIA PARA CORTE DE FLUJO.	4,617 pies (1,407.26 metros)	50,378 pies (15,355.21 metros)	10,560 pies (3,218.69 metros)	149,463 pies (45,556.32 metros)	 

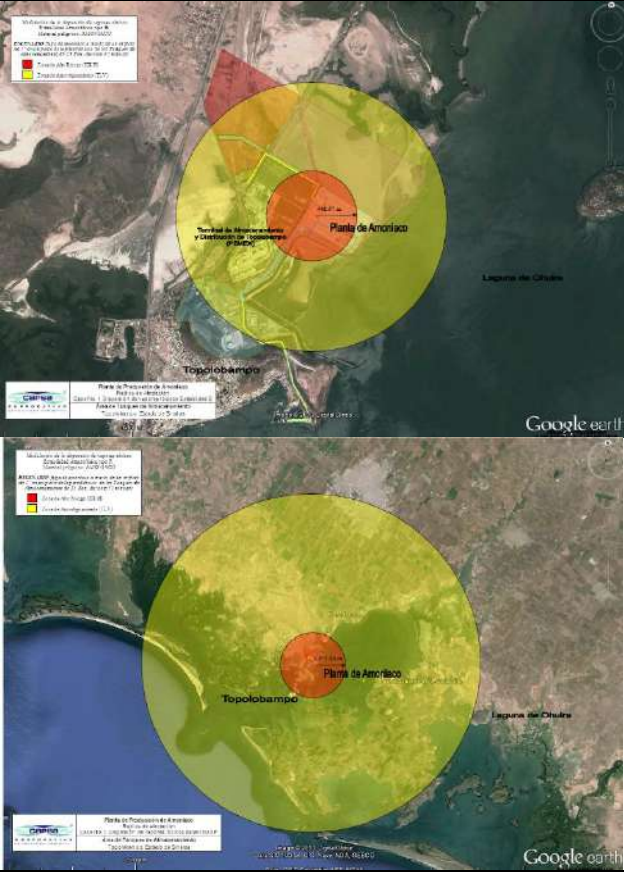
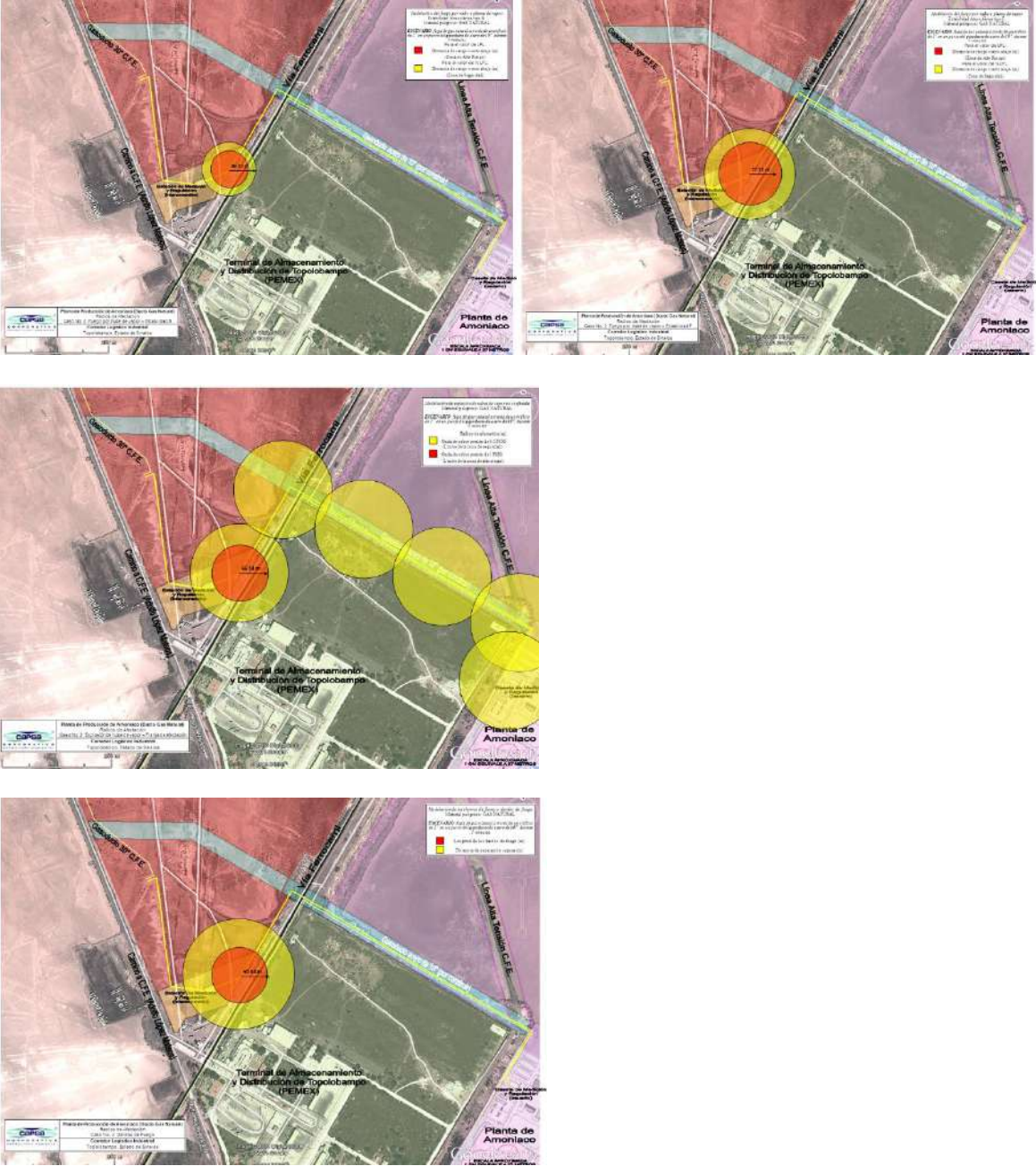
SUSTANCIA	Zona de Alto Riesgo (Zona de influencia del valor IDLH 300 ppm)		Determinación de la Zona de Amortiguamiento (Zona de influencia del valor TLV 35 ppm)		Radios de afectación
	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ANHIDRO					
CASO No. 1: FUGA DE AMONIACO ANHIDRO (FASE GASEOSA) POR RUPTURA EN LA ESTRUCTURA DEL TECHO DE UNO DE LOS TRES TANQUES CILINDRICO VERTICALES TIPO FULL CONTAINER PARA ALMACENAMIENTO DE AMONIACO REFRIGERADO DE 25,000 TONELADAS MÉTRICAS DE CAPACIDAD, DEBIDO A UNA SOLDADURA DEFECTUOSA LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE 0.5” DE DIÁMETRO, DURANTE UN TIEMPO APROXIMADO DE 45 MINUTOS, ANTES DE TRASVASAR EL PRODUCTO HACIA OTRO TANQUE Y REPARAR LA ESTRUCTURA DEL TANQUE DAÑADO.	434 pies (132.28 metros)	2,612 pies (796.14 metros)	a nivel del piso=1,770 pies (539.50 metros) a la altura de salida=1,690 pies (515.11 metros)	a nivel del piso=14,335 pies (4.369.31 metros) a la altura de salida=12,761 pies (3,889.55 metros)	

Tabla 26 Resultados de la modelación de riesgo con gas natural con el programa ARCHIE.

SUSTANCIA	FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (ESTABILIDAD B)		FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (ESTABILIDAD F)		EXPLOSIÓN DE NUBES DE VAPOR NO CONFINADAS (SOBREPRESIÓN)		FLAMA O DARDOS DE FUEGO		Radios de afectación
	Zona de alto riesgo 5 kw/m2	Zona de amortiguamiento 1.4 kw/m2 (m)	Zona de alto riesgo 5 kw/m2	Zona de amortiguamiento 1.4 kw/m2 (m)	Zona de alto riesgo 1 psig	Zona de Amortiguamiento 0.5 psig	Longitud de los dardos de fuego	Distancia de separación segura	
GASODUCTO									
CASO NO. 1: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A 1” DE DIAMETRO, POR PROBLEMAS CON LA VÁLVULA EN EL PUNTO DE INTERCONEXIÓN ENTRE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DEL GASODUCTO DE 30” EL ORO - TOPOLOBAMPO. EL ENCINO-TOPOLOBAMPO, UBICADA A UN COSTADO DE LA CARRETERA LOS MOCHIS-TOPOLOBAMPO, Y EL GASODUCTO DE 18” DE LA PLANTA DE AMONIACO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 10 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SEA CONTROLADA POR EL OPERADOR DEL SISTEMA.	22.55 m	32.62 m	37.79 m	54.86 m	26.52	46.03	108 pies (32.92 m)	216 (65.84m)	

SUSTANCIA	FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (ESTABILIDAD B)		FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (ESTABILIDAD F)		EXPLOSIÓN DE NUBES DE VAPOR NO CONFINADAS (SOBREPRESIÓN)		FLAMA O DARDOS DE FUEGO		Radios de afectación
	Zona de alto riesgo 5 kw/m2	Zona de amortiguamiento 1.4 kw/m2 (m)	Zona de alto riesgo 5 kw/m2	Zona de amortiguamiento 1.4 kw/m2 (m)	Zona de alto riesgo 1 psig	Zona de Amortiguamiento 0.5 psig	Longitud de los dardos de fuego	Distancia de separación segura	
CASO No. 2: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO DE 2" DE DIAMETRO, EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 18" UBICADO A UN COSTADO DEL DDV DEL FERROCARRIL, CERCA DE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DEL PUNTO DE INTERCONEXIÓN CON EL GASODUCTO DE 30" EL ORO - TOPOLOBAMPO. EL ENCINO-TOPOLOBAMPO, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 5 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.	46.33 m	67.06 m	77.72 m	112.78 m	52.73	91.13	216 pies (65.84 m)	431 pies (131.37 m)	

SUSTANCIA	FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (ESTABILIDAD B)		FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (ESTABILIDAD F)		EXPLOSIÓN DE NUBES DE VAPOR NO CONFINADAS (SOBREPRESIÓN)		FLAMA O DARDOS DE FUEGO		Radios de afectación
	Zona de alto riesgo 5 kw/m2	Zona de amortiguamiento 1.4 kw/m2 (m)	Zona de alto riesgo 5 kw/m2	Zona de amortiguamiento 1.4 kw/m2 (m)	Zona de alto riesgo 1 psig	Zona de Amortiguamiento 0.5 psig	Longitud de los dardos de fuego	Distancia de separación segura	
RED INTERNA DE GAS NATURAL									
CASO No. 3: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO DE 2" DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 10" UBICADO EN EL INTERIOR DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMONIACO DEL MUNICIPIO DE AHOME, DEBIDO A UN PORO DE CORROSIÓN, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 1 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA “SLAM-SHUT” DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.	48.46 m	70.41 m	81.69 m	118.57 m	55.17	95.71	236 pies (71.93 m)	471 pies (143.56 m)	

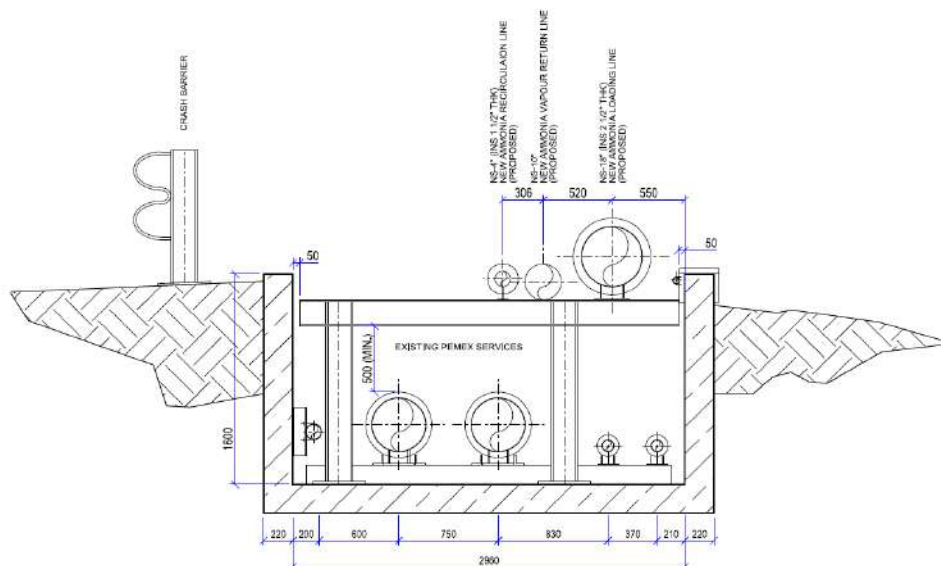
III.2. INTERACCIONES DE RIESGO

AMONIODUCTO Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ANHIDRO.

Las posibles interacciones de riesgo que ocasionaría una fuga de amoniaco en la tubería, dependerá del momento en que éste se presente, de lo que lo ocasione y del efecto que este ocasionaría, así como del tiempo en atención que se le dé a la contingencia. Dentro de la zona denominada como alto riesgo y de amortiguamiento, para los eventos planteados, se localizan tuberías que pueden verse afectadas en caso de una situación de riesgo, específicamente en el destino de la misma. De manera que la tubería que se vería afectada al presentarse una fuga sería la de proyecto, así como las que cruzan en el sitio donde se interconectará el Amonioducto.

Si sucediera una eventualidad de riesgo en el punto de origen del Amonioducto, las instalaciones afectadas sería el Área de Tanques de las propias instalaciones del proyecto. De no suceder un riesgo en el origen si no en el destino, afectaría la zona del muelle de PEMEX, en la cual llega actualmente el mismo Amonioducto del 10" de diámetro de PEMEX, esta se localiza en línea recta hacia el sureste, con respecto al proyecto 1,335 m.

Específicamente, la interacción sería con las tuberías de PEMEX, ya que se pretenden utilizar las trincheras de PEMEX para adosar sobre esta, una plataforma sobre la que descansaran los ductos del proyecto, tal como se muestra en la siguiente ilustración.



PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Otra posible interacción con tuberías ajenas al proyecto se localizan dentro de las instalaciones de CFE y PEMEX que en caso de encontrar un punto de ignición (mecheros), se podría dar un efecto domino en aquellos casos que pudiesen alcanzar estos, como es el CASO No. 1: FUGA ACCIDENTAL DE AMONIAO ANHIDRO (EN FASE GASEOSA AL CONTACTO CON LA ATMÓSFERA) POR RUPTURA PARCIAL EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DEL DUCTO DE TRANSPORTE DE 18" DE DIÁMETRO UBICADO EN EL CORREDOR DE DUCTOS A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE DE PEMEX, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE 3.6" DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 20 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO ESTIMADO DE UNA FUGA DESPUÉS DE QUE SE ACTIVEN LAS VALVULAS DE EMERGENCIA PARA CORTE DE FLUJO.

En caso de suceder una eventualidad de riesgo cualquier punto del Amoniaco su trazo, las posibles interacciones de riesgo serian directamente hacia el terreno donde ésta se presente.

Respecto a interacciones con asentamientos humanos, durante la trayectoria de la tubería, no se localizan asentamientos de tipo regular e irregular, sin embargo si dentro de los radios potenciales de afectación: las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento. Cabe señalar que el cerro donde se localiza la chimenea de la termoeléctrica "Juan de Dios Batiz Paredes" de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), ubicada sobre un cerro de 50 metros de altura, el cual tiene un efecto barrera hacia las comunidades de Topolobampo, el Chivero principalmente.



Figura 30 Panorámicas de colindancias.

En caso de suceder alguno de los eventos planteados con anterioridad, la dimensión del riesgo que este ocasione, dependerá de los siguientes puntos:

1. Tiempo de detección de la fuga y atención del punto de la misma.
2. Condiciones ambientales que prevalezcan en el sitio en el momento, que suceda la eventualidad.
3. Accesibilidad al sitio de contingencia.
4. Tiempo de respuesta por la Unidad Respuesta a Emergencias de la empresa, de PEMEX Petroquímica y de CFE.
5. Y principalmente de la magnitud del daño que el producto fugado, puede ocasionar en alguno de los eventos planteados.

La finalidad de identificar las eventualidades de riesgo que se puedan presentar en la tubería, es identificar y definir un procedimiento preventivo y predictivo, basado en recomendaciones sustentadas por la percepción de las interacciones de riesgo citadas, para tratar de minimizar situaciones de riesgo, por un evento no deseado.

A continuación se menciona las medidas preventivas orientadas a reducir el riesgo en caso de que se presente el evento de fuga.

1. Realizar los procedimientos para el cierre de válvulas en caso de presentarse fugas, notificando el evento a los departamentos operativos y de mantenimiento.
2. Cumplir con los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo y capacitar al personal en la aplicación del mismo.
3. Cumplir con los programas de celaje terrestre.
4. Llevar a cabo el programa de mantenimiento de la tubería, con especial atención en la medición de espesores.
5. Efectuar el programa de reemplazo de tramos apropiadamente y con seguridad.
6. Capacitación al personal de operación y mantenimiento respecto a seguridad.
7. Evaluar la factibilidad de instalación de un sistema de detención y control de fugas de alta sensibilidad.
8. Evaluación continua de la calidad de la protección externa para corroborar que cumple con las especificaciones establecidas en el diseño.
9. Supervisar durante la etapa de construcción, el cumplimiento de especificaciones y certificar que los materiales cumplan con lo establecido según el fluido a manejar.

10. Verificar durante la construcción, la correcta instalación de los sistemas de protección.
11. Dar a conocer a la población aledaña los riesgos a los que se exponen, en caso de realizar actividades sobre el derecho de vía de la tubería y en caso de fuga.
12. Instalación de señalamientos a lo largo del trazo de la tubería, con énfasis particular en instalaciones de origen, destino y, cruzamientos.
13. Realizar campañas de concientización al personal operativo, de las consecuencias en caso de abandono de su área de trabajo o irresponsabilidad en sus actividades.
14. Cumplir con el rol de personal para evitar fatiga en el trabajo y llevar a cabo un estudio para seleccionar las áreas de mayor ausentismo y sus causas.
15. Contar con una flotilla de personal para sustituir los ausentismos.

GASODUCTO Y RED INTERNA DE GAS NATURAL

El medio de transporte masivo de hidrocarburos más utilizado en el mundo son los ductos. No obstante el avance tecnológico patente en toda la infraestructura del transporte por ductos, el riesgo está siempre presente en la operación de los mismos.

Los accidentes en tuberías de conducción de hidrocarburos se distribuyen aproximadamente de la siguiente manera: 41% corrosión, falla de material 25%, golpes de maquinaria 13%, toma clandestina 4.5%, fisura en soldaduras 3%, otras causas 13.5%.

Si bien el riesgo existirá siempre, su cuantificación es una parte esencial para su mejor administración y prevención, por lo que se debe contar con herramientas adecuadas para evaluarlo de la mejor manera posible.

Los métodos actuales de diseño toman en cuenta la parte aleatoria de las variables únicamente mediante factores de seguridad. Este nivel de aproximación es muy limitado.

Los análisis de consecuencias y riesgos, consisten en generar situaciones de riesgo o los denominados posibles escenarios de riesgo. En la simulación de los peores escenarios no se consideró intencionalmente ninguna de las medidas de seguridad con que se cuenta (sistemas de control y mecanismos o procedimientos de respuesta) con el fin de visualizar el grado de afectación que tendría lugar en cada uno de los eventos máximos catastróficos considerados durante la modelación.

El análisis de riesgo se efectuó considerando los siguientes aspectos: la naturaleza del proceso, las características físico-químicas del **gas natural** a utilizar; las características de manejo y las condiciones de operación.

Es de suma importancia, se aplique y observe a detalle la descripción y actualización de las especificaciones técnicas de los equipos, materiales, instalaciones y demás dispositivos utilizados en el sistema de transporte a que serán sujetos en el diseño y la construcción del sistema, así como los métodos y procedimientos de seguridad que serán utilizados para la construcción, operación y el mantenimiento del mismo, incluyendo los procedimientos relativos a las pruebas que llevará a cabo para comprobar que el sistema cumple con las especificaciones técnicas, la periodicidad para la realización de dichas pruebas, así como la forma y los plazos para informar a la autoridad sobre los resultados obtenidos. Cumpliendo siempre con las especificaciones técnicas establecidas por la NOM-007-SECRE-1997 y el Código ASME B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping System,, API STD 1104 Standard for Welding Pipelines and Related Facilities, los cuales se utilizan internacionalmente en las instalaciones de tuberías para la conducción de gas; también se incluye la DOT Part. 192, Transportation of Natural and Other Gas by Pipeline; de manera adicional, se cumplirá con las especificaciones de Nom-008-SECRE-1999, Control de la corrosión externa en tuberías de acero en terradas y/o sumergidas; Nom-009-SECRE-2002, Monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y gas L.P. en ductos. Con esto será suficiente y adecuado para garantizar la seguridad de su sistema de transporte. En caso de modificaciones al sistema de las especificaciones técnicas, los equipos, materiales, instalaciones y demás dispositivos utilizados en el sistema de transporte y los métodos y procedimientos de seguridad en la medida que las necesidades de seguridad así lo ameriten y, para tal efecto, solicitar a la Comisión la modificación del permiso.

El fundamento matemático y científico del citado simulador, así como las instrucciones para su utilización están contenidas en el Software correspondiente. Ver resumen de simulación, contenido en el **Anexo 9**.

Adicionalmente se recurrió a la aplicación de ecuaciones utilizadas para estimación de los parámetros de riesgo, ecuaciones citadas en la publicación "Control de Riesgo de Accidentes Mayores" editado por la Organización Internacional del Trabajo OIT, basadas a su vez en datos del Banco Mundial, así mismo también citadas en diversos textos y artículos técnicos de análisis de riesgo.

Una vez identificados y jerarquizados los riesgos, se simularon en forma matemática por medio del software **ARCHIE versión 1.0** de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA), utilizando los criterios especificados en el Anexo 9.

Debido a que la hoja de datos de seguridad de Pemex del gas natural no reporta valores de TLV y de IDLH, no se corrió el modelo de evaluación del riesgo de dispersión de vapores tóxicos. Sin embargo, para la modelación de eventos de fuga, incendio y explosión, se consideró una fuga inicial de gas natural.

Para realizar la modelación de una fuga de **gas natural**, se consideraron las peores condiciones posibles, es decir el caso de una fuga que no es detectada y atendida a tiempo, fugándose el **gas natural**, con una **estabilidad atmosférica tipo B y F**, o sea muy estable, de noche, con nubosidad poco densa y sin capa de inversión.

III.3. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

La fabricación de amoníaco es un proceso muy limpio no existen vertidos líquidos. Es un proceso que consume mucha energía, por lo que, es necesario máxima recuperación y el eficiente empleo del aire liberado.

Las aguas resultantes de la operación de la planta serán tratadas antes de ser reutilizadas o vertidas al mar a través del canal de descarga de CFE.

La fabricación de amoniaco, implica impactos ambientales y riesgos de incendios, explosiones, intoxicaciones, etc., para los cuales se plantean medidas generales de mitigación, adecuación y seguimiento ambiental.

El transporte de amoniaco a los mercados potenciales, se realizará principalmente por vía marina a través de un ducto de 18" que llegará hasta el muelle de PEMEX, y de ahí se carga a los buques tanques a través de garzas de descarga. Aunque los equipos y sistemas contarán con tecnología de punta, no se descarta la posibilidad de un evento de fuga de producto a lo largo de sus 3 kilómetros de ducto, o en el muelle de descarga.

Un aspecto muy importante es que las medidas de seguridad y control integradas en el proceso de producción desde la etapa de diseño, contribuyen en gran manera a reducir los impactos adversos del proyecto.

IV. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.

IV.1. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

AMONIODUCTO

Las recomendaciones en sí, surgen del análisis de identificación de los posibles eventos que se pueden presentar en la etapa operativa del Amonioducto, misma que se analizó en la metodología de riesgo HAZOP, y evaluaron de manera específica en las matrices de jerarquización de riesgo para cada categoría, en la cual se realiza una identificación de los riesgos que pueden presentar cada evento, evaluando las consecuencias y frecuencias de estos eventos analizados.

Es por eso que una vez desarrollada la metodología para la identificación de riesgo y con el fin de evitar al máximo la presencia de accidentes, se deberá verificar que durante la etapa operativa del Amonioducto, se cumplan las recomendaciones técnico – operativas surgidas de la aplicación de las metodologías de identificación de riesgos, las cuales se mencionan a continuación:

Etapas de construcción

- Todo el material de tubería utilizado en esta etapa, tendrá certificado de calidad, incluyendo el número de lote, composición química, propiedades mecánicas y espesor.
- Llevar a cabo un análisis radiográfico de las soldaduras en la tubería.
- Verificar la aplicación a la tubería de la protección anticorrosiva exterior, establecer criterios rigurosos de supervisión e inspección en taller y en campo.
- Para evitar el inicio de procesos corrosivos por intemperismos, se deberá aplicar la normatividad vigente para protección exterior de la tubería, con recubrimiento.
- Supervisar que el personal tenga la capacitación adecuada y que éstos verifiquen la correcta instalación del ensamblado, doblado, cortado y soldado de la tubería.
- Verificar la instalación de todos los señalamientos informativos para la tubería a campo traviesa, desde su punto de origen hasta el punto de destino.
- Todos los accesorios que el contratista suministre (válvulas, bridas, accesorios para tuberías, espárragos, tuercas, empaques y ánodos, entre otros), deberán

contar con un certificado de calidad, el cual deberá entregarse a la supervisión de la empresa, previo a su instalación.

- Supervisar todas las fases de la prueba hidrostática, así como corregir las fallas presentadas.
- Realizar una inspección general para corroborar que la tubería y equipo a los que se le realizó la prueba hidrostática, sean drenados y soplados al finalizar la prueba, además de eliminar los residuos o desperdicios durante las labores de limpieza.

Etapas de operación.

- No exceder la presión de operación establecida en la tubería, para evitar fracturas que conduzcan a situaciones de peligro al ambiente o a las instalaciones.
- Capacitar al personal para que opere en forma correcta los manuales de control, y los fundamentos básicos de operación de las instalaciones en que se encuentra la tubería y así, evitar errores humanos en la operación.
- Efectuar los celajes terrestres en forma periódica con la finalidad de detectar condiciones anormales de operación.
- Avisar de manera inmediata a personal responsable en la etapa de operación de la tubería, la presencia de posibles fugas, para realizar los procedimientos de seguridad pertinentes.

Etapas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo.

- Efectuar la supervisión y el celaje terrestre de la tubería como lo especifica el programa de mantenimiento, para evitar invasión y también que se realicen trabajos con equipo y/o maquinaria pesada sin dañar el mismo.
- Cumplir en forma estricta con el programa de mantenimiento preventivo, la inspección de potenciales catódicos y la medición de espesores, para tomar acciones inmediatas cuando se presenten desviaciones a las condiciones normales de operación.
- Capacitar periódicamente al personal que opera las instalaciones de origen y destino, así como a los que realizan los celajes terrestres del derecho de vía, para la identificación de los puntos de fugas.
- Restablecer los señalamientos preventivos, restrictivos e informativos al derecho de vía y de protección catódica cada vez que se detecten en mal estado.

Etapas de mantenimiento correctivo.

- Efectuar de manera inmediata las reparaciones de los daños que la tubería pueda presentar.
- Continuar con la capacitación periódica, al personal que realiza los cortes de la tubería en caso de alguna reparación.
- Mantener la capacitación periódica, al personal que interviene cuando ocurre los eventos de fugas.
- Detener de forma inmediata el funcionamiento de la tubería, en caso de presentarse una fuga, para proceder a su reparación.
- Aplicar de manera correcta y eficiente el Plan de Emergencias para Ductos, el cual es aplicable para casos de fugas y/o derrames en los sistemas de transporte.

TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ANHIDRO

Llevar a cabo inspecciones de riesgo, así como efectuar la verificación y control de posibles puntos de desgaste de las placas de los tanques de almacenamiento

Realizar inspecciones preventivas de riesgo, recorridos de la comisión local mixta de seguridad e Higiene.

Llevar a cabo la verificación de espesores y control de desgaste de los tanques.

Realizar los mantenimientos programados de acuerdo al mantenimiento preventivo (MP) de inspección y mantenimiento y verificar su cumplimiento

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

- Establecer un procedimiento de control de calidad de los equipos a instalar por el responsable de la obra, en él se deberá incluir el número de lote, composición química, propiedades mecánicas, espesores, etc.
- Llevar a cabo un análisis radiográfico de las soldaduras.
- Se realizará una prueba hidrostática para cada tanque.
- Cada tanque contará con un sistema de aislamiento que cumplirá con los estándares y/o especificaciones de la empresa.
- Diseñar y aplicar un procedimiento de soldadura y uno similar para la calificación de los soldadores, de acuerdo a las características de los tanques, accesorios y a los estándares nacionales e internacionales vigentes.

- Los posibles accidentes se pueden dar durante la obra, para lo cual se tomarán las medidas de prevención reglamentarias de construcción, así como las dispuestas por el reglamento de seguridad e higiene en el trabajo. El personal será dotado de equipos protectores tales como cascos, zapatos de seguridad, goggles, arneses y guantes.
- Se colocarán señalizaciones con cinta fluorescente para delimitar las áreas peligrosas o restringidas. Se dotará de un botiquín en obra para accidentes menores y se aseguró la vacunación antitetánica del personal.
- Deberá de tomar las medidas de seguridad adecuadas para evitar descargas eléctricas en los trabajos de soldadura.
- En el proceso de traslado de material, de excavación y de desperdicio, en el caso de cruce con caminos se colocarán bandereros para prevenir a los vehículos. Se integrará una cuadrilla de limpieza en el entorno del trazo para mantenerlo limpio de tierra.

ETAPA DE OPERACIÓN

- Se contará con un Plan de Contingencias Ambientales que se implementará durante la ejecución de los trabajos.
- Evaluar la factibilidad de instalar un sistema centralizado de instrumentación (SCD), que permita una rápida detección y control de fugas, minimizando así los riesgos al ambiente y a las instalaciones.
- Cumplir cabalmente con las actividades incluidas en el Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema.
- Monitoreo continuo, inspección y limpieza de las instalaciones exteriores.
- Capacitar al personal para que opere en forma correcta los dispositivos manuales de control, conozca los caminos de acceso y los fundamentos básicos de operación de las instalaciones que se encuentran en el área del proyecto y así evitar al máximo errores humanos de operación.

GASODUCTO

El manejo adecuado y seguro del gas natural es posible, siempre y cuando se conozcan sus peligros y las diferentes formas en que estos pueden presentarse; esto no quiere

decir que no existe riesgo alguno; sí existen, por lo que siempre se tendrán al alcance de todas las personas involucradas en la operación del gasoducto, así como las medidas preventivas para su rápido control, por si llegase a ocurrir algún evento inesperado.

Algunas recomendaciones serían las siguientes, algunas de ellas en etapas que ya fueron ejecutadas:

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

- Establecer un procedimiento de control de calidad de los equipos a instalar por el responsable de la obra, en él se deberá incluir el número de lote, composición química, propiedades mecánicas, espesores, etc.
- Diseñar y aplicar un procedimiento de soldadura y uno similar para la calificación de los soldadores, de acuerdo a las características de la tubería, accesorios y a los estándares nacionales e internacionales vigentes.
- Aplicar la normatividad vigente para protección de secciones superficiales de tubería con recubrimiento para evitar el inicio de procesos corrosivos por intemperismo.
- Supervisar el proceso de apertura de zanja, alojamiento de tubería y tapado de la misma se haga de acuerdo a la normatividad aplicable, reportando cualquier anomalía o desviación que se presente.
- Supervisar por medio de una unidad verificadora y documentar las pruebas que se realicen al ducto en campo en todas sus fases.
- Los posibles accidentes se pueden dar durante la obra, para lo cual se tomaran las medidas de prevención reglamentarias de construcción, así como las dispuestas por el reglamento de seguridad e higiene en el trabajo. El personal será dotado de equipos protectores tales como cascos, zapatos de seguridad, goggles, arneses y guantes.
- Se colocarán señalizaciones con cinta fluorescente para delimitar las áreas peligrosas o restringidas. Se dotará de un botiquín en obra para accidentes menores y se aseguró la vacunación antitetánica del personal.
- Durante la construcción, como en toda obra, existen riesgos para los trabajadores, por quemaduras eléctricas o de combustible, en el manejo de la herramienta y equipo, etc., sin embargo todos estos riesgos son comunes en todo proceso de construcción, por lo que existirán residentes y supervisores de la construcción

quienes, además de vigilar la calidad y procesos constructivos, vigilaran la seguridad de las operaciones. Se tomarán todas las medidas de seguridad y de prevención de accidentes conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Construcciones y en el Reglamento de Prevención de accidentes en el trabajo.

- El posible riesgo de incendio estará cubierto con la utilización de materiales incombustibles en la mayoría de las actividades a realizarse, así como con la existencia de las instalaciones contra incendio.
- En el proceso de traslado de material, de excavación y de desperdicio, en el caso de cruce con caminos se colocarán bandereros para prevenir a los vehículos. Se integrara una cuadrilla de limpieza en el entorno del trazo para mantenerlo limpio de tierra.

ETAPA DE OPERACIÓN

- Se contará con un Plan de Contingencias Ambientales que se implementará durante la ejecución de los trabajos.
- Supervisar la correcta implementación del sistema de detección de fugas, de tal manera que se minimice el tiempo de respuesta para evitar daño.
- No exceder la presión de operación establecida para evitar fracturas en las líneas que conduzcan a situaciones de peligro al ambiente o a las instalaciones.
- Evaluar la factibilidad de instalar un sistema centralizado de instrumentación, que permita una rápida detección y control de fugas, minimizando así los riesgos al ambiente y a las instalaciones.
- Cumplir cabalmente con las actividades incluidas en el Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema, así como revisarlo anualmente por medio de una Unidad de Verificación acreditada por la Comisión Reguladora de Energía.
- Iniciar una bitácora de accidentes y/o fugas en caso que se presenten en el gasoducto para aplicar posteriormente un programa específico que ataque y evite eventos y consecuencias no deseadas.
- Monitoreo continuo, inspección y limpieza de las instalaciones exteriores, tales como estación de regulación y control, y sus equipos (medidores, reguladores, filtros, etc.)

- Capacitar al personal para que opere en forma correcta los dispositivos manuales de control, conozca los caminos de acceso y los fundamentos básicos de operación de las instalaciones que se encuentran en el área del proyecto y así evitar al máximo errores humanos de operación.
- Será indispensable llevar a cabo supervisión periódica del Derecho de Vía para evitar invasión al mismo y evitar también que se realicen trabajos con maquinaria pesada sobre el trayecto del gasoducto.
- Observar estrictamente el cumplimiento del programa anual de mantenimiento preventivo en el que aparte de supervisar el Derecho de Vía se incluya, el sondeo para la verificación de la profundidad de la línea en el terreno, para tomar acciones inmediatas cuando se presenten desviaciones a las condiciones normales de operación.
- Revisión y reposición (en caso de requerirse) de los señalamientos que indican la trayectoria a lo largo del derecho de vía, contemplando que se mencione el tipo de producto manejado y los teléfonos para comunicarse en caso de emergencia.
- La empresa tomara las medidas preventivas y de control para evitar:
 - Incendios, emisiones y/o descargas de cualquier naturaleza, que pudieran
 - Ocasionar daños a los ecosistemas circundantes al sitio de trabajo, así como a la propiedad de terceras personas.
- La empresa será el responsable de los daños que se lleguen a ocasionar como consecuencia de una ejecución mal planeada o derivada de maniobras, descuidos, secuelas o problemas que generan otro tipo de contaminación a la que se pretenda eliminar o que incremente los daños ecológicos ya existentes o que repercutan en daños materiales a instalaciones, áreas superficiales o subterráneas tanto de PEMEX exploración y producción como de terceras personas.

Área de Seguridad:

- Será necesario establecer cursos intensivos de capacitación, entrenamiento de personal y elaboración de simulacros.
- Revisión y reposición (en caso de requerirse) de los señalamientos que indican la trayectoria a lo largo del derecho de vía, contemplando que se mencione el tipo de producto manejado y los teléfonos para comunicarse en caso de emergencia.

- Cumplir cabalmente con un Programa para Prevención de Accidentes, en el que se considere Educación Pública, Capacitación interna y Externa, Simulacros, comunicación con autoridades, etc. Generar las alianzas necesarias con PEMEX, CFE, API y las autoridades locales de atención a emergencias, así como la promoción de un Comité Local de Ayuda Mutua con las empresas vecinas y localidades cercanas.
- Los riesgos en general pueden reducirse aún más mejorando continuamente el mantenimiento, inspección y auditorias de seguridad y ambiental tanto internas y externas, lo que es recomendable incluir en los procedimientos normales de la empresa.
- Informar a la comunidad, a las autoridades municipales, estatales y federales sobre los horarios de operación y los riesgos del sistema, así como la coordinación de acciones de emergencia ante un siniestro.
- Implantar rigurosamente los planes y programas de capacitación, seguridad, inspección, controles de operación, vigilancia, etc., de tal forma que se garantice un involucramiento total de los recursos humanos, al esquema de seguridad.
- Contar con un número de atención a emergencias, en un tarjetón protegido por la humedad, el cual deberá colocarse en lugares estratégicos y que se difunda perfectamente bien entre las autoridades locales y estatales, así como las comunidades vecinas del gasoducto.

IV.1.1. NORMAS Y PROCEDIMIENTOS

Es importante mencionar que la planta contará con procedimientos para el manejo, operación de la planta, se desarrollará el programa para la prevención de accidentes que incluye un plan de contingencias para la planta, donde se cuenta con los siguientes puntos enlistados a continuación, tomando en cuenta las características de cada una de las áreas y equipos de la planta y el grado de riesgo que estas involucran.

Las principales normas, procedimientos a las que se apegará la planta son:

IV.1.1.1.- Reglamentación Interna

Existirán normas y procedimientos conforme a los riesgos identificados en este capítulo, para cada parte de los diferentes sistemas de la planta.

IV.1.1.2.- Documentación Disponible

1) En las oficinas administrativas se tendrán siempre disponibles:

- La reglamentación interna de labores, siempre actualizada.
- Un Plano con la ubicación de extintores, rutas de evacuación, puntos de reunión los cuales se colocarán en sitios seleccionados previamente, sin que se expongan a su destrucción; continuamente deben ser actualizados, se recomienda que estén acompañados con teléfonos de emergencias.

IV.1.1.3.- Asignación de Funciones y Responsabilidades.

1) Existirá un responsable de la seguridad.

Basados en la experiencia de Trinidad y Tobago, se considera que se requiere el siguiente personal:

Tabla 27 Personal requerido para la operación de la planta

Categoría	Cantidad
Administración y Dirección	19
Seguridad, Higiene y Medioambiente	16
Operación	58
Mantenimiento	30
Servicios técnicos	8
Materiales	6
Servicios corporativos	6
Marketing (comercialización)	por terceros
Subtotal	143
Outsourcing	
Seguridad	50
Limpieza	20
Catering/comedor	20
Coffee Maids	10
Choferes	4
Jardineros	3
Mantenimiento	15
Subtotal	122
TOTAL	265

Figura 31 Diagrama de Organización de la Planta

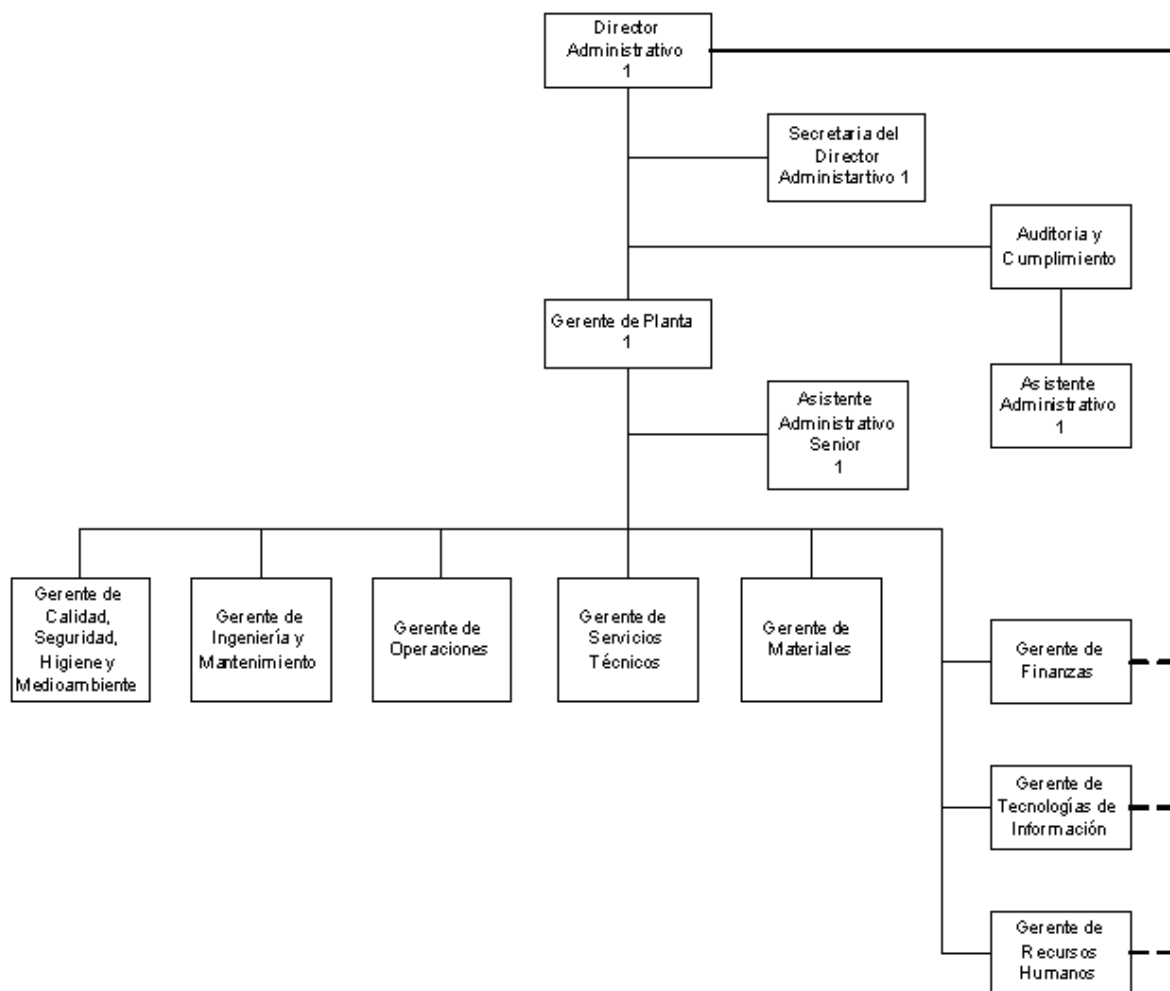


Figura 32 Administración de Calidad, Medio Ambiente, Higiene y Seguridad (CSH y MA).

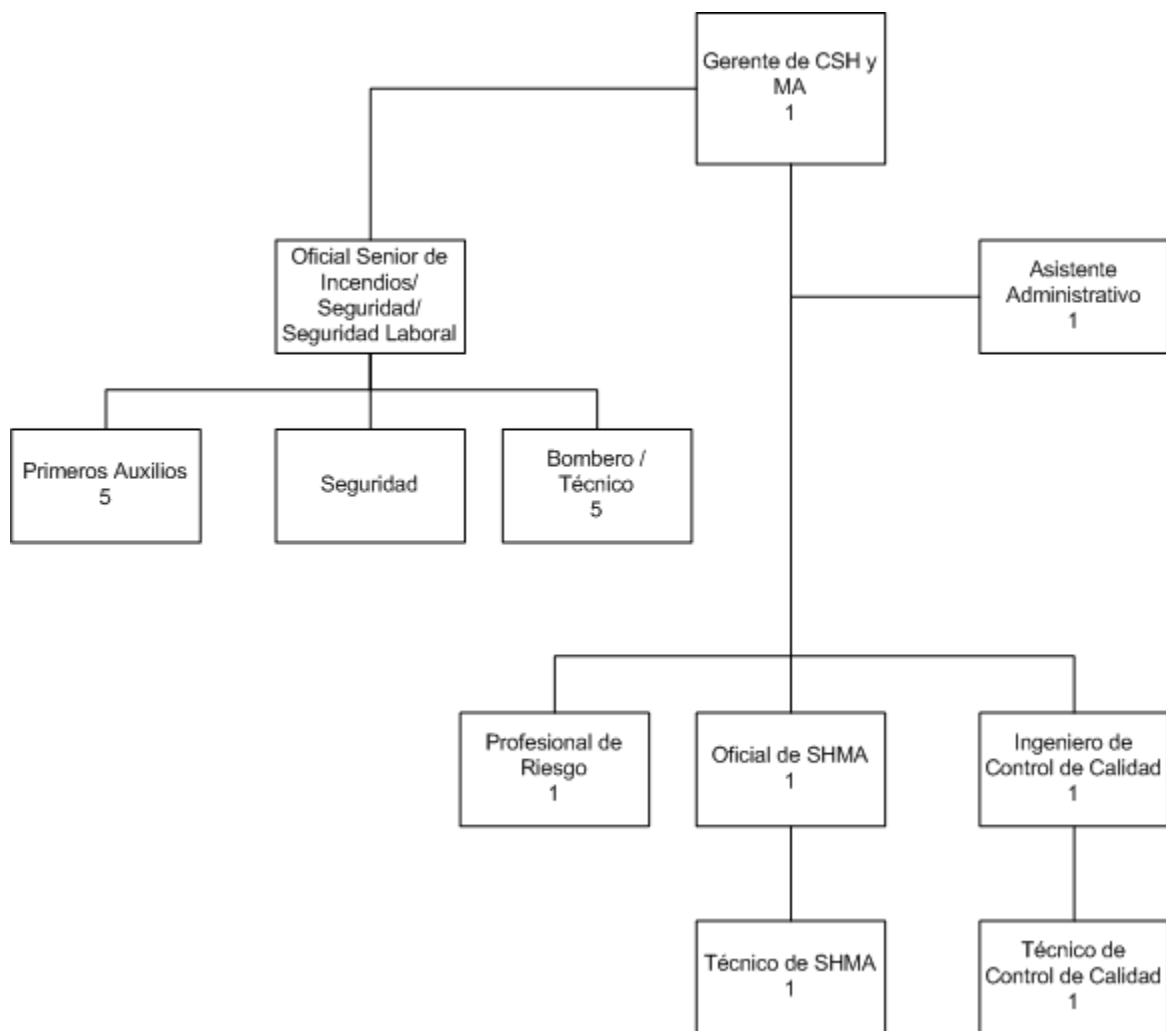


Figura 33 Operaciones.

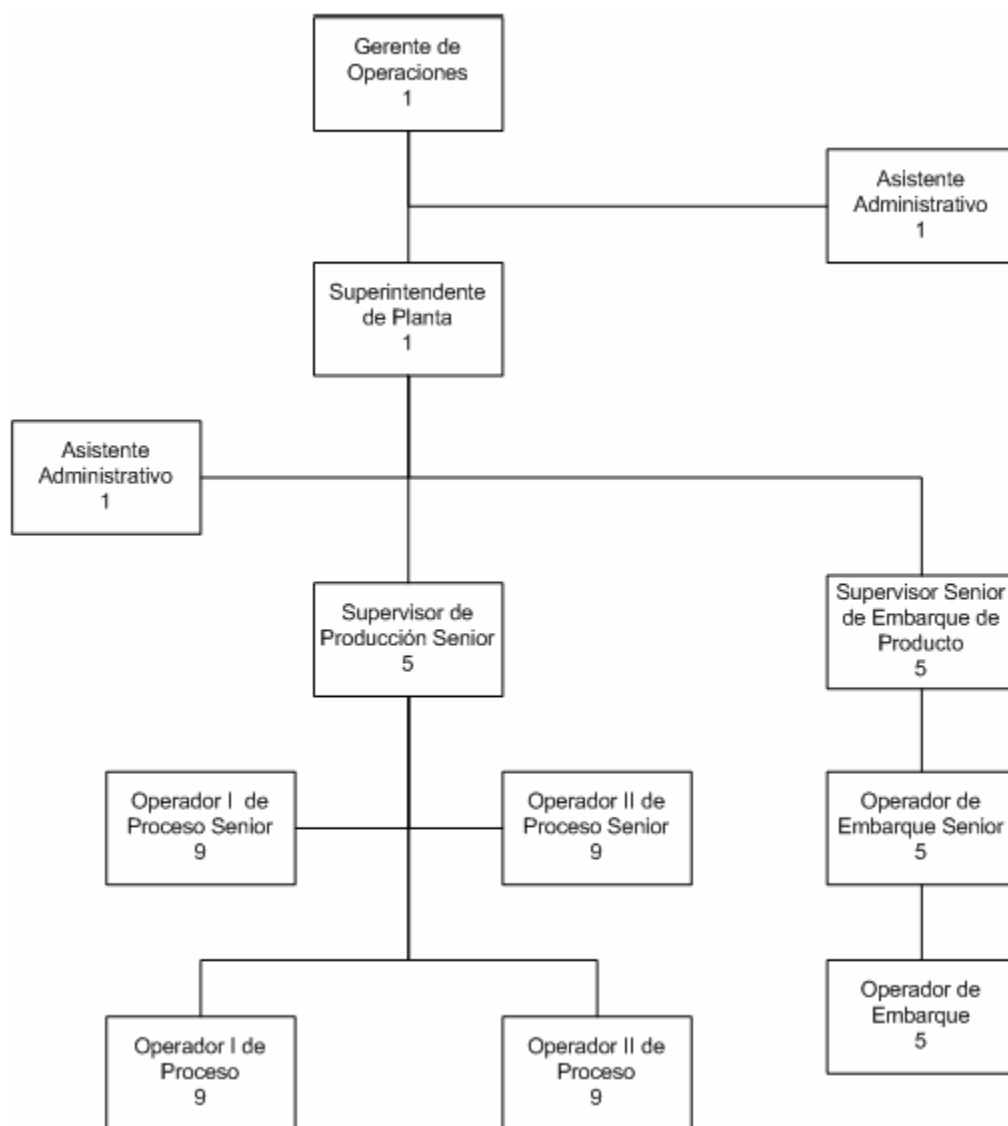


Figura 34 Ingeniería y Mantenimiento.

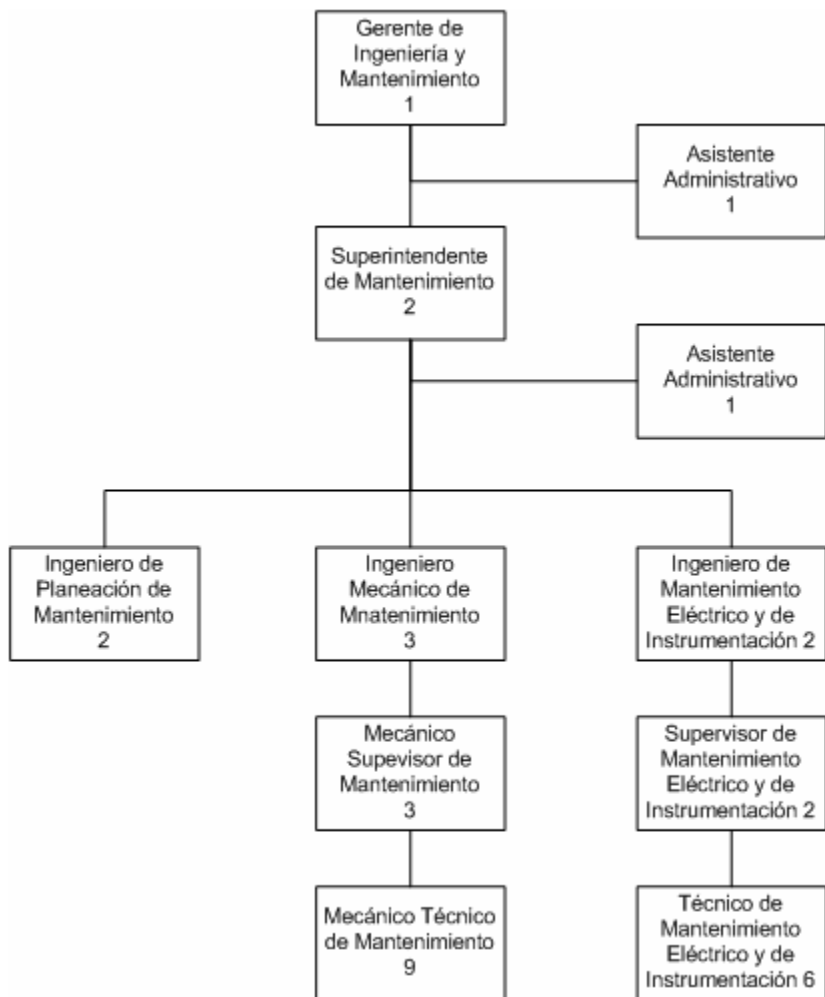


Figura 35 Servicios Técnicos.

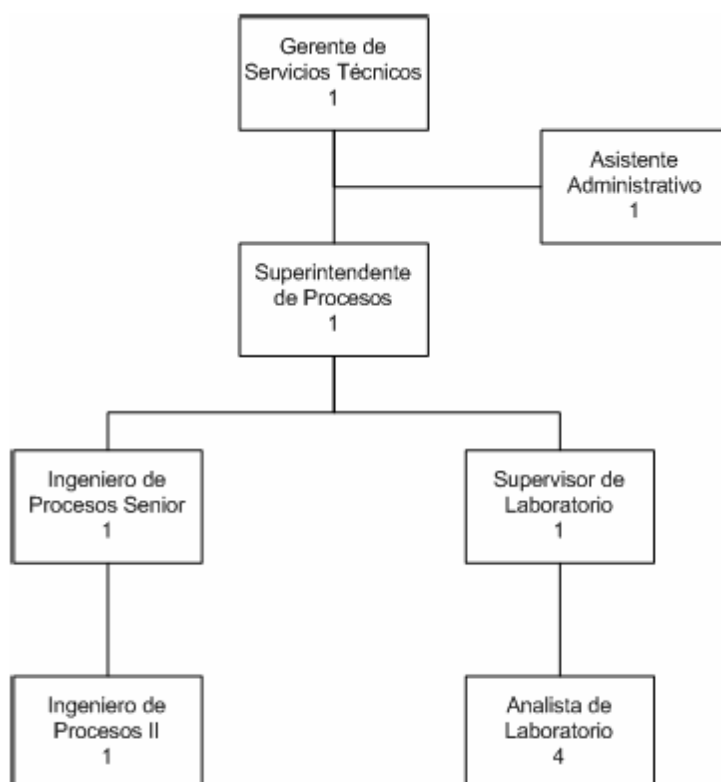


Figura 36 Materiales.

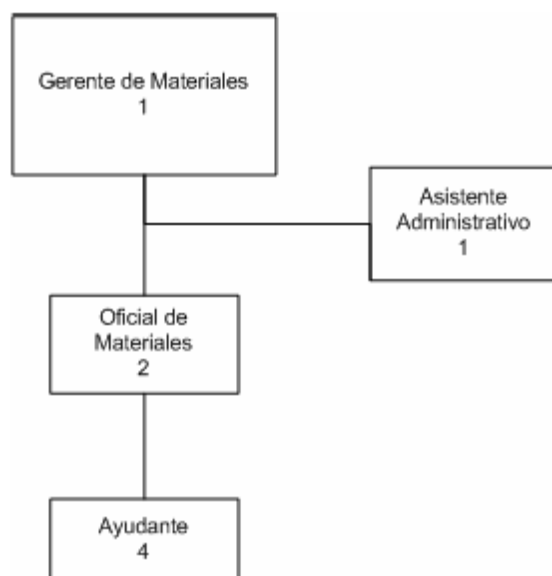


Figura 37 Servicios Corporativos.



2) No puede recaer la responsabilidad completa de la seguridad del sistema en una sola persona.

3) Sólo con el apoyo técnico en estas ramas se puede lograr la creación de un programa continuo y eficaz para la operación segura del sistema.

4) El área de Seguridad, Higiene y Medioambiente debe ser responsable de que este cuenta con el equipo contra incendio y que se encuentren siempre en las mejores condiciones de funcionamiento; además de que las señalizaciones necesarias siempre estén en perfecto estado (fácilmente visibles).

5) Existirá un responsable de la Seguridad, Higiene y Medioambiente que se encargará de la minimización y control de los contaminantes que puedan ser generados por las diversas actividades que se desempeñarán en la planta, el cual se deberá coordinar con el responsable de Operación y Mantenimiento.

IV.1.1.4.- Apoyo a los Responsables de la Seguridad

1) Debe contar con apoyo suficiente a los encargados de Seguridad, Higiene y Medioambiente de la planta, para que lleven a cabo sus funciones eficientemente y para que sea posible descubrir y corregir de inmediato las condiciones de riesgo.

2) Se debe contar con equipo de protección adecuado y en cantidades suficientes.

3) Se debe disponer de instrumentos de medición y de detección de fugas de gases.

4) Se debe contar un con programa calendarizado para la capacitación y prácticas a realizar en relación al plan de contingencias.

IV.1.1.4.1. Supervisión y Auditorías de Seguridad y Ambiental

- 1) El área responsable de Seguridad, Higiene y Medioambiente de la planta, se encargará de supervisar periódicamente que se cumpla con todas las medidas de seguridad y que se opere correctamente.
- 2) El área responsable de Seguridad, Higiene y Medioambiente de la planta, deberá realizar con la colaboración de personas especializadas auditorías de seguridad, por lo menos una vez al año. Con el objeto de asegurar la integridad de todos los componentes de la planta.
- 3) Una vez en operación es conveniente que se realicen Auditorías Ambientales, para cumplir con la legislación ambiental mexicana y en su caso con la que le aplique internacionalmente.

IV.2. Sistemas de seguridad

La planta de amoniaco junto con las correspondientes instalaciones y servicios fuera del sitio se diseñará de forma que cumplan los requisitos de seguridad descritos a partir de aquí.

Se instalará un sistema instrumentado de seguridad SIS. Un sistema crítico del proceso se puede identificar como aquel en si ocurre una falla durante su operación, pasa a una "condición segura" para evitar efectos adversos a la salud, seguridad y medioambiente.

IV.1.2.1. Área de Procesos

Se pondrá atención especial a las salidas de emergencia de la planta de proceso.

El inventario de líquidos inflamables que se conserve en los equipos del proceso será el mínimo, lo que es consistente con una operación segura y confiable de la planta.

IV.1.2.2. Sistema de Quemadores

Se requieren de quemadores elevados (uno en la planta y uno en los tanques) para disponer de forma segura de los vapores inflamables descargados por el equipo de proceso durante condiciones alteradas o condiciones de emergencia en la planta.

IV.1.2.3. Otros Sistemas de Seguridad

Por toda la unidad de proceso se ubicarán estratégicamente estaciones de lavajos y regaderas de emergencia, de forma que sean fácilmente accesibles desde áreas con riesgos potenciales. El aprovisionamiento de agua para dichas unidades se garantizará mediante la energía del tablero de servicios esenciales para una de las bombas.

Se requiere un sistema de alarma, que inicie dentro del cuarto de control y que alerte al personal de la planta en caso de que ocurra una emergencia en la planta.

La sirena será un aparato multi-frecuencia con nivel de dB adecuado para permitir que en las instalaciones se distingan entre fuego y otras emergencias con dos frecuencias principales: fuego y amoniaco.

La sirena será de aire accionado por electricidad con el suministro eléctrico proporcionado por el tablero de servicios esenciales.

IV.1.2.4. Características de Diseño del Cuarto de control.

En la planta se tendrá un edificio de control. El cuarto de control se diseñará con las siguientes características.

- Se instalarán detectores de gas amoniaco en los ductos de aire acondicionado para apagar las unidades de aire acondicionado en caso de una fuga de gas tóxico.
- El muro frente a la planta no tendrá ventanas.
- Las puertas se instalarán con los sellos apropiados.
- El cuarto de control se mantendrá siempre con presión positiva.
- Sobre las puertas de salida se colocarán señales.
- Las entradas del edificio principal contarán con esclusas de aire.
- Sistema de alarma y detección de incendios.

La planta será diseñada para que opere de forma completamente automatizada, controlada por tecnología de punta como es Sistema de Control, el cual consiste de estaciones remotas, estaciones de operación, comunicaciones y todo el equipo y software requerido para la operación normal de la planta. La distribución del equipo de las estaciones remotas, se limitara al cuarto de equipo de instrumentos. La consola del

control, en el Centro de Control de Operador (CCO) permitirá al operador, monitorear y controlar el proceso.

La instrumentación conectada al SCD, proveerá de información de proceso de forma continua. El control se realiza por medio de circuitos cerrados, que son parte integral de SCD.

También se contará con una Instalación Central de Procesamiento, esta será capaz de obtener información desde el SCD, realizando cálculos y formateo de los datos presentados al operador y las impresoras. De igual manera, será capaz de realizar operaciones especializadas, que involucren más de una estación remota y que no sean parte de la operación normal de la planta.

Así mismo el SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD (SIS), se localizará en el edificio de control y debe poder ser activados en forma manual y automática, para implementar apagados del sistema para proteger al personal, el medio ambiente y la planta; de igual manera, debe ser capaz de realizar sus funciones de seguridad, independientemente de cualquier otro sistema de control de la planta. Este sistema, debe tener como mínimo:

- Arrancadores de instrumentos de campo dedicados.
- Botones de paro para el operador.
- Lógica centralizada de apagado.
- Dispositivos de actuación dedicados
- Panel de Soporte de apagado
- Indicadores de alarma (independiente del SCD)
- Instalaciones de anulación para mantenimiento
- Reportes de secuencia de eventos
- Terminales de visualización (Ingeniería)

El SIS debe contar con un alto nivel de integración con la interface de usuario, no deben resultar en pérdida del sistema completo.

El Nivel de Requerimientos de la Integridad del Sistema (NIS) debe ser diseñado para cumplir los Niveles de Integridad del Sistema (NIS). El *IEC-61508 Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related Systems* (Seguridad Funcional de los sistemas eléctricos, electrónicos, y eléctricamente programados) considera los riesgos potenciales al personal operativo y el medio ambiente, relacionando el fallo, a las condiciones de peligro en cada lazo.

El resultado de dicha consideración, si se toma, podría dar a cada lazo de control un nivel de integridad de sistema (NIS) un valor entre 1 y 4, que puede ser empleado para

determinar el más apropiado tipo de SIS a emplear, para proteger al personal, el medio ambiente y el proceso.

No se establecerán niveles de integridad del sistema individuales (NIS), ya que tomando el peor escenario para la planta, conforme a IEC 61508, la falla de un lazo puede derivar en una condición peligrosa y con la muerte de muchas personas dentro de la misma. Este tipo de incidentes son de poca probabilidad de ocurrencia y muy poco frecuentes de suceder. En todo caso, estos factores dan para esta condición, un nivel 2.

Por tanto, el SIS debe ser programado y aprobado para sistemas de seguridad IEC 61508, NIS Nivel 2.

IV.1.2.5. Señales de Dirección

Todas las salidas de emergencia se identificarán con la señalización apropiada.

IV.1.2.6. Puntos de Reunión

Se especificarán los puntos de reunión.

IV.1.2.7. Combate a incendios

IV.1.2.7.1. General

A continuación se describen los sistemas de protección contra incendios que se instalarán en la planta de amoniaco en Topolobampo, junto con las instalaciones externas y de servicios.

El diseño de los sistemas de protección contra incendio, se hará con base a las recomendaciones de la *National Fire Protection Association* (NFPA) de los Estados Unidos de Norteamérica.

IV.1.2.7.2. Almacenamiento del sistema de agua contra incendio

El agua requerida, se almacenara en un tanque de almacenamiento de agua que servirá tanto para el sistema contra incendio y el agua para servicios, con una capacidad de 3,000 m³, para un mínimo de 4 horas de agua en servicio (4 horas x 570 m³/h =2,280m³) más 10 horas para agua de servicio a un ritmo de 20 m³/h máximo, más 500 m³ para el sistema cerrado de agua de enfriamiento, después de la inyección del agente anticorrosivo. El agente anticorrosivo es requerido para mantener en buenas condiciones de integridad, la tubería de acero al carbón y las bombas.

Las boquillas de succión para la bomba de agua de servicio, estarán localizadas en un nivel elevado, para asegurar un volumen mínimo de agua dentro de la base del tanque, dedicada para el agua del sistema contra incendio.

Durante la operación normal, se espera que el tanque de almacenamiento de agua para incendio/servicios, opere a casi nivel lleno, y en consecuencia, la capacidad total de agua disponible para combate de incendios se aproximara a las 20 horas, mayor al mínimo de 4 horas mencionado.

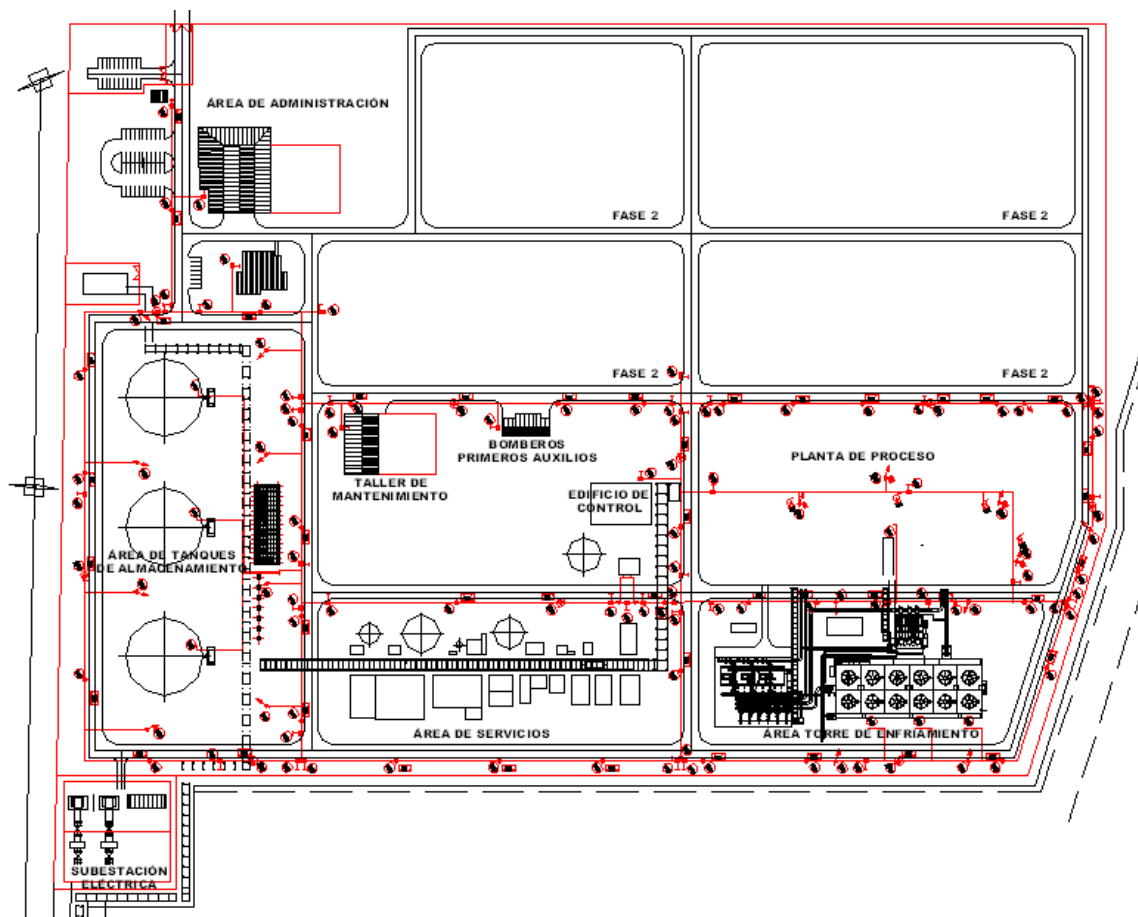


Figura 38 Distribución del sistema de agua contra incendios.

IV.1.2.7.3. Sistema de Tuberías de Agua contra Incendios

Sistema de Tubería. El sistema de agua contra incendios, consiste de un cabezal principal de tubería, construido en forma de rejilla. Esta tubería será suministrada con agua desde el tanque de almacenamiento de agua contra incendios/servicios.

Se planea instalar la red del sistema de agua contra incendios de forma aérea en toda la instalación. Se instalaran válvulas de seccionamiento en forma estratégica, en diferentes puntos de la red, para minimizar el riesgo de dejar inoperante la red, en caso de una falla en la línea o en etapas de mantenimiento.

El cabezal del sistema contra incendio, será dimensionado para suministrar una presión residual mínima de 7 bar g en el punto, hidráulicamente, más remoto, cuando el sistema este trabajando al nivel de flujo requerido. De ninguna manera, el cabezal principal será menor a 6" de diámetro.

Hidrantes. Se instalaran hidrantes en un intervalo máximo de 45 metros alrededor de la unidad de proceso y a 60 metros alrededor del embarcadero, edificios administrativos y áreas de almacenamiento. En los sitios donde haya estructuras o equipos, que sean fuentes potenciales de fuego, los hidrantes se colocaran a 15 metros de los mismos. Los hidrantes se localizaran cerca de caminos de acceso, de manera que no se requieran más de 7 metros de manguera de succión de gran diámetro, para conectar el hidrante al camión bomba. Todos los hidrantes tendrán dos conexiones de 2½" y una de 4½" conexión de bombeo. Todas las conexiones empleadas, deberán poderse encontrar localmente.

Monitores fijos, del tipo fijo y montado sobre hidrante, serán instalados para suministrar un alto volumen de agua de cobertura en los equipos de proceso de la unidad de procesamiento de amoniaco. Los monitores serán de bronce, operados por palanca, con una capacidad de giro de 360° y equipados con una boquilla de nebulización maestra ajustable, a un ritmo de 2 m³/min. Con una presión residual disponible de 7 bar g, los monitores tendrán una corriente efectiva de descarga de 30 metros en condiciones de cero viento. Para mejorar la accesibilidad durante un incendio, los monitores se localizaran a un mínimo de 15 metros de los equipos de procesamientos que estén destinados a proteger.

Carretes para mangueras serán instalados en ubicaciones seleccionadas, dentro de la unidad de amoniaco. Cada carrete será equipado con 30 metros de manguera de caucho no colapsable, de 2½" y boquillas ajustables de dispersión. Los carretes y mangueras serán protegidos del medio ambiente, por medio de cubiertas de vinil para trabajo pesado, o un gabinete.

Un sistema de extinción de incendio por rocío, tipo deluge, será diseñado e instalado de acuerdo a los requerimientos de NFPA-15, para los edificios donde estén las cajas de rodamientos, los rodamientos de giro de las turbinas y las consolas de aceite lubricante, asociado con los compresores siguientes:

- Compresor de Aire de Proceso
- Compresor de Gas Natural
- Compresor de Gas de Síntesis (Syngas)
- Compresor de refrigeración

Los sistemas de rociado deluge son empleados en zonas donde se requiere una protección total cubierta de una zona con agua. De esta forma, la tubería del sistema no está presurizada y todas las boquillas de descarga están abiertas. El sistema se activa de forma neumática o eléctrica por detectores de calor o por detectores separados de calor/humo/ópticos.

En el caso de un incendio, una válvula de control, permite que el agua se descargue en forma simultánea en todas las boquillas de una zona determinada. La velocidad de estos sistemas es muy rápida, lo que permite una reacción mayor a la velocidad de propagación del fuego.

Cada sistema deluge, será actuado en forma automática por un sistema de detección de calor (fuego) que consiste de tuberías de aire presurizado o de un cable de detección y fusible sellado para las cabezas de rociado localizadas del equipo a ser protegido. También será posible actuar el sistema de forma manual desde la ubicación de la válvula deluge; desde diferentes localizaciones alrededor del equipo y desde el cuarto de control. Las válvulas automáticas del sistema deluge, serán instaladas a un mínimo de 15 metros del equipo a ser protegido.

Cada sistema deluge será capaz de generar una alarma remota al cuarto de control, así como un interruptor de alta presión (seco) instalado en cada válvula, para proporcionar a alarma remota de incendio. Se podrá actuar el sistema de forma remota, desde el cuarto de control, por medio de un interruptor manual que actuara una válvula solenoide incluida en el paquete de cada válvula automática deluge.

La torre de enfriamiento de agua de mar es del tipo multiceldas y a contraflujo, hecha de madera. Cada torre de enfriamiento está equipada con su propio sistema deluge con

rociadores abiertos y válvula deluge. El sistema está diseñado conforme a los NFPA 15 y NFPA 214. De forma adicional al sistema deluge, la torre de enfriamiento está protegida por hidrantes y monitores localizados alrededor de ella. El dibujo del sistema de agua contraincendios, puede verse en Figura 38.

Se contará con dos bombas para incendios: una a motor y una a diesel de repuesto, ambas con la misma capacidad. Una bomba tipo jockey mantendrá la presión en el sistema, a una presión de 7 bar g, en forma constante.

IV.1.2.7.4. Protección contra Incendios en los Edificios

Se instalará un sistema de detección de incendios en los edificios principales. En general, cada sistema consistirá de una combinación de detectores de humo y de calor, cajas de alarmas manuales, indicadores de activación de alarma y un panel de control con respaldo de la fuente de energía por baterías.

Se instalará un detector de amoniaco en la toma elevada de aire del edificio de control. La detección de amoniaco hará que las alarmas se activen y que automáticamente se cierren la toma de aire para aislar el edificio, dejando el HVAC (aire acondicionado, calefacción y ventilación) en modo de recirculación.

Los edificios de control, de almacén/administración y de bomberos/enfermería contarán con extintores de mano portátiles.

Para la subestaciones eléctricas se contará con las siguientes medidas de protección contra incendios:

El cuarto de interruptores con equipos de voltaje alto, medio y bajo tendrá extintores con carga de dióxido de carbono.

Las bahías de transformadores tendrán diques para retener el aceite en caso de un derrame. Estas bahías tendrán válvulas manuales de bloqueo para facilitar la salida del agua de lluvia. Además, los transformadores de aceite que se encuentren adyacentes estarán separados por muros de bloqueo.

IV.1.2.7.5. Estación de Bomberos/Equipos contra Incendio Móviles

Se considera necesario el acceso a los siguientes equipos móviles:

- Camión bomba, equipado con mangueras y equipo auxiliar.

IV.1.2.7.6. Sistema de Alarmas de Incendio

Se colocarán activadores manuales de las alarmas de incendio por toda la planta.

IV.1.2.7.7. Panel de Control de Alarmas de Incendios

Todos los elementos de los sistemas de protección y detección de incendios serán presentados de forma adecuada en un Panel de Control de Alarmas de Incendios que estará localizado dentro de la cuarto de control.

IV.1.2.7.8. Limpiezas

Con relación a la prevención de incendios, la frecuencia de limpieza de materiales impregnados de aceite, papeles y los contenedores de residuos será la siguiente:

Los trapos aceitosos se incluyen en el contrato para la remoción de residuos sólidos, con limpieza y remoción diariamente durante los periodos normales. En los periodos de alta actividad (p.e. turnaround) el ciclo de limpieza/remoción se incrementará al doble o más si es necesario.

El papel de desecho se recolectará en contenedores especiales para y serán reciclados. La frecuencia de recolección será de una vez por semana.

IV.1.2.7.9. Simulacros de Incendio

Se realizarán simulacros de incendio en forma regular y preplanificada para los miembros del cuerpo de bomberos y emergencias simuladas aleatorias para el resto del personal.

Se harán arreglos para que comandante de bomberos vea los simulacros de incendio en el lugar, a fin de asegurarse que son aplicados los procedimientos adecuados de seguridad de incendios.

IV.1.2.7.10. Inclusión de Dependencias Públicas en Situaciones de Emergencia

Como ya se mencionó parte del plan general de respuesta a emergencias, las dependencias públicas serán informadas, es decir, de manera conjunta con las autoridades locales (Presidencia Municipal, Protección Civil, Bomberos) la planta de fertilizantes desarrollará un programa para la impartición de cursos al personal de la empresa y circunvecinas, con la finalidad de que estén informados sobre el amoniaco. Gas natural y los posibles riesgos existentes.

También se tiene contemplado llevar a cabo juntas con las autoridades del Gobierno del estado de Sinaloa y del municipio de Ahome y la localidad de Topolobampo, para coordinar actividades en las posibles emergencias.

IV.1.2.7.11. Programas de Mantenimiento

La planta será diseñada para operar de forma continua durante un mínimo de quince años con paros programados cada tres años. La vida útil requerida como mínimo para la planta es de 40 años, empleando el estándar de diseño y materiales del proyectista.

Donde se construyan redundancias de la planta o en cualquier elemento sujeto a desgaste, la vida de diseño será acorde con los códigos y estándares aplicables. Tales elementos requerirán reemplazarse de forma periódica de acuerdo con un programa de mantenimiento.

IV.1.2.7.12 Plan de Respuesta a Emergencias

La compañía operadora será contratada para dar servicios de seguridad y de procesos a la planta de amoniaco propuesta. Esta establecerá un equipo de respuesta conjunta para mejorar el nivel y la calidad de la respuesta primaria (bomberos, ambulancias y personal con entrenamiento).

El Plan de Respuestas a Emergencias (PRE) busca optimizar los recursos disponibles para responder ante las emergencias de manera efectiva mediante la creación de Grupos de Respuesta con líneas de autoridad claramente definidas. Sin embargo, el éxito del Plan depende de mantener los siguientes elementos esenciales:

1. Apoyo administrativo;
2. La atención constante de los empleados al Plan de Respuestas a Emergencias;
3. Los equipos de combate a incendios y otras emergencias deben mantenerse listos de forma permanente.
4. El Plan debe probarse y revisarse cada año.
5. El personal de respuesta estará completamente entrenado para el combate a incendios, primeros auxilios y resucitación cardiopulmonar y participará con regularidad en simulacros para asegurarse de que estén preparados para manejar situaciones de respuesta a emergencias.

6. Por su propia naturaleza, el PRE identifica los puntos potencialmente vulnerable en las plantas. Dado el potencial real para ataques terroristas en instalaciones industriales internacionales.

Equipo de protección personal de emergencia

Se contará con equipos de protección personal para bombero, los cuales consistirán en chaquetón, pantalón y casco con pantalla facial y botas, localizados en el cobertizo de contra incendio.

Asimismo, se contará con Trajes aluminizados de acercamiento al fuego, en el almacén de materiales.

Existirán equipos de protección respiratoria del tipo autónomo con duración de media hora c/u, distribuidos de la manera siguiente:

- Cuatro en planta de amoniaco,
- Dos en calles de acceso a planta de amoniaco,
- Y tres en el cobertizo contra incendio.

Se contarán con trajes encapsulados Nivel “A” para fugas de gases tóxicos:

- Cuatro en la planta de amoniaco
- Cuatro en el cobertizo de contra incendio
- Y seis en el almacén de materiales.

Equipos de primeros auxilios

Existirán botiquines de primeros auxilios con material de curación básica, ubicados en las áreas de oficinas generales, oficina de seguridad industrial, etc. Así como una camilla en el Edificio de Bomberos y primeros auxilios.

Sistemas y equipo de comunicación y alarma

Las emergencias y/o simulacros se comunicarán al ser detectados, activándose la alarma sonora y luminosa más cercana para alertar a todo el personal de la Planta y también se comunicará a las jefaturas de área, y se activará el Plan de Respuestas a Emergencias, el cual se integrará con el Plan de Ayuda Mutua (API, PEMEX, Municipio, etc.) del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).

Unidades de emergencia y evacuación del personal.

Se contará con una ambulancia propia y con vehículos e instalaciones del Comité del Plan de Ayuda Mutua,

Rutas de evacuación y centros de concentración.

Se tendrán cuadros instalados en las instalaciones marcando las rutas de evacuación, así como un plano a escala en el cual se muestran estas rutas, y los puntos de conteo o reunión.

Evacuación del personal.

A) El personal que se encuentre laborando en el área de oficinas, procederá a la evacuación de la planta, a través de rutas de evacuación hacia los centros de concentración.

El personal contratista que se encuentre laborando en las instalaciones, procederá la evacuación de la planta, por las rutas que asigne el brigadista, siguiendo las rutas de evacuación más seguras. Cada supervisor contratista deberá efectuar la evacuación de su personal, así como llevar su conteo.

B) El personal interno que participa en apoyo de la atención y control de la emergencia (ver Anexo 2, Plan de Respuesta a Emergencias).

Salidas de emergencia

A) Puerta de acceso peatonal de planta, a un costado de la caseta de vigilancia.

B) Puerta de acceso de vehículos del Centro de Trabajo.-

Rutas de evacuación

A) Desde las oficinas administrativas generales de la Planta, a la caseta de Vigilancia Peatonal, dirigiéndose por la puerta interna.

B) El Personal Contratista y visitante la evacuación deberá efectuarla siempre en contra de la dirección del viento, y evitando transitar por las áreas de emergencia.

C) Los vehículos transitarán desde las áreas operativas hacia la puerta de acceso de vehículos del Centro de Trabajo.

V. RESUMEN

V.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

El presente estudio de riesgo se realizó con la ingeniería conceptual que se tenía hasta el momento, cabe señalar que la información proporcionada fue suficiente para realizar el Estudio de Riesgo.

Se realizó una revisión y evaluación comparativa de la información proporcionada por la empresa Gas y Petroquímica de Occidente S. A. de C. V., referente a tres planta similares construidas por ellos en la República de Trinidad y Tobago, donde se tiene en operación desde hace varios años, en la que se utilizaron los más altos estándares internacionales de calidad, seguridad y respeto al medio ambiente. Lo anterior, permite garantizar la experiencia adquirida por el grupo técnico de la empresa, así como la certeza de que se utilizará en esta nueva planta la más reciente tecnología que respalde una operación confiable y exitosa.

Se deberá realizar la revaloración de los riesgos considerando las medidas preventivas y de control a fin de verificar si las medidas propuestas llevan a resultados de aceptabilidad de riesgos.

Desde el punto de riesgo ambiental y de acuerdo con las identificaciones y evaluaciones realizadas a la **etapa de operación** conforme a la información proporcionada por el promovente para la **planta de producción de amoniac anhidro**, los riesgos generados a los componentes del medio ambiente, daño al personal, daño a la población, pérdida de producción y daños a la instalación, fueron considerados la mayoría de los riesgos como **riesgos aceptables**; para el caso del **amonioducto** y **gasoducto** se obtuvo un riesgo alto.

La aceptabilidad y en su caso la reducción de los posibles riesgos analizados dependerá de la utilización de tecnología de punta e instalaciones de primer nivel, la estricta aplicación de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de toda la planta (incluyendo el amonioducto, el muelle de carga y el gasoducto), con la finalidad de garantizar una eficiente etapa operativa así como de los sistemas de seguridad a

implementar en todas y cada una de las instalaciones de la planta, tanto en el interior como en el exterior de la misma.

De igual manera dependerá de la correcta implementación del Plan de Atención a Contingencias, entre otros planes de emergencias. Esto con la finalidad de reducir los daños a las instalaciones, a la integridad de las personas y al ambiente en caso de presentarse alguna eventualidad de riesgo.

Como resultado del análisis de riesgo, se concluye que la **Planta de Producción de Amoniaco en Topolobampo, Sinaloa**, presenta riesgo aceptable.

Sin embargo, se considera de alto riesgo en función a la cantidad de Amoniaco que se producirá, almacenará y distribuirá, así como a la cantidad de gas natural que consumirá de acuerdo al Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado el 28 de marzo de 1990 y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado el 7 de mayo de 1992, por lo que contará con los sistemas, equipos, programas y procedimientos operativos y de seguridad necesarios, además, de un programa completo de mantenimiento preventivo y correctivo, y personal capacitado, para establecer un régimen operativo confiable para el personal, la comunidad, las instalaciones y el ambiente. En base a lo antes señalado, la **Planta de Producción de Amoniaco en Topolobampo, Sinaloa**, se puede calificar como empresa segura, eficiente y responsable, y sobre todo comprometida con la seguridad industrial y el medio ambiente, con estándares de calidad, seguridad e higiene que cumplen con las normas internacionales aplicables para el manejo de amoniaco y de gas natural.

Las medidas preventivas que se implementarán en la Planta de Amoniaco, proporcionarán los controles suficientes para evitar la cadena de eventos o conjunto de condiciones que conduzcan a una pérdida de contención del producto almacenado en los tanques refrigerados o del amoniaco transportado por ducto hacia el muelle de Pemex. De igual forma, se consideran medidas preventivas para el caso del gasoducto que entrega gas natural a alta presión a la planta, a partir del cual se lleva a cabo la producción de amoniaco.

1. La Planta contará con la normatividad en materia de seguridad industrial, operación y mantenimiento, para evitar riesgos al personal, a la población aledaña, al ambiente y a sus propias instalaciones.
2. La Planta contará con sistemas de detección de mezclas explosivas conectado a un sistema de cómputo (SCD y SIS) que ayuda a minimizar y/o eliminar un evento de riesgo como incendio y/o explosión.
3. Para realizar la identificación de riesgos se utilizó la metodología HAZOP en donde se recomienda cumplir con los programas de mantenimiento preventivo y correctivo para instrumentos de control de flujo, nivel, equipos eléctrico, mecánico y dinámico.
4. La Planta contará también con un sistema de protección formado por detectores, indicadores y alarmas las cuales estarán distribuidas en toda la planta, estos dispositivos se encontrarán conectados al Sistema de Control Distribuido para su registro y monitoreo desde el cuarto de control. Además, estas áreas se encontrarán protegidas por los sistemas contraincendio, monitores e hidratantes ubicados estratégicamente. Los tanques de almacenamiento contarán con membrana estática de aislamiento, alarmas por alto y bajo nivel. Todo esto hace a la instalación operar con seguridad y eficiencia.
5. La Planta de producción de amoniaco en Topolobampo, Sinaloa, se considera una empresa de Alto Riesgo por la cantidad de almacenamiento de amoniaco anhidro (75 000 toneladas métricas), sin embargo, debido a todos los sistemas y dispositivos de seguridad y a los programas de capacitación y simulacros, se puede calificar de **EMPRESA SEGURA** siempre y cuando mantengan los equipos en óptimas condiciones y den seguimiento a los programas de seguridad, mantenimiento y medio ambiente.

Para el caso del **amonioducto** y **gasoducto**, como se mencionó anteriormente se obtuvo un riesgo alto, para disminuir dicho riesgo se consideró lo siguiente:

1. Para la evaluación de riesgo, se utilizó el simulador aceptado por la USEPA y la OSHA para la evaluación de riesgos, ARCHIE (**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation**), versión 1.0 de Microsoft Corp. 1982-1986; el cual nos permitió delimitar las zonas de riesgo y amortiguamiento de cada uno de los eventos supuestos.

2. En el Análisis de Riesgo efectuado se identificaron y Jerarquizaron los eventos de riesgo que pudieran presentarse, en especial las fugas de amoniaco y gas natural que en determinado caso podrían conllevar a la formación de nubes tóxicas, incendios y/o explosiones, que de acuerdo con los datos arrojados por el simulador (ARCHIE) las consecuencias al presentarse estos eventos abarcan zonas fuera de las instalaciones.
3. Realizar los procedimientos para el cierre de válvulas en caso de presentarse fugas, notificando el evento a los departamentos operativos y de mantenimiento.
4. Cumplir con los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo y capacitar al personal en la aplicación del mismo.
5. Cumplir con los programas de celaje terrestre.
6. Llevar a cabo el programa de mantenimiento de la tubería, con especial atención en la medición de espesores.
7. Dar a conocer a la población aledaña los riesgos a los que se exponen, en caso de realizar actividades sobre el derecho de vía de la tubería y en caso de fuga.
8. Instalación de señalamientos a lo largo del trazo de la tubería, con énfasis particular en instalaciones de origen, destino y, cruzamientos.

Finalmente, las recomendaciones y observaciones (además de las ya mencionadas), que se dan para un óptimo funcionamiento, así como la certeza de minimizar incidentes y contaminación al medio ambiente son:

- Se elaborará y establecerá por escrito un manual de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento de los equipos, sus accesorios y dispositivos, conforme al artículo 130 párrafo tercero del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo. El manual debe contener: Medidas de seguridad durante el arranque, operación, paro, y para el mantenimiento de los equipos, dispositivos, accesorios y equipos auxiliares y los procedimientos para el control y manejo en situaciones de emergencia y retorno a condiciones normales, así como su difusión.
- Los trabajadores participarán en los cursos de capacitación y adiestramiento para el manejo de los equipos.

- Los pisos y accesos a los equipos deben mantenerse libres de obstáculos y materiales que entorpezcan el libre acceso, de tal manera que sea posible realizar fácilmente maniobras en su cercanía.
- Los accesos a los dispositivos de seguridad y equipos auxiliares deben mantenerse libres en todo momento.
- La presión de la calibración de las válvulas de seguridad utilizadas en ningún caso debe rebasar la presión de trabajo máxima permisible.
- Implementar un monitoreo periódico de emisiones contaminantes.
- Se contará con instalaciones eléctricas a prueba de explosión en donde sea necesario.

ELABORADO POR:



PARA:

PROTEGIDO POR LA
LFTAIPG

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DE
UNA PLANTA DE AMONIACO DE 2200 TMPD EN TOPOLOBAMPO,
SINALOA.



CONSULTA PÚBLICA

DICIEMBRE DE 2013

ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL PARA EL ESTABLECIMIENTO DE UNA PLANTA DE AMONIACO DE 2200 TMPD EN TOPOLOBAMPO, SINALOA

Contenido

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO	8
I.1 NOMBRE DEL PROYECTO	8
I.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO	8
I.3 ALCANCES	14
I.4 UBICACIÓN.....	15
I.4.1. Coordenadas aproximadas	17
I.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	19
I.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMONIACO	21
I.6.1. Naturaleza del proyecto	21
I.6.5. Dimensiones del proyecto	22
I.6.6. Descripción general del proceso	23
I.6.6.1 Sustancias involucradas en el proceso	24
I.6.7. Infraestructura requerida	30
I.6.8. Tanques de almacenamiento	34
I.6.9. Obras de toma de agua de mar	38
I.6.10. Descarga de agua al mar	40
I.6.11. Crecimiento a futuro.	41
I.7 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL.	42
I.7.1. Dimensiones del proyecto	42
I.7.2. Operación Normal.	43
I.7.2. Desviaciones en la Operación Normal	43
I.7.3. Filtrado.....	46
I.7.4. Medición	47
I.7.5. Regulación.....	47
I.7.6. Operaciones de arranque del regulador.	48
I.7.7. Operaciones de paro del regulador.....	49
I.7.8. Válvulas de relevo	49

I.7.9. Válvulas de bloqueo	51
I.7.10. Válvulas de Cierre Automático - Operación	51
I.7.11. Dispositivos especiales (Operación)	51
I.8 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE AMONIACO	52
I.8.1. Dimensiones del proyecto	53
I.8.2. Infraestructura requerida	57
I.8.3. Muelle de carga a buque tanques	57
I.9 USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS	62
I.9.1. Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Mochis-Topolobampo.	62
I.9.2.. Plan Director de Desarrollo Urbano del Puerto de Topolobampo.....	63
I.10 IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE ÁREAS IDENTIFICADAS COMO VULNERABLES	67
I.11 BASES DE DISEÑO DE LA PLANTA	71
I.11.1 Proyecto civil planta	71
I.11.1 Preparación del sitio y construcción del gasoducto y del amonioducto.....	75
I.11.1.1. Gasoducto	75
I.11.1.2. Amonioducto	79
I.11.3. Proyecto sistema contra-incendio	80
I.11.4. Tanques de Almacenamiento.....	83
I.11.4.1. Pruebas de verificación	83
I.12 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AMONIACO.....	84
I.13 CONDICIONES DE OPERACIÓN	98
I.13.1 Operación de la planta	98
I.14. DISEÑO ELECTRICO	101
I.14.1. Filosofía de diseño	101
I.14.2. DIAGRAMA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION	103
I.14.3. ALUMBRADO.....	106
I.14.4. SISTEMA DE TIERRAS	107
I.15. INSTRUMENTACION	107
I.15.1. FILOSOFIA DE DISEÑO.....	107
I.15.1.1. Objetivos del Sistema de Control.....	107
I.15.1.2. Descripción General del Sistema de Control	108
I.15.1.3. Instrumentos de Campo	108
I.15.1.4. Señales de Nivel	108
I.15.1.5. Cableado	109
I.15.1.6. Requerimientos Eléctricos.....	110
I.15.1.7. Unidades Modulares	111

I.15.2. SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (SCD).....	112
I.15.2.1. Generalidades	112
I.15.2.2. Sistema de Control.....	112
I.15.2.3. Instalación Central de Procesamiento	112
I.15.2.4. Configuración del Sistema	113
I.16. SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD (SIS)	119
I.16.1. General.....	119
I.16.2. Nivel de Requerimientos de la Integridad del Sistema	119
I.16.3. Interface del Operador.	120
I.16.4. Redundancia	121
II. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS	122
II.1. Identificación de riesgos Potenciales	122
II.1.1. Análisis de Fugas no controladas.	122
II.1.1.1. Análisis de Fugas de gasoducto.	123
II.1.1.2. Análisis de Fugas en el amonioducto y garzas.....	123
II.1.1.3. Análisis de Fugas de tanques de almacenamiento.	124
II.1.1.4. Análisis de Fugas en las tuberías del proceso.....	124
II.1.1.5. Análisis de Fugas en almacén de sustancias químicas.....	124
II.1.2. Análisis de Fugas controladas.	124
II.1.2.1. Análisis de Fuga de amoniaco en el sistema de venteo.....	124
II.1.3. Análisis por eventos naturales.	124
II.2. Medidas correctivas.	125
II.3. Antecedentes de accidentes e incidentes	125
II.3.1. Análisis Histórico de Accidentes	125
II.3.1.1. Marco General.....	126
II.4. Estadística General de Accidentes:	126
II.4.1. Estadísticas de fallecimientos relacionados con el manejo, transporte de gas natural.....	135
II.5. Identificación de las causas de los accidentes.	136
II.6. Alcance de los daños causados:.....	139
I.15.1 Antecedentes de accidentes e incidentes en plantas de amoniaco	142
I.15.2 Antecedentes de accidentes e incidentes en ductos de transporte de amoníaco.....	147
II.7. Accidentes por amoniaco a nivel Internacional.....	154
II.8 Metodologías de identificación y jerarquización.....	161
III. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES ..	183
III.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN	183
III.2. INTERACCIONES DE RIESGO.....	194
III.3. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL	200
IV. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.	202
IV.1. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS	202

IV.1.1. NORMAS Y PROCEDIMIENTOS	209
IV.1.1.1.- Reglamentación Interna.....	209
IV.1.1.2.- Documentación Disponible	210
IV.1.1.3.- Asignación de Funciones y Responsabilidades.	210
IV.1.1.4.- Apoyo a los Responsables de la Seguridad.....	216
IV.2. Sistemas de seguridad	217
IV.1.2.1. Área de Procesos	217
IV.1.2.2. Sistema de Quemadores	217
IV.1.2.3. Otros Sistemas de Seguridad	218
IV.1.2.4. Características de Diseño del Cuarto de control.	218
IV.1.2.5. Señales de Dirección	220
IV.1.2.6. Puntos de Reunión	220
IV.1.2.7. Combate a incendios	220
V. RESUMEN	229
V.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL.....	229

TABLA

TABLA 1 COORDENADAS APROXIMADAS DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, DE LA PLANTA DE AMONIAO. .	17
TABLA 2 COORDENADAS APROXIMADAS DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, DESDE LA INTERCONEXIÓN HASTA LA CASETA DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DE LA PLANTA DE AMONIAO.	18
TABLA 3 COORDENADAS APROXIMADAS DE LOS PUNTOS DE REFERENCIA, DESDE EL ÁREA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE LA PLANTA DE AMONIAO HASTA EL MUELLE DE PEMEX.	18
TABLA 4 INFRAESTRUCTURA Y CAPACIDAD DE PROCESO (MILES DE TONELADAS).....	20
TABLA 5 LISTADO DE SUSTANCIAS (NOMBRE CANTIDAD DE ALMACENAMIENTO, FORMA DE CONTENCIÓN Y RIESGOS DE ACUERDO AL CÓDIGO DE LA NFPA).	26
TABLA 6 EQUIPO DE PROTECCIÓN PERSONAL RECOMENDADO (MODELO RECTÁNGULO).	27
TABLA 7 LISTADO DE CATALIZADORES.....	28
TABLA 8 LISTA DE QUÍMICOS	29
TABLA 9 DISTANCIAS APROXIMADAS DE COLINDANCIAS MÁS PRÓXIMAS, CON CADA UNO DE LAS INSTALACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS.....	67
TABLA 10 DISTANCIAS APROXIMADAS DE COMERCIOS, CENTROS RECREATIVOS Y TEMPLOS, ESCUELAS, CLÍNICAS DE TOPOLOBAMPO Y EJIDO DE ROSENDO CASTRO, CON CADA UNO DE LAS INSTALACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS.....	68
TABLA 11 TELÉFONOS DE EMERGENCIA DE TOPOLOBAMPO.....	70
TABLA 12 DISTANCIAS MÍNIMAS DE PROTECCIÓN	77
TABLA 13 ANÁLISIS ANUAL ESTATAL (PERÍODO 1993-2002).	127
TABLA 14 SUSTANCIAS INVOLUCRADAS EN LOS ACCIDENTES REPORTADOS ENTRE 1993 Y 2002.....	129
TABLA 15 ACCIDENTES REPORTADOS EN EL PAÍS ENTRE 1993 Y 2009.....	130
TABLA 16 MEDIO DE TRANSPORTE INVOLUCRADO EN ACCIDENTES EN EL PAÍS ENTRE 1993 Y 2009.....	132
TABLA 17 LOCALIZACIÓN Y TIPO DE ACCIDENTES.	133
TABLA 18 ANÁLISIS NACIONAL Y ESTATAL DE LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES, INFORME DEL SEGUNDO TRIMESTRE DEL 2005.	134
TABLA 19 ESTADÍSTICAS DE FALLECIMIENTOS RELACIONADOS CON EL TRANSPORTE (1989). FUENTE: COMPENDIO NTSB VOL. 9, No.S. PROGRAMA DE MANEJO: DAMES & MOORE, 1996.	135
TABLA 20 ESTADÍSTICAS DE FALLECIMIENTOS RELACIONADOS CON ACCIDENTES EN EE.UU 1989.	136

TABLA 21 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DAÑOS A LA POBLACIÓN, OCASIONADOS POR LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA DURANTE EL PERÍODO 1993 - 2009.	140
TABLA 22 ANÁLISIS ESTATAL DE DAÑOS A LA POBLACIÓN, (PERÍODO 1998 - 2009).	141
TABLA 23 RESUMEN DE ACCIDENTES POR EL MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE AMONIACO	152
TABLA 24 CONDICIONES DE ESTABILIDAD METEOROLÓGICA DE PASQUILL.	163
TABLA 27 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DE RIESGO CON AMONIACO ANHIDRO CON EL PROGRAMA ARCHIE.	187
TABLA 28 RESULTADOS DE LA MODELACIÓN DE RIESGO CON GAS NATURAL CON EL PROGRAMA ARCHIE.	191
TABLA 29 PERSONAL REQUERIDO PARA LA OPERACIÓN DE LA PLANTA	210

FIGURAS

FIGURA 1 UBICACIÓN DEL PREDIO PARA LA PLANTA DE AMONIACO, GASODUCTO (AMARILLO) Y TRAZO DEL AMONIODUCTO (VERDE) HASTA EL MUELLE DE PEMEX.	15
FIGURA 2 UBICACIÓN DEL SITO DEL PROYECTO, A UN COSTADO DE LA TERMINAL DE ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN DE PEMEX.	16
FIGURA 3 UBICACIÓN DE LA GRANJA DE TANQUES DE ALMACENAMIENTO.	36
FIGURA 4 CÓDIGO DE NFPA 704 Ó NOM-114-STPS-1994.	37
FIGURA 5 TRAZO DE LA INSTALACIÓN DE LA TOMA DE AGUA DE MAR	39
FIGURA 6 EJEMPLO DE UNA PLATAFORMA CON EQUIPO DE BOMBEO.	40
FIGURA 7 TRAZO DE LA INSTALACIÓN DE LA DESCARGA DE AGUA DE MAR	41
FIGURA 8 EJEMPLO DE ÁREA DE LLENADERAS PARA CARROTANQUE DE FERROCARRIL.	42
FIGURA 9 EJEMPLO DE GARZAS DE DESCARGA DE AMONIACO EN UN MUELLE DE PEMEX.....	58
FIGURA 10 CORTE DE TUBERÍAS QUE CORREN PARALELO A LA LÍNEA DE ALTA TENSIÓN.....	60
FIGURA 11 CORTE DE TUBERÍAS QUE CORREN SOBRE EL CORREDOR EXISTENTE DE PEMEX.	61
FIGURA 12 CORREDOR DUCTOS DE PEMEX A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE.....	61
FIGURA 13 PROPUESTA DE INSTALACIÓN DE CARGA EN MUELLE DE PEMEX.	62
FIGURA 14 DIAGRAMA DE BLOQUES.	86
FIGURA 15 REFORMADOR DE VAPOR Y CO SHIFT.....	89
FIGURA 16 SISTEMA DE REMOCIÓN DE CO ₂ AMDEA.....	91
FIGURA 17 CICLO DE SÍNTESIS DEL AMONIACO.....	94
FIGURA 18 SISTEMA DE VAPOR.....	98
FIGURA 19 DIAGRAMA DE ALCANCES INTERNOS EN LA PLANTA DE 2200 MTPD DE AMONIACO.....	99
FIGURA 20 DIAGRAMA ELÉCTRICO.....	105
FIGURA 21 DISTRIBUCIÓN ESTATAL DE LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA DURANTE EL PERIODO 1993 - 2009.	128
FIGURA 22 DISTRIBUCIÓN ANUAL DE LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA DURANTE EL PERIODO 1993 - 2009.	128
FIGURA 23 ANÁLISIS DE LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA DURANTE EL PERIODO 1993 - 2009.....	129
FIGURA 24 UBICACIÓN DE LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES (1993 – 2009).....	131
FIGURA 25 MEDIO DE TRANSPORTE INVOLUCRADO EN EMERGENCIAS AMBIENTALES (1993 – 2009). ...	132
FIGURA 26 TIPO DE ACCIDENTES (1993 – 2009).	134
FIGURA 27 IDENTIFICACIÓN DE LAS CAUSAS DE ACCIDENTES.	139
FIGURA 28 ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LOS DAÑOS A LA POBLACIÓN OCASIONADOS POR LAS EMERGENCIAS AMBIENTALES REPORTADAS A LA PROFEPA DURANTE EL PERIODO 1993 - 2009.	140

FIGURA 29	DESARROLLO Y DISPERSIÓN DE UNA NUBE DE GAS PESADO.	162
FIGURA 30	PANORÁMICAS DE COLINDANCIAS.	196
FIGURA 31	DIAGRAMA DE ORGANIZACIÓN DE LA PLANTA.	211
FIGURA 32	ADMINISTRACIÓN DE CALIDAD, MEDIO AMBIENTE, HIGIENE Y SEGURIDAD (CSH Y MA).	212
FIGURA 33	OPERACIONES.	213
FIGURA 34	INGENIERÍA Y MANTENIMIENTO.	214
FIGURA 35	SERVICIOS TÉCNICOS.	215
FIGURA 36	MATERIALES.	215
FIGURA 37	SERVICIOS CORPORATIVOS.	216
FIGURA 38	DISTRIBUCIÓN DEL SISTEMA DE AGUA CONTRA INCENDIOS.	221

ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1	UBICACIÓN DE LOS PREDIOS DEL PROYECTO EN RELACIÓN CON TOPOLOBAMPO.	22
ILUSTRACIÓN 2	RED INTERNA DE GAS NATURAL	33
ILUSTRACIÓN 3	EJEMPLO DE ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN.	34
ILUSTRACIÓN 4	TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE CONTENCIÓN COMPLETA	35
ILUSTRACIÓN 5	TRAZO DE AMONIODUCTO DE 18"	53
ILUSTRACIÓN 6	ACCESO A LAS INSTALACIONES DE CFE Y SEGMENTO DE CODOS DE EXPANSIÓN	54
ILUSTRACIÓN 7	CRUZAMIENTO DE ACCESO A TOPOLOBAMPO Y CODOS DE EXPANSIÓN.	55
ILUSTRACIÓN 8	CRUZAMIENTO PARA EL ACCESO A LAS INSTALACIONES DEL MUELLE DE PEMEX Y SEGMENTO DE CODOS DE EXPANSIÓN	56
ILUSTRACIÓN 9	UBICACIÓN DEL SITIO EN EL PDDU DEL CORREDOR LOS MOCHIS-TOPOLOBAMPO.	63
ILUSTRACIÓN 10	UBICACIÓN DEL SITIO Y ÁREA DE ESTUDIO DEL PDDU DEL PUERTO DE TOPOLOBAMPO..	65
ILUSTRACIÓN 11	ZONIFICACIÓN PRIMARIA EN EL PDDU DEL PUERTO DE TOPOLOBAMPO.	66
ILUSTRACIÓN 12	ZONIFICACIÓN SECUNDARIA ESTABLECIDA EN EL PDDU DEL PUERTO DE TOPOLOBAMPO.	66
ILUSTRACIÓN 13	UBICACIÓN DE ESCUELAS, CLÍNICAS, IGLESIAS, CENTROS RECREATIVOS DE EJIDO DE ROSENDO CASTRO RESPECTO A CADA UNO DE LAS INSTALACIONES MÁS SIGNIFICATIVAS.	68
ILUSTRACIÓN 14	UBICACIÓN LAS ACTIVIDADES Y ELEMENTOS SIGNIFICATIVOS EXISTENTES EN TOPOLOBAMPO LOCALIZADOS AL SUR DEL PROYECTO.	69
ILUSTRACIÓN 15	UBICACIÓN LAS ACTIVIDADES Y ELEMENTOS SIGNIFICATIVOS EXISTENTES EN TOPOLOBAMPO, LOCALIZADOS AL SURESTE DEL PROYECTO	70
ILUSTRACIÓN 16	EJEMPLO DE EDIFICIO – EDIFICIO DE CONTROL	74

I. ESCENARIOS DE LOS RIESGOS AMBIENTALES RELACIONADOS CON EL PROYECTO.

I.1 NOMBRE DEL PROYECTO

Planta de Amoniaco de 2200 TMPD en Topolobampo, Sinaloa

I.2 ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El Gobierno del Estado de Sinaloa está otorgando facilidades para el desarrollo del presente proyecto.

El puerto comercial e industrial de Topolobampo, se localiza en el estado de Sinaloa, al noroeste del país, en la costa del Océano Pacífico, a sólo **200 millas** de la entrada del Golfo de California.

El puerto se ubica en las coordenadas: **25° 36' 00"** latitud norte y **109° 04' 00"** longitud Oeste.

Se sitúa en una de las regiones de mayor producción agrícola del país. Su principal movimiento de carga se compone en gran proporción, por el manejo de los productos agrícolas, representando el maíz de granel el **49%** del movimiento total de carga de productos agrícolas. Esta región cuenta con **415 mil** hectáreas de riego que representan el **55%** de la superficie del Estado de Sinaloa.

Topolobampo está comunicado hacia el Norte con ciudades fronterizas importantes hacia los Estados Unidos como (Nogales y Mexicali), hacia el sur con otras ciudades importantes de Sinaloa como Los Mochis, Culiacán y Mazatlán. Además, tiene una posición privilegiada para el manejo de productos desde y hacia el oriente, con origen o destino a la región Sur de los Estados Unidos de América, a través de dos líneas ferroviarias. Por carretera, el puerto está conectado a todo el país.

El puerto de Topolobampo se comunica vía terrestre hacia el norte con la zona fronteriza de los Estados Unidos (Nogales y Mexicali) y hacia el sur con otras ciudades importantes de Sinaloa y el resto del país.

Su posición es privilegiada para movilizar productos de y hacia el Oriente con origen o destino a la región sur y centro de Estados Unidos a través de dos líneas ferroviarias.

El Puerto cuenta con una terminal de Ferrocarriles Mexicanos (antes ruta Chihuahua - Pacífico), y tiene un enlace a 23 km con la ruta Pacífico.

Respecto al sistema carretero, Topolobampo tiene un acceso a una red de comunicaciones que lo vincula con todo el país, con una carretera de cuatro carriles que va desde la zona fronteriza en el estado de Sonora hasta Mazatlán, Sin., extendiéndose, en fecha próxima, hasta el Estado de Nayarit y Jalisco.

Cuenta con el aeropuerto internacional de la Ciudad de Los Mochis, Sin., que se ubica a 12 km, del puerto, el cual comunica a Topolobampo con todo el país y con el sur de Estados Unidos de América.

En este sentido, el movimiento de las cargas del Puerto se realiza en su totalidad utilizando el autotransporte, debido principalmente a la preferencia de los usuarios por utilizar este medio de transporte, así como por la facilidad de acceso a las conexiones carreteras existentes con el resto del Estado de Sinaloa, Sonora y Nayarit. De acuerdo con lo anterior, podemos mencionar que las rutas actuales de transporte establecidas en la región son el auto transporte y el ferrocarril, con el primero se lleva a cabo el tráfico de hortalizas hacia Estados Unidos, en tanto que el transporte ferroviario permite distribuir grandes volúmenes de granos y fertilizantes a nivel nacional.

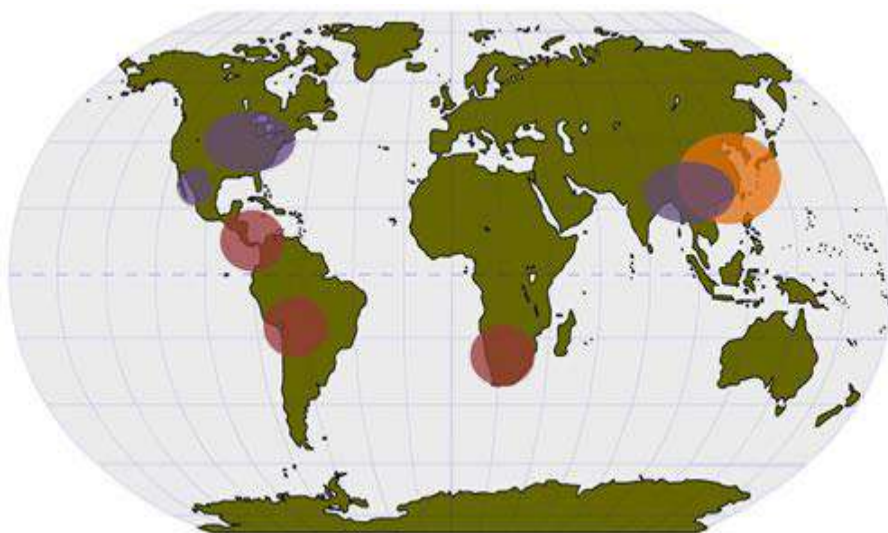
HINTERLAND COMERCIAL

El Puerto de Topolobampo tienen como destino cuatro estados del país: Sinaloa, Sonora, Baja California Sur y Chihuahua. Del total de cargas importadas, el 65.33% lo constituyen productos del petróleo y derivados, el 20.71% la carga general y el 13.96% la carga agrícola.



Área de influencia y Número de habitantes:	
Chihuahua	3,241,444 hab.
Sinaloa	2,608,442 hab.
Sonora	2,216,969 hab.
B.C.S.	512,170 hab.

FORELAND COMERCIAL



- GRANEL AGRICOLA (SUDAFRICA, SUDAMERICA y CENTROAMERICA)

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

- GRANEL MINERAL (CHINA)
- COREDOR COMERCIAL (ASIA,TOPOLOBAMPO, ESTE DE USA)

El puerto cuenta con una gran infraestructura, dividida en terminales o instalaciones, destacando las siguientes:

- PEMEX
- API (Administración Portuaria Integral)
- SEMATUR
- TRANSOCEANICA
- CEMEX
- PESCA
- CLUB NAUTICO
- PROCESADORA BATAMOTE
- PROPETOPO

Descripción	Muelle
PEMEX	
Tramos de Atraque	2
Longitud de Atraque (Metros)	624
Profundidad (Metros)	13.0
Calado Oficial (Metros)	10.97
Capacidad en Muelles (Metros)	5,000,000
Tipo de carga	Petróleo y Derivados
API	
Descripción	Muelles de Carga general
Tramos de Atraque	1
Longitud de Atraque (Metros)	99.00
Profundidad (Metros)	9.50
Calado Oficial (Metros)	9.45
Capacidad en Muelles (Toneladas)	730,000
Equipo	Tolvas, Almejas, Montacargas y Tracto camiones
Patios	6,600 M2/179,280 Ton.
Bodega	1,620 M2/ 105,000 Ton.
Tipo de carga	Carga General.
API	
Descripción	Muelles Contenedores
Tramos de Atraque	1
Longitud de Atraque (Metros)	240.0
Profundidad (Metros)	14.0
Calado Oficial (Metros)	10.97
Capacidad en Muelles (Metros)	1,500.000
Patios	144,800 M2 128,232 TEUS 1,923,480 Ton.
Bodegas	2,240 M2 / 149,920 Ton.
Cobertizos	2,240 M2 / 118,080 Ton.
Tipo de carga	Carga General
API	
Descripción	Muelle Trasbordador
Tramos de Atraque	1
Longitud de Atraque (Metros)	150.0
Profundidad (Metros)	6.50

Descripción	Muelle
Calado Oficial (Metros)	
Capacidad en Muelles (Toneladas)	960,000
Tipo de carga	Contenedores, Carga General, Granel Agrícola, Granel Mineral.
SEMANTUR	
Descripción	Muelle Trasbordador
Tramos de Atraque	1
Longitud de Atraque (Metros)	62.70
Profundidad (Metros)	9.0
Calado Oficial (Metros)	8.84
Capacidad en Muelles (Toneladas)	1,200,000
Tipo de carga	Carga General
TRANSOCEANICA	
Descripción	Muelle
Tramos de Atraque	1
Longitud de Atraque (Metros)	135.0
Profundidad (Metros)	12.0
Calado Oficial (Metros)	10.0
Capacidad en Muelles (Toneladas)	1,300,000
Equipo	Torres Graneleras y Bandas
Bodegas	4,200 M2 / 480,000 Ton.
Tipo de Carga	Granel agrícola, y Granel Mineral
CEMEX	
Descripción	Muelle
Tramos de Atraque	2
Longitud de Atraque (Metros)	90
Profundidad (Metros)	3.0
Calado Oficial (Metros)	
Capacidad en Muelles (Toneladas)	288,000
Equipo	Silos, Equipo mecanizado para carga y descarga
Tipo de Carga	Granel agrícola y granel mineral
PESCA	
Descripción	Muelle pesquero
Tramos de Atraque	1
Longitud de Atraque (Metros)	360.0
Profundidad (Metros)	5
Tipo de carga	Productos Pesqueros
CLUB NAUTICO	
Descripción	Muelle
Tramos de Atraque	2
Longitud de Atraque (Metros)	56.0
Profundidad (Metros)	2.0
Tipo de carga	Turismo
PROPEPO	
Descripción	Muelle 2
Tramos de Atraque	1
Longitud de Atraque (Metros)	57
Profundidad (Metros)	8
Tipo de carga	Productos Pesqueros

La empresa **GAS Y PETROQUÍMICA DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.** está interesada en invertir en México, construyendo y operando instalaciones de escala mundial para la producción de amoniaco anhidro.

GAS Y PETROQUÍMICA DE OCCIDENTE S.A. DE C.V., está constituida por socios que tienen vasta experiencia en la construcción y operación de plantas productoras de amoniaco similares, a nivel mundial en el ramo de la petroquímica con plantas en Omán, Trinidad y Tobago, próximamente en México y Estados Unidos. Por tal motivo, será la encargada del diseño, Ingeniería de Detalle, Procura, Construcción y Puesta en Marcha de la planta de Amoniaco en Topolobampo.

Se han tenido varios acercamientos con PEMEX para buscar la posibilidad de compartir su corredor de ductos para alojar el nuevo amonioducto y utilizar la infraestructura del muelle de embarque de PEMEX en la zona de Topolobampo para cargar amoniaco en buques tanque.

Durante el transcurso de la gestión con las diferentes dependencias de gobierno federal como estatal y municipal, se ha tenido acercamientos con la Secretaría de Energía, en los cuales se vincula el proyecto dentro del Plan Nacional de Desarrollo (2013-2018) con las Metas Nacionales, Estrategias y Líneas de Acción. En la Meta Nacional IV, México Próspero, la Estrategia 4.6.1 está orientada a asegurar el abastecimiento del petróleo crudo, el gas natural y los petrolíferos que demanda el país.

Para dar cumplimiento a lo anterior, existen siete líneas de acción propuestas en el PND, de las cuales dos se relacionan directamente con el proyecto:

- *Fortalecer el mercado de gas natural mediante el incremento de la producción y el robustecimiento en la infraestructura de importación, transporte y distribución, para asegurar el abastecimiento de energía en óptimas condiciones de seguridad, calidad y precio.* Al respecto, la planta contribuirá para que se aproveche el potencial de la nueva infraestructura instalada para la importación de gas natural y fortalecerá el mercado con un consumo regular de dicho insumo.
- *Promover el desarrollo de una industria petroquímica rentable y eficiente.* En este caso, la instalación de la nueva planta de amoniaco no sólo constituye un aumento en la capacidad de producción instalada en México, sino que será la base para el desarrollo de otras industrias del sector petroquímico que requieren de amoniaco como insumo, todo esto dentro de un modelo de negocios racional y mediante el uso de tecnologías que hacen un uso eficiente de los recursos y reducen notablemente los impactos en el medio ambiente.

Además de la falta de inversión en equipamiento e infraestructura, así como el alto costo del financiamiento, el PND identifica como un tercer reto el fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico. El campo mexicano tiene una alta vulnerabilidad a riesgos climáticos, sanitarios y de mercado, y una elevada dependencia externa de insumos estratégicos como los fertilizantes. Esta situación afecta el abasto, calidad y acceso a los agroalimentos.

Con el desarrollo de la planta de amoníaco de 2200 TMPD se reducirá de forma importante el volumen de amoníaco que se debe importar y al mismo tiempo se establecerán las bases para desarrollar nuevas industrias para la producción de fertilizantes mediante el uso de nuevas tecnologías, más eficientes y con un impacto ambiental bajo.

I.3 ALCANCES

El proyecto pretende la construcción de un complejo petroquímico de primer nivel, con tecnología de punta, que en su primera etapa asumirá la producción de amoníaco basada en el procesamiento del gas natural.

La tecnología de punta desarrollada a nivel mundial, permite una producción de amoníaco de bajo costo.

El complejo petroquímico tendrá un consumo de gas natural de 2 millones de metros cúbicos por día (MMm³d) aproximadamente. Se estima que la planta tendrá una capacidad de producción anual de 770.000 toneladas métricas año (TMA) de amoníaco.

Se tiene contemplado un crecimiento a futuro y una serie de inversiones que permitirán expandir los procesos para la producción de urea, metanol y melamina.

Si se concreta el abastecimiento de gas natural y los permisos necesarios en materia de impacto y riesgo ambiental, la planta iniciaría operaciones a mediados del 2017.

Esta planta estará en condiciones de producir hasta dos mil 200 toneladas diarias de gas amoníaco gracias al gasoducto que se construirá desde Estados Unidos y que permitirá tener gas natural barato y de manera permanente en Sinaloa.

El proyecto se trata de un proyecto integral, el cual se divide en cinco partes:

1. Una planta productora de amoníaco anhidro en un predio de aproximadamente 26.39 hectáreas.
2. Una línea de conducción de agua cruda proveniente de la Bahía de Ohuira a la planta de amoníaco para producción de vapor y enfriamiento, de 1,150 metros de longitud (capacidad de flujo: 2,000 m³/hora).

3. Una línea de salida de agua residual tratada con condiciones particulares de descarga de la planta de amoniaco hacia la Bahía de Ohuira, de aproximadamente 300 metros de longitud (capacidad de flujo: 1,400 m³/hora).
4. Un ducto de gas natural de 18" y aproximadamente 1,111 metros de longitud, desde la interconexión con el gasoducto El Oro - Topolobampo hasta el interior de la planta de amoniaco.
5. Un amonioducto de 18" desde la planta de amoniaco hasta el muelle existente de PEMEX, de aproximadamente 3,000 metros de longitud.

I.4 UBICACIÓN

El proyecto que se pretende llevar a cabo colinda con la zona industrial de Topolobampo, a un costado de la Terminal de Almacenamiento y Distribución de PEMEX en Topolobampo, municipio de Ahome, Estado de Sinaloa.

El predio del proyecto consiste de aproximadamente 202.57 hectáreas de terrenos de la empresa divididos en dos partes por la vía del ferrocarril. El sitio para la planta de amoniaco abarca alrededor de 26.39 hectáreas dentro del predio, en las cuales estará la infraestructura de producción con sus vialidades internas, subestación eléctrica, áreas administrativas y de servicios, así como una reserva territorial para una segunda fase de desarrollo.



Figura 1 Ubicación del predio para la planta de amoniaco, gasoducto (amarillo) y trazo del amonioducto (verde) hasta el muelle de PEMEX.



Figura 2 Ubicación del sito del proyecto, a un costado de la Terminal de Almacenamiento y Distribución de PEMEX.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.4.1. Coordenadas aproximadas

A continuación se muestran las coordenadas de la **planta de producción de amoniaco**.

Tabla 1 Coordenadas aproximadas de los puntos de referencia, de la Planta de Amoniaco.

Punto	Referencia	Altitud (msnm)	Coordenadas geográficas	
			Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)
1	Esquina norponiente del predio, colindante con la TAD de PEMEX.	4	25°37'10.08"	109°02'28.40"
2	Esquina oriental del predio, colindante con la laguna de Ohuira	18	25°37'01.17"	109°02'08.96"
3	Cambio de dirección hacia el SW, rumbo al canal de descarga de agua de la CFE	2	25°36'53.00"	109°02'13.54"
4	Esquina suroriental del predio, colindante con la descarga de agua de la CFE a la laguna de Ohuira	1	25°36'49.63"	109°02'17.32"
5	Cambio de dirección hacia el suroeste, por la presencia de la subestación eléctrica	8	25°36'56.81"	109°02'32.99"
6	Cambio de dirección hacia el noroeste, rodeando la subestación eléctrica	6	25°36'55.05"	109°02'34.01"
7	Esquina surponiente del predio, colindante con la TAD de PEMEX	4	25°36'56.19"	109°02'36.40"

** Coordenadas verificadas en el programa Google Earth.*



A continuación se muestran las coordenadas del **gasoducto que transportará gas natural**.

Tabla 2 Coordenadas aproximadas de los puntos de referencia, desde la interconexión hasta la caseta de medición y regulación de la Planta de Amoniaco.

Punto	Referencia	Altitud (msnm)	Coordenadas geográficas	
			Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)
0	Punto de interconexión con el Gasoducto de 30" El Oro - Topolobampo ., frente al predio de C.F.E. y cerca del acceso a la TAD de PEMEX, a un costado del DDV del Ferrocarril con dirección hacia el NNE	1	25°37'09.49"	109°02'54.63"
1	Cambio en dirección hacia el ESE para cruzar la vía del ferrocarril y continuar alojado paralelo al lindero norte de la TAD de PEMEX.	3	25°37'19.46"	109°02'48.84"
2	Cambio de dirección hacia el SSW, para continuar a un costado de las torres de alta tensión y el lindero oriente de la TAD de PEMEX	4	25°37'10.35"	109°02'29.35"
3	Cambio de dirección hacia el ESE, rumbo a la Planta de Amoniaco	4	25°37'06.57"	109°02'31.49"
4	Caseta de Medición y Regulación de gas natural en el interior de la Planta de Amoniaco	4	25°37'05.78"	109°02'29.93"

* Coordenadas verificadas en el programa Google Earth.

A continuación se presentan las coordenadas aproximadas del **amonioducto** de los puntos de inflexión del trazo.

Tabla 3 Coordenadas aproximadas de los puntos de referencia, desde el área de tanques de almacenamiento de la Planta de Amoniaco hasta el muelle de PEMEX.

Punto	Referencia	Altitud (msnm)	Coordenadas geográficas	
			Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)
0	Área de tanques de almacenamiento de amoniaco, con dirección al SE	6	25°36'59.69"	109°02'29.81"
1	Cambio de dirección hacia el SW en el rack del área de tanques de almacenamiento	6	25°36'59.24"	109°02'28.90"
2	Continuando sobre el rack de tuberías, fuera del área de tanques, cambio de dirección hacia el NW	7	25°36'56.27"	109°02'30.65"
3	Cambio de dirección hacia el SW, para salir del predio de la planta	9	25°36'57.22"	109°02'32.85"
4	Cambio de dirección hacia el NW, rodeando el área de las turbinas	6	25°36'55.10"	109°02'34.15"
5	Cambio de dirección hacia el SW, alijándose de la planta en forma paralela	5	25°36'56.04"	109°02'36.21"

Punto	Referencia	Altitud (msnm)	Coordenadas geográficas	
			Latitud (Norte)	Longitud (Oeste)
	al DDV de las torres de alta tensión, entre el muro de la TAD y el canal de descarga de la C.F.E.			
6	Ligero cambio de dirección hacia el SW	7	25°36'40.87"	109°02'45.43"
7	Cambio de dirección hacia el SSE, al llegar a la calle que conduce al muelle de Pemex	4	25°36'33.87"	109°02'54.59"
8	Ligero cambio de dirección hacia el sur, siguiendo el contorno de la calle y del corredor de tuberías de Pemex	3	25°36'31.59"	109°02'53.51"
9	Ligero cambio de dirección hacia el SE, siguiendo la curvatura de la calle, a la altura del acceso a la Central Termoeléctrica de la C.F.E.	4	25°36'24.20"	109°02'52.66"
10	Cambio de dirección hacia el SE, pasando el acceso a la Central Termoeléctrica de la C.F.E.	4	25°36'22.86"	109°02'51.90"
11	Cambio de dirección hacia el ESE, siguiendo la curvatura de la calle	9	25°36'18.92"	109°02'46.82"
12	Ligero cambio de dirección hacia el ENE, siguiendo la calle	14	25°36'18.58"	109°02'45.26"
13	Cambio de dirección hacia el SE, siguiendo la curvatura de la calle	24	25°36'19.35"	109°02'40.01"
14	Cambio de dirección hacia el SSE, siguiendo la calle	35	25°36'17.95"	109°02'37.88"
15	Ligero cambio de dirección hacia el SE	36	25°36'06.54"	109°02'33.89"
16	Ligero cambio de dirección un poco más hacia el SE, siguiendo la calle	27	25°36'00.31"	109°02'29.39"
17	Ligero cambio hacia un poco más hacia el SE	12	25°35'55.94"	109°02'27.36"
18	Cambio de dirección hacia el sur	11	25°35'55.55"	109°02'27.12"
19	Cambio hacia el SW, para cruzar el acceso al recinto portuario	10	25°35'55.36"	109°02'27.12"
20	Ligero cambio hacia el WSW siguiendo el contorno del acceso	9	25°35'55.06"	109°02'27.32"
21	Cambio de dirección hacia el Oeste, siguiendo el acceso	8	25°35'54.88"	109°02'27.70"
22	Cambio de dirección hacia el Sur	6	25°35'54.78"	109°02'28.54"
23	Cambio de dirección hacia el Oeste, para continuar sobre el muelle de Pemex	6	25°35'54.63"	109°02'28.55"
24	Área de garzas para carga de amonio a buques tanques, en el muelle de Pemex	3	25°35'54.07"	109°02'35.19"

* Coordenadas verificadas en el programa Google Earth.

I.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En los últimos años se ha incrementado la demanda mundial de fertilizantes líquidos. Los principales mercados de exportación son Europa y EE.UU., pero también algunas naciones emergentes y países en vías de desarrollo, con una agricultura en crecimiento, requieren estos materiales.

Actualmente México es importador de amoníaco, ya que su déficit de producción asciende aproximadamente a 200 mil toneladas, ello provoca que los agricultores sean sujetos de la especulación y escasez. Sin embargo, una vez que entre en operación esta planta, lo cual se estima suceda a mediados del 2017, México será autosuficiente y se espera una reducción sustancial al precio del vital insumo para la agricultura.

Cerca del 84% de la producción de amoniaco en nuestro país se utiliza para la elaboración de fertilizantes de los cuales 27% son para aplicación directa. El 16% restante, es para uso industrial.

Con el presente proyecto se pretende la producción de 2,200 toneladas diarias de amoniaco anhidro para abastecer al campo mexicano, exportando sus excedentes a países de Asia, Sudamérica y los Estados Unidos.

El monto de la inversión en su primera etapa superará los 999 millones de dólares y dará empleo tan sólo en su fase de construcción, a más de 3 mil personas.

El Estado de Sinaloa y particularmente, la región de Topolobampo, se convertirá en el primer polo de desarrollo de la industrialización del gas natural porque en este complejo se empleará alta tecnología que requiere de grandes inversiones para su implementación.

La planta en funcionamiento tendrá un efecto multiplicador en el resto de la economía porque desencadenará el desarrollo de otras capacidades y potencialidades industriales en cada una de las cadenas de valor de los productos involucrados.

Este complejo petroquímico generará divisas para el país por concepto de la exportación de amoniaco a otras naciones.

Tabla 4 Infraestructura y capacidad de proceso (Miles de toneladas)

CENTRO	PLANTAS	CAPACIDAD	PRODUCTOS
Cosoleaque	6	4,974	Amoniaco
La Cangrejera	11	3,280	Etileno, polietileno BD, aromáticos.
Morelos	8	2,263	Etileno, polietileno AD, LBD, acrilonitrilo.
Pajaritos	8	1,021	Etileno, cloruro de vinilo
Independencia	4	288	Metanol, acrilonitrilo
Escolín	3	337	Etileno, polietileno AB BD
Camargo	1	33	Amoniaco
Tula	1	76	Acrilonitrilo

Fuente: PEMEX

En la ciudad de Topolobampo, existen en operación dos ductos de destilados con una longitud 1.8 km, cada uno, con origen en la planta Muelle y destino en la Terminal de Almacenamiento y Distribución Topolobampo, asimismo, existe un combustoleoducto en operación con una longitud de 1.4 km, con origen en la planta Muelle y destino final en la C.T. Juan de Dios Bátiz de la Comisión Federal de Electricidad.

I.6 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMONIACO

I.6.1. Naturaleza del proyecto

El desarrollo en esta región se basa principalmente en las actividades agrícolas, acuícolas y la explotación pesquero en las lagunas costeras y en altamar. Las principales actividades del sector secundario se basan en el sector agroindustrial, y el manejo de productos petroleros por parte de PEMEX en el puerto de Topolobampo, donde cuenta con una terminal especializada, así como la generación de energía eléctrica a través de centrales termoeléctricas de la CFE. A este respecto, actualmente se encuentra en construcción un nuevo gasoducto para proveer a la CFE de este insumo y que al mismo tiempo podrá ser aprovechado para el desarrollo de nuevos proyectos, como la planta de amoniaco.

Una planta moderna típica para la producción de amoniaco convierte primero el gas natural (i.e. metano) o GLP (gases licuados de petróleo tales como el propano y el butano) o nafta de petróleo en hidrógeno gaseoso. El método para producir hidrógeno a partir de hidrocarburos se conoce como "reformado de vapor". El hidrógeno se combina con nitrógeno para producir amoniaco.

Iniciando con la alimentación de algún gas natural, los principales pasos en el proceso de producción de amoniaco son:

- Desulfuración y Compresión del Gas Natural
- Compresión del Aire de Proceso
- Reformado de Vapor y Recuperación del Calor de Desecho
- Conversión del CO
- Remoción del CO₂
- Metanización
- Compresión del Gas de Síntesis
- Ciclo de Síntesis de Amoniaco
- Refrigeración
- Recuperación del Amoniaco
- Recuperación del Hidrógeno
- Separador de condensados
- Desaerador y bombas de BFW (agua de alimentación de calderas)

I.6.5. Dimensiones del proyecto

Por su ubicación y por el tipo de actividades que se desarrollan en la región, Topolobampo ha sido considerada como un sitio adecuado para la construcción de una nueva planta para la producción de amoniaco.

Los terrenos propuestos para la planta colindan al sur, en forma discontinua, con el canal de descarga de aguas de enfriamiento de la Termoeléctrica de la CFE "Juan de Dios Batís" y con las instalaciones de la Terminal de Distribución de Gases Licuados (TGDL) de PEMEX. Hacia el suroeste colinda con el camino a las instalaciones de PEMEX y al noroeste con la carretera Topolobampo - Los Mochis. Al sureste colinda con la Bahía de Ohuira.

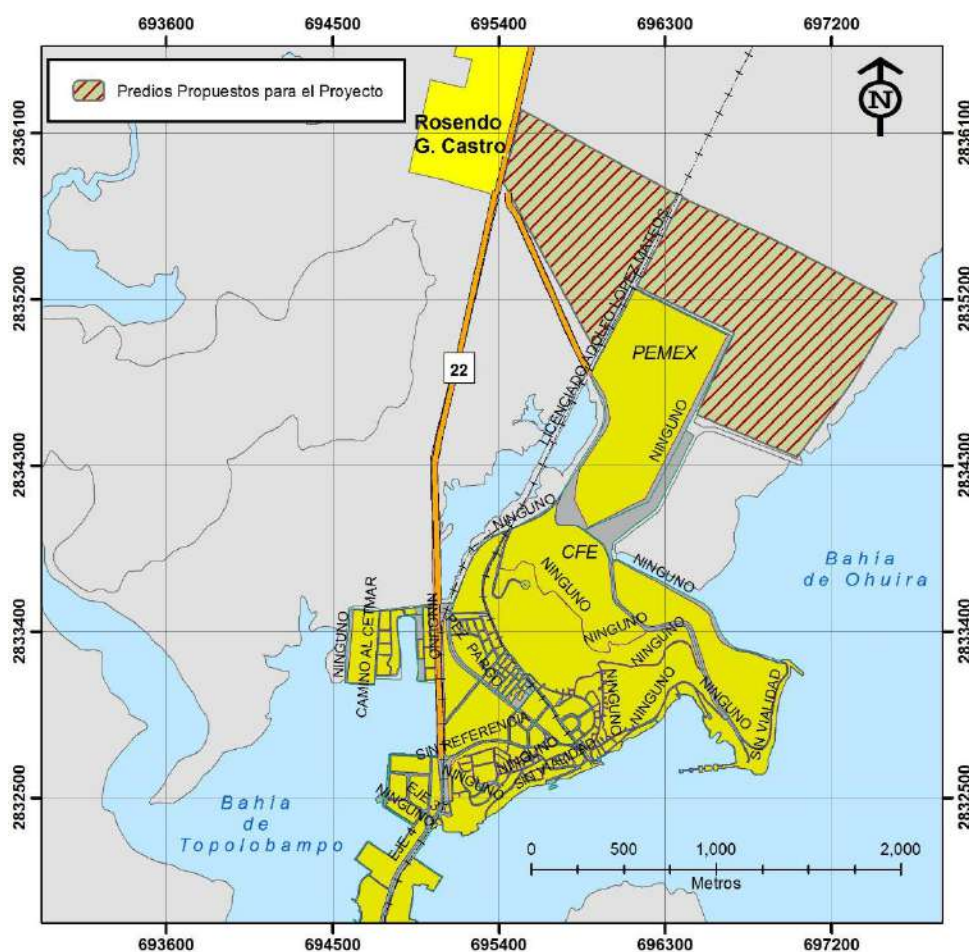


Ilustración 1 Ubicación de los predios del proyecto en relación con Topolobampo.

Los terrenos están divididos en dos secciones por el trazo de la vía del ferrocarril, con la extensión mayor en dirección a la Bahía de Ohuira. Estos terrenos no están en

colindancia directa con la zona urbana de Topolobampo, aunque en el extremo noroeste, al otro lado de la carretera, se encuentra la localidad Rosendo G. Castro, que posee una población de aproximadamente 670 habitantes. El amoníaco producido será embarcado desde una terminal que se construirá en el puerto, adonde llegará por medio de un amonioducto que correrá paralelo a las vías del ferrocarril

I.6.6. Descripción general del proceso

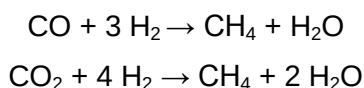
Para la producción de amoníaco en esta planta se utilizará gas natural.

El amoníaco es la materia prima para la elaboración de fertilizantes nitrogenados (urea, nitrato de amonio, fosfato diamónico, sulfato de amonio, entre otros), además de emplearse para aplicación directa.

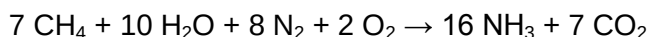
El amoníaco se elabora a partir de gas de síntesis y aire, el gas de síntesis se obtiene descomponiendo mediante catalizadores el gas natural mezclado con vapor de agua, el gas de síntesis tiene básicamente H_2 (hidrógeno) y CO_2 (dióxido de carbono), los que son separados, con el hidrógeno se sintetiza amoníaco (NH_3), utilizando el N_2 (nitrógeno del aire). Es importante recalcar que se utiliza todo el gas natural para elaborar gas de síntesis, no se desperdicia nada.

Obtención de amoníaco

El amoníaco se obtiene a partir del gas reformado separado del CO_2 . Se produce primeramente una etapa de metanización para convertir a metano las bajas proporciones que quedan de CO y CO_2 en circulación, dado que éstos interferirían en la acción del catalizador en la etapa final de síntesis del amoníaco



Luego de la metanización, el gas circulante se compone de aire, metano y vapor de agua, los cuales reaccionan con catalizador de hierro para formar amoníaco en estado gaseoso según:



El amoníaco gaseoso se condensa por enfriamiento y se separa del gas para almacenarlo a presión de unas 13 atmósferas. El amoníaco gaseoso remanente es recirculado al loop de síntesis.

I.6.6.1 Sustancias involucradas en el proceso

Gas Natural

La nueva compañía comprará el gas natural para el proyecto ya sea en cooperación con la Comisión Reguladora de Energía (CRE) o la nueva compañía establecerá su propia entidad para la adquisición y aprovisionamiento de gas directamente del gasoducto nor-noroeste.

El gas natural deberá estar disponible en julio 1 del 2016.

Sustancias Químicas.

A continuación se enlistan las sustancias químicas que se utilizarían en la planta:

1. Piperazina.
2. Amoniaco Anhidro.
3. Amoniaco en Solución.
4. Amerel 1500, Agente de Control de Espuma.
5. Nalco 3434 Precursor Biocida.
6. Nalco 73532 Biocida.
7. Hidróxido de Sodio.
8. Carbonato de Sodio.
9. Molibdato de Sodio.
10. Metaborato de Sodio.
11. Poliglicol.
12. dibromo con - 3 – nitrilopropionamida.
13. Nitrato de Magnesioanhidro - BIOSPERSE 250 MICROBICIDA.
14. Clorato de Sodio.
15. Cloruro de Sodio.
16. Ácido Sulfúrico.
17. Carbohidrazida.
18. Monóxido de Níquel.

19. Oxido de Aluminio.
20. Óxido De Zinc.
21. Catalizador 35-4.
22. Catalizador 35-8.
23. Catalizador 41-6.
24. Catalizador 57-4, -Monóxido de Níquel.
25. Catalizador 71.5.
26. Catalizador 74-1.
27. Catalizador 83-3.
28. Hidróxido de Sodio.
29. Nalco 8548.

Las hojas de datos de seguridad de cada una de las sustancias, se presentan en el Anexo 7.

En el **Anexo 7** se presentan las **Hojas de Datos de Seguridad** (HDDS) de cada uno de los productos, en donde se incluyen todas las características físico-químicas de los mismos, de acuerdo al formato que establece la **NOM-018-STPS-2000** Sistema para la identificación y comunicación de peligros y riesgos por sustancias químicas peligrosas en los centros de trabajo:

Los peligros según NFPA 704. “*Standard System for the Identification of the Fire Hazards of Materials*”, 1990, U.S.A. y los peligros a la salud de los trabajadores de acuerdo al sistema HIMS “*Hazardous Materials Identification System*”. De la Paint Coatings Association. Second edition, 1996, Chicago, USA.”

El riesgo de las sustancias depende de dos factores: el peligro y la cantidad. El peligro se encuentra dado por dos de los números empleados en el rombo de la NFPA y la cantidad cuidando de utilizar la misma unidad, que en este caso fue litros. A continuación se describen cada uno de los factores y finalmente se obtiene una tabla conteniendo los peligros, existencias y riesgos de las sustancias.

Las sustancias almacenadas en la empresa se relacionan a continuación por nombre cantidad de almacenamiento, forma de contención y riesgos de acuerdo al Código de la NFPA.

Tabla 5 Listado de sustancias (nombre cantidad de almacenamiento, forma de contención y riesgos de acuerdo al Código de la NFPA).

Nombre		Riesgos NFPA+HIMS			
		S	I	R	*
aMDEA		0	2	0	F
Amoniac Anhidro		3	1	0	H
Amoniac en Solución		3	1	0	H
Amerel 1500, Agente de Control de Espuma		--	--	--	--
Nalco 3434 (Precursor Biocida)		--	--	--	--
Nalco 73532 (Biocida)		--	--	--	--
Inhibidor de corrosión	Hidróxido de Sodio	3	1	1	C
	Carbonato de Sodio	2	1	0	B
	Molibdato de Sodio	--	--	--	--
Nalco 7348 (Poliglicol)		0	1	0	F
Biosperse 244		--	--	--	--
Biosperse 250 Microbicida		--	--	--	--
Drew 3025 Desinfectante	Clorato de Sodio	1	0	2	C
	Cloruro de Sodio	1	0	0	
Corrshiel MD 405	Molibdato de Sodio				
	Metaborato de Sodio	1	0	0	C
Drew 6006 (Correagente W/Clorato de sodio)		3	0	2	B
Eliminox (Secuestrante de Oxígeno)		2	0	0	C
Catalizador 11-4, 11-4 M (Monóxido de Níquel)					
Catalizador 23-8	Monóxido de Níquel				
	Oxido de Aluminio				
Catalizador 25-4 (Monóxido de Níquel)					
Catalizador 32-4 (Óxido de Zinc)					
Catalizador 35-4	Oxido de Potasio				
	Oxido de Calcio				
	Óxido de Hierro				
	Oxido de Aluminio				
	Oxido de Magnesio	1	0	0	
	Dióxido de Titanio				
Catalizador 35-8		2	1	0	
Catalizador 41-6	Oxido de Cobalto				
	Oxido de Molibdeno	2	0	0	E
	Oxido de Aluminio	2	1	0	X
Catalizador 57-4					

Nombre		Riesgos NFPA+HIMS			
Catalizador 71-5	Oxido de Cromo				
	Oxido Cúprico Negro				
	Óxido de Hierro Rojo				
	Grafito				
Catalizador 74-1	Oxido de Cobalto				
	Oxido de Calcio				
	Óxido de Hierro				
	Oxido de Aluminio.				
Catalizador 83-3	Óxido de Zinc				
	Óxido de Aluminio				
	Óxido Cúprico				
Hidróxido de Sodio		3	0	1	J
Estabilizador (etilenglicol)		1	1	0	

En la columna del asterisco normalmente se colocan los riesgos especiales, sin embargo como no procedía, se utilizó el espacio para indicar el equipo de protección personal indicado por la HIMS y obtenido de la NOM-018-STPS-2000. En el caso de las sustancias de las que no se cuenta con información en las HDDS, está en blanco.

Tabla 6 Equipo de Protección Personal Recomendado (Modelo Rectángulo).

Letra	Equipo
B	Anteojos de seguridad y guantes
C	Anteojos de seguridad, guantes y mandil
E	Anteojos de Seguridad, guantes y respirador de polvos
F	Anteojos de seguridad, guantes, mandil y respirador para polvos.
H	Goggles para salpicaduras, guantes, mandil y respirador para polvos y vapores.
J	Goggles para salpicaduras, guantes, mandil y respirador para polvos y vapores
X	Consulte con el supervisor las indicaciones especiales para el manejo de estas sustancias

CATALIZADORES

Los datos que se presentan a continuación para una planta de amoniaco de 2200 TMPD son preliminares y únicamente de carácter informativo, estando sujetos a cambios durante la fase de ingeniería.

Tabla 7 Listado de Catalizadores

Proceso	Tipo de Catalizador	Ingredientes
Hidrogenación (CoMo)	41-6T (Katalco)	Cobalto(II)-, Molibdeno(VI)-, Óxido de aluminio
Remoción de Azufre (ZnO)	Top 32-5 (Katalco)	Óxido de zinc
Reformador Primario	Top 25-4Q (Katalco); Bottom 57-4GQ (Katalco)	Óxido de níquel
Reformador Secundario	Top 23-8E (Katalco); Bottom 54-8Q (Katalco)	Níquel-, óxido de aluminio; Óxido de níquel
Shift Converter de AT	71-5 (Katalco); 83-3 (Katalco); 11-4 (Katalco)	Cromo (III)-, cobre-, óxido de hierro, grafito; Zinc-, Aluminio-, Óxido de cobre; Óxido de níquel
Metanización	11-4 (Katalco)	Óxido de níquel
Convertidor de Síntesis de NH₃		
Primera lecho (pre-reducido)	35-8 (Katalco)	Potasio-, Calcio-, Aluminio-, óxido de magnesio, dióxido de titanio
Segundo y tercer lechos (sin reducir)	35-4 (Katalco)	Potasio-, Calcio-, hierro-, Aluminio-, óxido de magnesio, dióxido de titanio

Los datos que se presentan a continuación están basados en la información disponible de la plantas de amoniaco que operan en Trinidad. Estos datos son preliminares y únicamente de carácter informativo, estando sujetos a cambios durante la fase de ingeniería.

Tabla 8 Lista de Químicos

INSUMO	NOMBRE
Químicos para Vapor	Fosfato de pH alto Fosfato de pH bajo Secuestrante de oxígeno Amina neutralizadora
Químicos para agua de mar de enfriamiento	Cloro DREW 3025 Cloro DREW 6006 Dispersante Microbiocida DREW 250 Microbiocida DREW 244 Dispersante 747A Corshield MD 4103
Químicos para sistema contra incendios	
Químicos para Agua Potable	Cortol
Químicos para Lavado de CO ₂	aMDEA Amerel

Se contará con los siguientes almacenes:

SUTANCIA	VOLUMEN (m ³)	TIPO DE CONTENEDOR
Ácido sulfúrico	22.7	Un Tanque
Sosa caustica	35	Un Tanque
Nitrógeno	50	Dos Tanques

El resto de las sustancias químicas para el tratamiento de aguas, estarán en un armario en el almacén.

Este almacén cumplirá con requerimientos de la normatividad que le aplique como (NOM-005-STPS-1998, NOM-114-STPS-1994, etc.), colocar tanto en el almacén como en los recipientes señalización, dividir el almacén de acuerdo a las sustancias compatibles en estibas o anaqueles separados, contar con alguno sistema de contención etc.

Electricidad

El aprovisionamiento de energía estará disponible mediante una línea de transmisión de 115 kV a partir de la termoeléctrica de Topolobampo.

Durante la operación normal de la planta se emplea un alternador de vapor que se utilizará para hacer la planta autosuficiente en energía. Este apartado se desglosa con detalle más adelante.

Agua

El agua estará disponible a partir de la planta desalinizadora integrada al proyecto. El vapor, aire de planta e instrumentos, Nitrógeno y agua desmineralizada se generarán dentro de los límites de la planta.

I.6.7. Infraestructura requerida

Para la operación de la planta, se requiere contar con un abasto garantizado de gas natural por ducto, para lo cual se requerirá la instalación de aproximadamente 1.1 kilómetros de tubería subterránea de acero al carbón de 18 pulgadas de diámetro para el transporte de gas natural, operando a 508 psig, desde la interconexión con el Gasoducto de 30" El Oro - Topolobampo hasta el interior de la planta de amoniaco. Dicho gasoducto será construido por **GAS Y PETROQUÍMICA DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.**

Se requerirá una línea de conducción de agua cruda proveniente de la Bahía de Ohuira para la producción de vapor y para enfriamiento, con una capacidad de flujo de 2,000 m³/hora.

Para la salida de agua de los procesos antes mencionados, se requerirá de una línea de salida de agua residual previamente tratada con condiciones particulares de descarga, hacia la Bahía de Ohuira, de aproximadamente 300 metros de longitud, con una capacidad de flujo: 1,400 m³/hora.

También, será necesario un amonioducto de 18" desde la planta de amoniaco hasta el muelle existente de PEMEX, de aproximadamente 3,000 metros de longitud.

Equipamiento de la planta

Lo siguiente será proporcionado a través de un contrato de ingeniería, equipamiento y construcción.

Instalaciones para la Producción de Amoniaco (ISBL)

1. Reformador
2. Calentadores
3. Intercambiadores
4. Reactores
5. Torres
6. Drums / Tanques
7. Compresores y Turbinas
8. Bombas
9. Filtros
10. Sistemas de Inyección
11. Mezcladoras
12. Eyectores

Instalaciones Externas y Servicios (OSBL)

1. Almacenamiento y embarque de Amoniaco
2. Unidad de Calderas
3. Planta de Aire
4. Planta de Nitrógeno
5. Sistema de Enfriamiento
6. Planta Desalinizadora
7. Sistema Desmineralizador
8. Sistema de Agua contra incendios
9. Sistema de Potabilización de Agua
10. Sistema de Aguas Residuales
11. Estación receptora de energía
12. Estación de Recepción de Gas

Edificios

Los siguientes edificios están incluidos:

1. Edificio de Control
2. Edificio de interruptores
3. Subestación
4. Bodega / Edificio Administrativo
5. Edificio de Mantenimiento
6. Estación de Bomberos / Enfermería
7. Comedor
8. Caseta de Acceso

Se proporcionará un tratamiento de aguas residuales adecuado.

Inclusiones

Lo siguiente se incluye en el suplemento de la planta:

1. Preparación del sitio e infraestructura
2. Cimientos
3. Estructura de acero
4. Equipo estático y rotatorio
5. Instrumentación
6. Sistema DCS/ESD
7. Equipo eléctrico tal como interruptores, paneles de control, motores así como, cables, iluminación, protección de la iluminación, etc.
8. Tuberías
9. Primera carga de lubricantes, catalizadores y químicos
10. Refacciones de entrada en operación

La calidad del amoniaco en el almacenamiento del producto, debe ser de acuerdo con las siguientes especificaciones:

	Sustancia	Unidad	Diseño
Temperatura de producción		°C	-33
Calidad (Composición):			
	NH ₃	% por peso	99.8
	H ₂ O	% por peso	0.2
	Aceite	ppm por peso	5.0

Red Interna de Gas Natural

El gas natural será entregado por medio de la Estación de Regulación y Control dentro del predio hasta la Planta de Producción de Amoniaco (separadora), por medio de una

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Las válvulas y conexiones cumplirán con los estándares ASME/ANSI.

La tubería de gas corre en forma aérea sobre racks de estructura metálica para alimentar los diferentes equipos del proceso.





Ilustración 3 Ejemplo de estación de medición y regulación.

I.6.8. Tanques de almacenamiento

La disponibilidad de materias primas, combustibles y el almacenamiento de productos finales es crítico en casi todos los campos de la industria. Generalmente, se utilizan tanques grandes para materias primas, combustibles y productos finales. Se utilizan tanques y recipientes pequeños para almacenar temporalmente productos en proceso. Para conservar las sustancias y garantizar la estabilidad y seguridad del proceso de producción, es importante mantener la temperatura interna del tanque entre ciertos límites de temperatura.

El proyecto de la planta considera tener una capacidad de almacenamiento de 75,000 toneladas métricas, por medio de la construcción de tres tanques refrigerados de 25,000 toneladas métricas cada uno, que se ubicarán sobre una losa de concreto armado elevada (Ver Capítulo 2 de la MIA).

De igual manera, el resto de los centros de almacenamiento que se construyan dentro de la planta (para materias primas, reactivos, agua, etc.) serán diseñados bajo estrictas condiciones de seguridad y conforme la normatividad legal y constructiva aplicable.

La planta contará con 3 tanques criogénicos para almacenamiento de amoniaco, de 25,000 toneladas de capacidad cada uno y temperatura de -33°C .

Los tanques de almacenamiento se localizan al aire libre, por lo que es importante seleccionar un material con una baja conductividad térmica y excelentes propiedades repelentes al agua.

Para el almacenamiento de amoniaco anhidro, se instalarán 3 tanques con capacidad total de 25,000 toneladas métricas, de acuerdo a los códigos de construcción que les aplique y normas de construcción de Pemex para tanques atmosféricos.

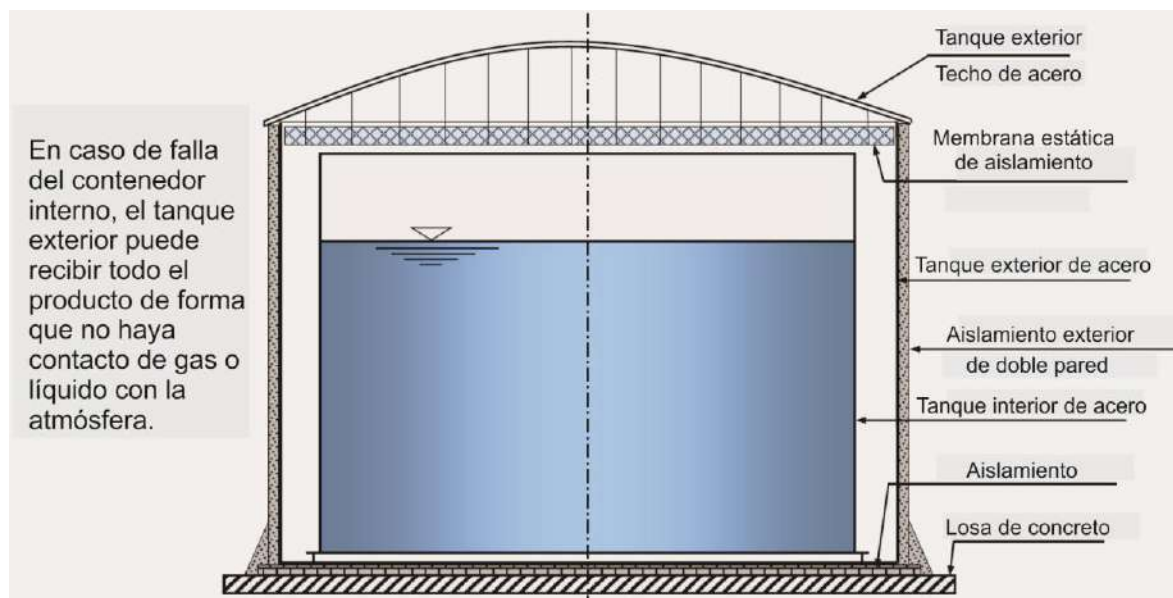


Ilustración 4 Tanque de almacenamiento de contención completa

Se utilizarán 3 tanques de 25,000 toneladas métricas de capacidad cada uno, que miden aproximadamente 45 m diámetro x 23 m altura máxima líquida más aproximadamente 1.5 m para la altura total.

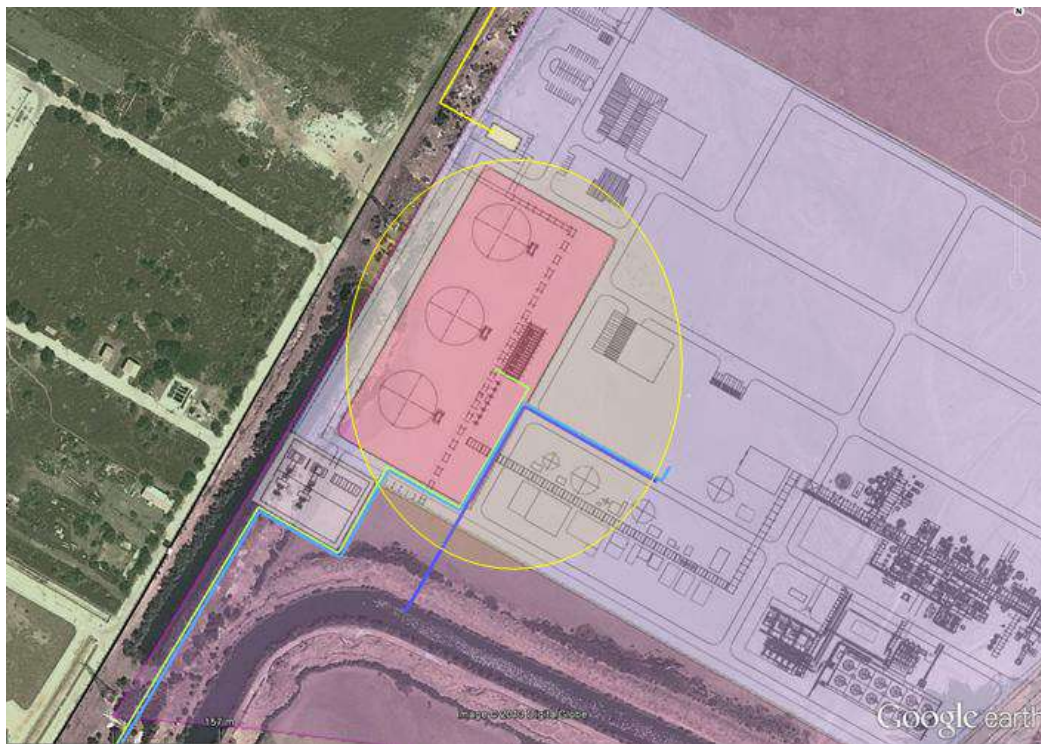


Figura 3 Ubicación de la granja de tanques de almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento, serán diseñados con techos de domo atmosférico auto soportado, con pared doble. Recibirán el amoniaco liquido por la parte superior del tanque, mientras que el vapor que se genere dentro de los mismos, será conducido por tuberías hacia la unidad de refrigeración, la cual acondicionará el amoniaco en forma líquida de nuevo y lo retornará por otro sistema de tuberías, a los tanques de almacenamiento y el excedente a un sistema de quemador elevado. De igual manera, se tendrán otras tuberías de retorno desde la zona del muelle, para regresar amoniaco liquido desde la tubería de carga de los buques, que contarán con válvulas de control de flujo hacia los mismos.

Los tanques de almacenamiento serán del tipo cilíndrico-verticales atmosféricos, de doble pared, techo fijo y membrana estática de aislamiento, y contarán con un aislamiento en la base para conservar la temperatura. Asimismo, contarán con alarmas de alto y bajo nivel, sistema de tele medición, alarmas mecánicas sonoras, pisos de concreto alrededor, válvulas de bloqueo pegadas al tanque, sistema de llenado por el fondo.

Los tanques presentan en el exterior un material aislante con el fin de minimizar la entrada de calor desde el ambiente. Las paredes de los tanques son metálicas (acero al 9% de Ni). Estas son capaces de contener en su totalidad una eventual fuga de amoniaco.

La tapa del depósito interior la constituye un techo suspendido de la cúpula del exterior por medio de tirantes. Este techo suspendido permite mantener la temperatura interior del tanque. El techo suspendido está aislado, por el lado de la cúpula, con una manta de fibra de vidrio.

Debido a las características de los tanques de almacenamiento, las cuales funcionan como contenedores de cualquier fuga o derrame que se dé. Cabe señalar que de acuerdo a la NOM-005-STPS-2010, se menciona que en los centros de trabajo donde se almacenen sustancias químicas peligrosas es necesario contar con un sistema de contención.

Todos los tanques que almacenarán Amoniaco se encontrarán clasificados, de acuerdo a la Guía de Clasificación de Riesgos, de la siguiente manera:

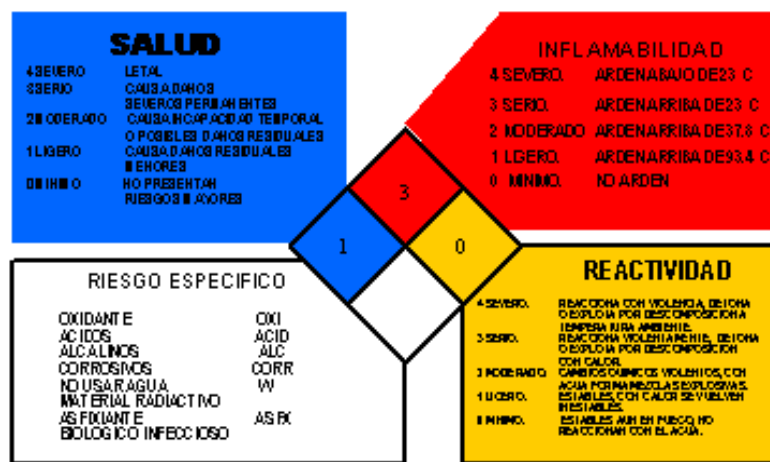


Figura 4 Código de NFPA 704 ó NOM-114-STPS-1994.

La planta contará así mismo, con un sistema de tele medición con monitoreo en computadora y alarma sonora.

La instrumentación en cada tanque, consistirá de un sistema de detección de fugas en el fondo del mismo, medidores de presión (alta y baja), nivel del producto (alto y bajo) y temperatura.

I.6.9. Obras de toma de agua de mar

Ducto de transporte de agua cruda

El sistema de succión y transporte de agua de mar, considera la instalación de una tubería de fibra de vidrio, con diámetro estimado de 24", con un largo aproximado de 1,150 metros. Su capacidad de flujo será de 2,000 m³/h de agua de mar, con un tiempo de operación de 24 horas. La tubería irá montada en un rack a unos centímetros del suelo, la cual después del proceso, el agua de mar empleada para enfriamiento utilizada se descargará al mar a través del mismo canal que actualmente utiliza la CFE para ese fin. Junto con esta agua se descargará la proveniente de la planta desaladora y la de la planta de tratamiento de aguas residuales.

La tubería será de fibra de vidrio impregnada con resina epóxica curada con aminas aromáticas o ciclo-alifáticas. Este sistema de resina termoestable posee una resistencia superior a la corrosión, junto con excelentes propiedades mecánicas, físicas y térmicas, además de ser químicamente resistente y apropiada para las condiciones y características del fluido a transportar (agua de mar).

Este tipo de tubería tiene una vida útil de 50 años. El rango de presión estándar para éste tipo de tubería es inferior a 500 psi.

Se deberá realizar una prueba hidráulica previo al inicio de operaciones del ducto. Toda la tubería, accesorios y conexiones, deben probarse hidrostáticamente.

En los cambios de dirección se deben evitar el uso de codos, siempre que la geometría del derecho de vía lo permita, y aprovechar al máximo la flexibilidad de la tubería, considerando el radio de curvatura.

La tubería de fibra de vidrio, tiene las siguientes ventajas, con respecto a otros sistemas de ductos convencionales:

- Es durable y resistente a la corrosión tanto interna como externa.
- No requiere protección catódica
- Es tubería ligera y fácil de manejar sin necesidad de maquinaria pesada
- No requiere aplicación de pintura para conservación

Se tramitarán ante la Comisión Nacional del Agua (CNA) los Títulos de Concesión de Aprovechamiento y Descarga, tanto para la toma de agua como para la descarga de agua al mar.

El agua de mar utilizada en el proceso llegará a través de un canal que viene de la bahía de Ohuira, utilizado por la planta de C.F.E.



Figura 5 Trazo de la instalación de la toma de agua de mar

Se construirá al lado del canal de toma de C.F.E. una plataforma o cárcamo con equipo de bombeo, como se muestra en la siguiente figura.



Figura 6 Ejemplo de una plataforma con equipo de bombeo.

I.6.10. Descarga de agua al mar

Ducto de transporte de agua de descarga

El sistema de descarga de agua de mar de retorno, considera la instalación de una tubería superficial, construida con fibra de vidrio, con diámetro estimado de 10" y con una longitud aproximada de 300 metros. Las especificaciones de ésta tubería serán similares a las descritas para la tubería de toma de agua de mar.

La tubería descargará al mar 1,400 m³/h de agua residual procedente de la planta, con las siguientes características de salinidad:

Salinidad del agua de salida (outfall):

$$\begin{aligned}\text{Salinidad} &= \text{Salinidad de entrada} \times 1.795 \\ &= 41 \text{ (según datos de la caracterización)} \times 1,795 \\ &= 73,6 \text{ PPT}\end{aligned}$$

Cabe recalcar que el agua residual se compone de:

- Agua del sistema de enfriamiento
- Agua del sistema de desmineralización
- Agua del sistema de desalinización
- Agua de suministros



Figura 7 Trazo de la instalación de la descarga de agua de mar

I.6.11. Crecimiento a futuro.

Se tiene contemplada una ampliación de la planta a corto plazo para la instalación de llenaderas para autotanques y de llenaderas para carrotanque de ferrocarril. Así mismo se pretende construir un área de producción de Urea. Con dicho propósito se adquirirán los predios necesarios para reservar el crecimiento de las instalaciones a futuro.

De igual forma, se tiene considerada la posibilidad de construir un muelle de carga a un costado de la planta, para optimizar la operación de transporte. Al ampliarse las instalaciones, se requerirá una nueva red interna de gas natural, por lo que será necesario instalar una segunda caseta de medición y regulación.



Figura 8 Ejemplo de área de llenaderas para carrotanque de ferrocarril.

I.7 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE GAS NATURAL.

I.7.1. Dimensiones del proyecto

De acuerdo con los datos de campo, la longitud del gasoducto será de 1,111 metros, aproximadamente, desde la Estación de Medición y Regulación del punto de interconexión con el Gasoducto de 30" El Oro - Topolobampo., hasta la caseta de medición y regulación en el interior del predio industrial de la Planta de Amoniaco.

La Estación de Medición y Regulación del punto de interconexión (C.F.E.), ocupará una superficie aproximada de 1 ha, mientras que la Caseta de Medición y Regulación y Control de gas natural en la planta, ocupará una superficie aproximada de 800 m² (40 x 20 m).

Para la **construcción, operación y mantenimiento** del ducto de 18" será necesario una **Franja de Desarrollo** (que de acuerdo con la modificación a la Norma Oficial Mexicana **NOM-007- SECRE-2010**, de fecha 11 de febrero de 2011, sustituye el término **Derecho de Vía**) tanto temporal como permanente de **8 metros** de ancho (De 254 mm a 457.2 mm (10" a 18").

En la misma norma se indica la Separación de ductos con otras instalaciones, la cual a letra dice “Para paralelismo o cruces la separación mínima entre un ducto de transporte con cualquier otra estructura, debe tener un radio mínimo de 30 cm entre dichas estructuras exceptuando con las líneas eléctricas, donde la separación debe ser de 1 m.”

I.7.2. Operación Normal.

Se desarrolló un Procedimiento de Operación, Mantenimiento y Atención a Emergencias (Anexo 2) para el gasoducto, que a continuación se describen algunos puntos.

El Operador del sistema de transporte llevará a cabo las inspecciones de rutina del equipo y del gasoducto, por lo menos semanalmente, para asegurar la confiabilidad del sistema, registrando los valores de proceso. Estas inspecciones, tanto de recibo, como de despacho de gas deben incluir la inspección de:

1. Medición de flujo
2. Nivel de ajuste de presión de los reguladores (Punto de ajuste)
3. Presión en la línea
4. Temperatura

I.7.2. Desviaciones en la Operación Normal

- A. El personal de operación debe reportar inmediatamente cualquier condición anormal del sistema de transporte de gas o en un segmento del mismo, incluyendo cambios en la presión de operación, temperatura o condiciones de flujo.
- B. Cuando se detecte alguna desviación de los parámetros de operación normal o la suspensión del servicio, se deben emprender acciones correctivas, por parte del Operador. Las acciones para atender dichas situaciones, pueden incluir:
 1. Paro no intencional
 - a) *Verificar* la extensión de la falla. Revise el gasoducto y verifique la extensión de la operación anormal (si es en una de las estaciones, ambas o en el ducto).
 - b) *Filtros*. - Verificar la presión diferencial en los filtros, para detectar que no estén bloqueados. La diferencia máxima permitida es de 5" H₂O, un valor superior requiere revisar o cambiar los internos del filtro.
 - c) *Válvulas de corte*. Verificar que las válvulas de corte no hayan sido operadas sin autorización, o que se encuentren en una posición diferente a la normal de operación.

- d) *Válvulas de Cierre Automático*-. En caso de que el sistema cuente con este tipo de válvulas, verificar que éstas se encuentren en la posición abierta (“open”). De haberse actuado la válvula de Cierre Automático tendrá que verificar las condiciones del sistema, verificar los puntos de ajuste por alta y baja presión. En caso de ser por alta presión se deberá revisar los reguladores de las dos líneas, en caso de ser por baja presión se deberá verificar el sistema para comprobar la no existencia de fugas.
 - e) *Descarte presencia de fuga*. Verificar si el medidor instalado en la transferencia de custodia, muestra un volumen anormalmente alto, si esto es positivo, puede ser la indicación de una fuga mayor en el gasoducto y se debe proceder a ejecutar el procedimiento de emergencia.
 - f) *Descarte corte del Suministro*. Si el medidor instalado en la transferencia de custodia, muestra un flujo bajo o nulo, verifique que el suministro del transportista no haya sido suspendido.
 - g) *Reguladores*. Verificar que el regulador no haya cerrado o fallado, de ser así:
 - Inicie el servicio por medio del bypass o del regulador de respaldo, con la presencia constante de un Operador.
 - Proceda a revisar el regulador y repárelo de acuerdo a las recomendaciones del fabricante y a los procedimientos de operación de los reguladores.
 - Reparado el regulador, póngalo nuevamente en servicio y proceda a cerrar el bypass.
2. Relaciones de flujo anormalmente altas:
- a) Realizar una inspección de fugas, de acuerdo a los procedimientos incluidos en éste manual.
 - b) Inspeccionar la exactitud del medidor, verifique por medio de la prueba de ajuste a cero.
 - c) Solicitar la calibración del medidor (si aplica), si se confirma que no hay un uso anormal del combustible, y tampoco existen fugas en la línea.
3. Presión de ajuste de reguladores anormalmente alta:
- a) Verificar si el flujo es extremadamente bajo, ya que los niveles de flujo bajo pueden ocasionar un incremento del 20% en la presión.
 - b) Si los flujos están en rangos normales, introduzca en operación la línea de control de respaldo (línea de regulación secundaria o bypass) para continuar suministrando el servicio a los usuarios, al tiempo que cierra la válvula de bloqueo de la salida de la línea de regulación primaria.
 - c) Regular con el bypass o el regulador de respaldo, la presión deseada de suministro a los usuarios.
 - d) Ajustar la presión de salida (Set-Point) de los equipos en la línea primaria de control, revise que la operación del regulador,

responda a dichos ajustes, y cuando este seguro que opera adecuadamente, abra la válvula de salida bloqueando el bypass. Observe el comportamiento del regulador durante 4 horas mínimo, a fin de que la operación del mismo sea confiable.

- e) Si el dispositivo de control no responde a los ajustes de presión del punto de ajuste, puede ser que la falla se encuentre en el regulador o en el piloto del regulador.
- f) En ese caso, meta en operación la línea de control secundaria o el bypass y bloquee el regulador dañado, purgue la presión del regulador añado y proceda a revisar los internos buscando daños o exceso de suciedad, repare de acuerdo a las instrucciones del fabricante y póngalo a servicio nuevamente.
- g) En condiciones normales el bypass del regulador debe ser asegurado con un candado para evitar que alguien lo actúe en forma insegura.

4. Nivel de presión errático en el regulador

- a) Si el patrón de flujo normal del sistema es constante, entonces fluctuaciones erráticas en la presión son indicativas de un regulador defectuoso o en mal estado. Abra el regulador alterno o el bypass y bloquee la tubería del regulador principal, inspeccione el piloto y el regulador para localizar daños o desgaste, reemplazar las partes defectuosas según las especificaciones del fabricante.

5. Desfogue de válvula de seguridad

- a) Verifique la causa del relevo de la válvula de seguridad.
- b) *Falla del regulador.* Si el regulador falla abierto o se comporta de manera errática, se deben tomar las acciones para corregir su operación o reparar el regulador de acuerdo a los procedimientos de operación de reguladores. Una vez corregida la operación, la válvula de seguridad debe cerrar. Si esto no sucede, la válvula de seguridad debe ser sustituida por otra recientemente calibrada, de la misma capacidad, y se debe dar mantenimiento a la válvula retirada.
- c) *Falla de la válvula de seguridad.* Si la válvula de seguridad permanece abierta cuando las condiciones de operación son normales, se debe retirar la misma para su revisión, mantenimiento y calibración (antes de reintroducirla en servicio). En el caso de que la falla subsista, se debe sustituir la válvula, por otra recientemente calibrada y de la misma capacidad.

C. **Notificación de Operaciones Anormales.** Cualquier situación anormal de operación (relevos, operación de cualquier dispositivo de seguridad, cierre de válvulas, paros no programados, Incrementos o disminuciones en la presión o en el rango de flujo fuera de los límites de operación normal, errores humanos que pudieran resultar en un riesgo para las personas o la propiedad pérdida de

comunicaciones, etcétera) debe ser notificada al personal responsable de la operación del gasoducto.

- D. Al recibir alguna notificación, el personal operativo acude a la brevedad al sitio donde se presenta la condición anormal y debe dar una solución inmediata, que permita controlar la situación anormal y restablecer los parámetros de operación normales.
- E. Controlada la situación que haya representado una desviación a las condiciones normales de operación, debe reportar la misma e indicar las medidas correctivas inmediatas que fueron tomadas para el control de la situación anormal y aquellas medidas de seguimiento que deban darse.
- F. Se debe efectuar una revisión de las variaciones de la operación normal después de que han terminado las operaciones anormales. Esto debe realizarse las veces que sea necesario, principalmente en las localizaciones críticas del sistema para determinar su integridad y operación segura.

I.7.3. Filtrado

- A. La revisión de la presión diferencial a través del filtro y el purgado del mismo, debe verificarse mensualmente, en condiciones normales. La Compañía determina si la frecuencia de las inspecciones y purgas debe incrementarse, si se encuentra que el gas contiene gran cantidad de sólidos o impurezas que provoquen que la presión diferencial a través del filtro se incremente arriba de 5" H₂O.
- B. Si la presión diferencial a través del filtro, continúa está por arriba de 5" H₂O, después de las purgas de limpieza, debe programarse su mantenimiento. La Compañía debe fijar la fecha del mantenimiento en función de la severidad del problema.
- C. Para sacar de operación el filtro, debe abrirse la válvula del bypass y cerrar las válvulas de corte instaladas aguas arriba y abajo del filtro.
- D. Para dar mantenimiento al filtro, se deben seguir las instrucciones del fabricante.
- E. Para poner en servicio el filtro, debe cerrarse la válvula del bypass y abrir las válvulas de corte instaladas aguas arriba y abajo del filtro.
- F. La Compañía determina si la frecuencia de las inspecciones y purgas debe incrementarse, si se encuentra que el gas contiene gran cantidad de sólidos o impurezas.

I.7.4. Medición

- A. Los equipos instalados para efectuar la medición de flujo, deben permitir que ésta se realice en forma continua y con el mínimo margen de error (máximo 2%).
- B. En el caso de los medidores y sus equipos accesorios (computadores de flujo, correctores de volumen, manógrafos, graficadores, etc.) instalados en las estaciones de medición / regulación de transferencia de custodia, las calibraciones y actividades de mantenimiento deben realizarse conforme a los acuerdos de medición o contratos establecidos con el transportista propietario del ducto de transporte, con el cual se ha realizado la transferencia de custodia. El transportista debe ser notificado, por escrito, del Programa de Operación y Mantenimiento para dicha estación.
- C. Para los equipos de medición y sus instrumentos accesorios, instalados en las estaciones de medición y regulación, las calibraciones y actividades de mantenimiento deben realizarse conforme al Programa de Operación y Mantenimiento, establecido por la Compañía.
- D. En el caso de los equipos de medición instalados en la estación hacia la planta, en caso de existir discrepancias entre la medición del transportista y la planta, deberá verificarse instalación, operación y calibración.
- E. La exactitud de los equipos de medición y sus accesorios, debe verificarse periódicamente, con la finalidad de garantizar la exactitud de la medición. Deberán emplearse instrumentos calibrados y trazables a instancias de terceros como la Entidad Mexicana de Acreditamiento (EMA). La ejecución de las calibraciones es responsabilidad de la Compañía o de un tercero designado por la misma.
- F. Todos los medidores deben ser inspeccionados, cada que el operador haga su recorrido en la estación, para verificar que las partes móviles se encuentren girando libremente. En caso de detectar no giro o existe un sobregiro, se procederá a realizar el mantenimiento correspondiente.
- G. La verificación del nivel y condición del aceite o grasa lubricante debe hacerse mensualmente, el aceite lubricante cambia de color cuando está muy usado o contaminado.

I.7.5. Regulación

- A. Las operaciones de paro y arranque de los reguladores, deben estar de acuerdo con

las instrucciones del fabricante incluyendo las que se requieren para cada uno de los equipos y a los procedimientos de operación de reguladores desarrollados y aprobados. El Operador debe estar familiarizado con cada uno de los procedimientos antes de proceder al paro y arranque de los equipos.

- B. Las unidades reguladoras instaladas para las operaciones de control de presión, son operadas por un resorte/piloto. El Operador revisa, repara o reemplaza (de ser necesario) en cada regulador instalado:
- 1.- Que las conexiones de tubería utilicen cinta teflón en las uniones.
 - 2.- Que las conexiones de tubing sean de acero inoxidable. Las conexiones de tubing deben inspeccionarse buscando deformaciones o cuerdas barridas y se deben reparar o cambiar antes de su reinstalación.
 - 3.- Que cualquier tubería defectuosa o conexión de tubing dañada o defectuosa debe ser reemplazada y la pieza retirada, descartada.
- C. Las válvulas reguladoras de presión deben ser inspeccionadas una vez cada 3 meses y recibir un mantenimiento mayor anual. La inspección de la reguladora debe incluir la revisión de la estabilidad de la presión regulada, después de una variación en el punto de ajuste (punto de ajuste) de 10% arriba y abajo de la presión de operación, y el tiempo que tarda en regresar al punto de ajuste de la presión de operación original. También se debe incluir la inspección a los internos de la válvula para ver si existen daños. Todas las piezas que se encuentren dañadas deben ser reemplazadas de acuerdo a los procedimientos de operación del regulador.

I.7.6. Operaciones de arranque del regulador.

- A. En general, un procedimiento de arranque para un regulador de presión, es el siguiente (refiérase al manual del fabricante para mayor información específica):
1. Asegúrese de que todas las tuberías y conexiones de tubing se encuentren firmemente apretados.
 2. Coloque el punto de ajuste de presión (Set-Point) en la posición mínima o en arranque (START).
 3. Lentamente, abra la válvula de corte aguas arriba a del regulador.
 4. Lentamente, abra la válvula de corte aguas abajo del regulador.
 5. Ajuste la presión del regulador (Punto de ajuste) de la línea primaria.
 6. Si se está arrancando el gasoducto, mantenga cerradas las válvulas de corte de la línea secundaria o bypass. Si el ducto está en operación, cierre lentamente la válvula de la línea secundaria o del bypass, verificando que la presión se mantenga.
 7. Ajuste el Punto de ajuste de presión, para el ajuste fino a la presión normal

de operación.

8. Verifique la estabilidad en la operación del regulador.
9. Si se cuenta con una línea secundaria de regulación, repita los pasos anteriores y ajuste el Punto de ajuste de ésta línea a una presión ligeramente menor que la de la línea primaria. Considérese un diferencial de 5 a 10 psi (34.47 kPa a 68.95 kPa) entre ambas líneas.
10. Inspeccione todas las conexiones para buscar fugas.

I.7.7. Operaciones de paro del regulador.

- A. En general, un procedimiento de paro para un regulador de presión, es el siguiente (refiérase al manual del fabricante para mayor información específica):
 1. Si la caseta cuenta con dos líneas de control, baje el punto de ajuste del regulador de la línea que será puesta fuera de operación, verifique que el otro regulador mantiene el suministro en condiciones controladas.
 2. Si la caseta cuenta con una sola línea de control, abra el bypass del regulador lentamente y ajuste manualmente el punto de ajuste de presión, hasta un valor ligeramente inferior al del regulador.
 3. Baje el punto de ajuste del regulador de la línea que será puesta fuera de operación, verifique que la presión se mantenga en el bypass.
 3. Cuando el regulador cierre, el control de presión es a través del bypass.
 4. Lentamente cierre la válvula de bloqueo de salida del regulador.
 5. Lentamente cierre la válvula de bloqueo de entrada al regulador.
 6. Inspeccione la tubería de bypass y conexiones para ver si existen fugas.
 7. Despresurice el regulador por medio de la válvula de venteo.
- B. Cuando se de mantenimiento a un regulador, el venteo se debe mantener abierto monitoreando siempre con su explosímetro la concentración, para prevenir que en el caso de falta de sello en una de las válvulas de bloqueo, pueda existir un incremento de presión.

I.7.8. Válvulas de relevo

- A. Las válvulas de relevo o alivio de presión, deben ser seleccionadas e instaladas de manera que permitan prevenir una sobre presión en el sistema de gas, en caso de que el regulador falle o sea muy lento en su cierre.
- B. Las válvulas de relevo que empiecen a fugar a una presión menor del punto de ajuste, deben ser reemplazadas y reparadas inmediatamente. Para las actividades específicas de mantenimiento y reparación, refiérase al manual del fabricante.
- C. *Prueba de dispositivos de relevo de presión.* Las válvulas de relevo de presión (excepto discos de ruptura), deben ser probadas en sitio en forma anual, para asegurar la operación adecuada, en el punto de ajuste de la válvula, de acuerdo a lo requerido por la NOM-007-SECRE-2010 y el API RP 521 y al mismo tiempo, determinar si esta cuenta con suficiente capacidad para limitar la presión hacia las instalaciones aguas abajo de la misma.
- D. *Cualquier válvula de relevo que falle en su operación al alcanzar el punto de ajuste establecido debe ser reajustada o de requerirse, reemplazada. Las válvulas de*

bloqueo, instaladas bajo las válvulas de relevo, deben ser inspeccionadas también y deben mantenerse en la posición abierta, por medio de un candado que evite sea cerrada.

IMPORTANTE

Bajo ninguna circunstancia se debe cerrar la válvula de corte instalada bajo la válvula de seguridad, mientras el sistema se encuentre en operación.

Cuando la válvula de seguridad sea desmontada de su lugar, un Operador debe estar presente todo el tiempo, vigilando la presión de descarga de regulación, preparado para cerrar la válvula de emergencia, en caso de un aumento de presión por arriba de la MPOP.

- E. En caso de que no sea posible hacer las prueba en sitio, se permite llevar a cabo pruebas a los dispositivos en un sitio fuera de su localización. En estas circunstancias, debe mantenerse al personal operativo supervisando todo el tiempo la operación del gasoducto, hasta la reinstalación de la válvula o en su caso se puede instalar una válvula de igual capacidad, debidamente calibrada.
- F. En caso de no poder probar las válvulas de seguridad, se debe revisar y calcular la capacidad requerida del dispositivo de relevo a intervalos que no excedan de quince meses pero, como mínimo, una vez cada año calendario, y comparar estas capacidades requeridas con la capacidad de relevo del dispositivo o experimentalmente determinada para las condiciones de operación bajo las cuales trabaja.
- G. Después de los cálculos iniciales, no se requieren cálculos subsecuentes, si la revisión de documentos indica que los parámetros no han cambiado de una manera que ocasione que la capacidad sea menor a la requerida.
- H. Todas las válvulas de relevo deben:
 - 1. Tener una placa indicando el fabricante, fecha de prueba, tamaño y capacidad de relevo.
 - 2. No debe ser utilizada si no ha sido probada y no se le ha dado mantenimiento.
 - 3. Las pruebas de las válvulas, se realizará de acuerdo a lo especificado por el fabricante.
 - 4. Las válvulas de relevo que no son colocadas inmediatamente en servicio, deben tener selladas las aberturas de entrada y salida, y deben ser almacenadas en un lugar libre de polvo y humedad.
- I. Prevención de incendios accidentales. Derivado de una previa valoración del riesgo, se deben instrumentar las medidas de seguridad aplicables para minimizar el peligro de un incendio accidental en áreas donde la presencia de gas constituya un riesgo de fuego o explosión. En éstas áreas se deben tomar en cuenta las siguientes medidas:
 - 1. Cuando un volumen de gas es liberado al aire, se debe tener cuidado de retirar del área cualquier fuente potencial de incendio y contar con el equipo adecuado en caso de emergencia.
 - 2. La soldadura o corte eléctrico o con gas, no se debe realizar en el tubo o en componentes de tubo que contengan una mezcla explosiva de gas - aire en el área de trabajo.

I.7.9. Válvulas de bloqueo

- A. Las válvulas de bloqueo deben ser operadas, parcialmente, y lubricadas (cuando aplique) en forma rutinaria.
- B. Las válvulas de bloqueo para seccionamiento, y aquellas que se puedan requerir durante una emergencia, se deben inspeccionar y verificar su operación en función del programa de mantenimiento preventivo y correctivo que se desarrollará en su momento. De igual manera, deben ser inspeccionadas los accesos ellas, para verificar que son adecuados. Preferiblemente la inspección de las válvulas debe coincidir con el recorrido para detección de fugas. Se deben engrasar de manera rutinaria.
- C. Las válvulas de bloqueo de la tubería al regulador y a la medición, deben ser probadas en conjunto con el mantenimiento al regulador.
- D. Las válvulas de bloqueo de la línea de transporte, empleadas como de emergencia, deben ser probadas durante la operación de flujo normal, siguiendo el procedimiento siguiente:
 - 1. Utilice el manómetro existente aguas abajo de la válvula a ser probada.
 - 2. Cierre lentamente la válvula de bloqueo.
 - 3. Observe la presión después de la válvula, vigilando la caída de presión, solo hasta un 20% abajo de la presión de operación (verifique el sello y operación).
 - 4. Abra la válvula de bloqueo y regresar a la presión normal de operación.
- E. Cualquier válvula de bloqueo que presente fuga debe ser reportada y tenerse en cuenta para su cambio, en el próximo paro de la línea.
- F. Si más del 50% de las válvulas presentaran fugas, la línea debe de sacarse de servicio inmediatamente, y reparar o cambiar las válvulas dañadas.

I.7.10. Válvulas de Cierre Automático - Operación

- A. Todas las válvulas de cierre automático deben operarse conforme a los requerimientos y especificaciones del fabricante. Sin embargo, de manera general, en este apartado se describen aspectos generales de su operación y mantenimiento.
- B. El Operador debe estar familiarizado con cada uno de los procedimientos antes de proceder al paro y arranque de los equipos.
- C. La revisión de los mecanismos de cierre automático, debe realizarse anualmente, verificando el funcionamiento del mecanismo del actuador y el sello de los elementos de cierre.
- D. Debe efectuarse periódicamente un mantenimiento preventivo de las válvulas de cierre automático.

I.7.11. Dispositivos especiales (Operación)

- A. Se define como dispositivo especial, a todos aquellos equipos, accesorios o elementos (mecánicos, eléctricos, electrónicos, neumáticos o hidráulicos), así como sus métodos y procedimientos operativos y de mantenimiento, que son instalados o aplicados con base a requerimientos especiales de diseño o por requerimiento, expreso, del usuario o alguna autoridad. Ejemplos de éste tipo de dispositivos pueden ser: Cromatógrafos, Válvulas sísmicas, Filtros Especiales, etc.
- B. La operación de los equipos especiales, debe estar de acuerdo con las instrucciones del fabricante del mismo. El Operador debe estar familiarizado con cada uno de los procedimientos emitidos por el fabricante, antes de proceder al paro y arranque de los

equipos.

- C. Es responsabilidad de **GAS Y PETROQUÍMICA DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.**, proporcionar a su personal el entrenamiento, capacitación, herramental, refacciones, manuales y cualquier otro requerimiento necesario para operar los equipos con seguridad y de manera adecuada.

I.8 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE TRANSPORTE DE AMONIACO

El sistema de transporte de amoniaco, permitirá bombear amoniaco refrigerado desde el área de tanques de almacenamiento de la planta hasta las instalaciones del muelle de Pemex, donde se pretende cargar buques tanques por medio de garzas o brazos de carga, aprovechando la infraestructura con la que cuenta Pemex, mientras que **GAS Y PETROQUÍMICA DE OCCIDENTE S.A. DE C.V.** construye en un futuro cercano su propio muelle de carga.

Este sistema estará conformado por tubería de acero al carbón de 18" de diámetro para el transporte de amoniaco refrigerado, tubería de acero de 10" de diámetro para retorno de vapor, y tubería de acero de 4" de diámetro que constituye la línea de recirculación, estas tres líneas contarán con un sistema de aislamiento. Este corredor de ductos estará montado sobre un rack o Sleeper, que saldrá de la planta de amoniaco y posteriormente se alojará sobre el corredor de ductos de Pemex, a un costado de la calle que baja hacia el muelle. Este arreglo de tuberías permitirá realizar inspecciones de las líneas, proporcionar un mantenimiento adecuado y en su caso realizar las reparaciones necesarias, así como atender cualquier eventualidad en las mismas.

De acuerdo con la ingeniería preliminar, el ducto para el transporte de amoniaco tendrá las siguientes especificaciones:

Material de construcción:	Acero al carbón (LTS ASTM A3333 Gr.6)
Diámetro nominal	18"
Longitud:	3,000 metros
Espesor de pared	2,5" – 3,5 "
Presión nominal de operación	10 kg/cm ²

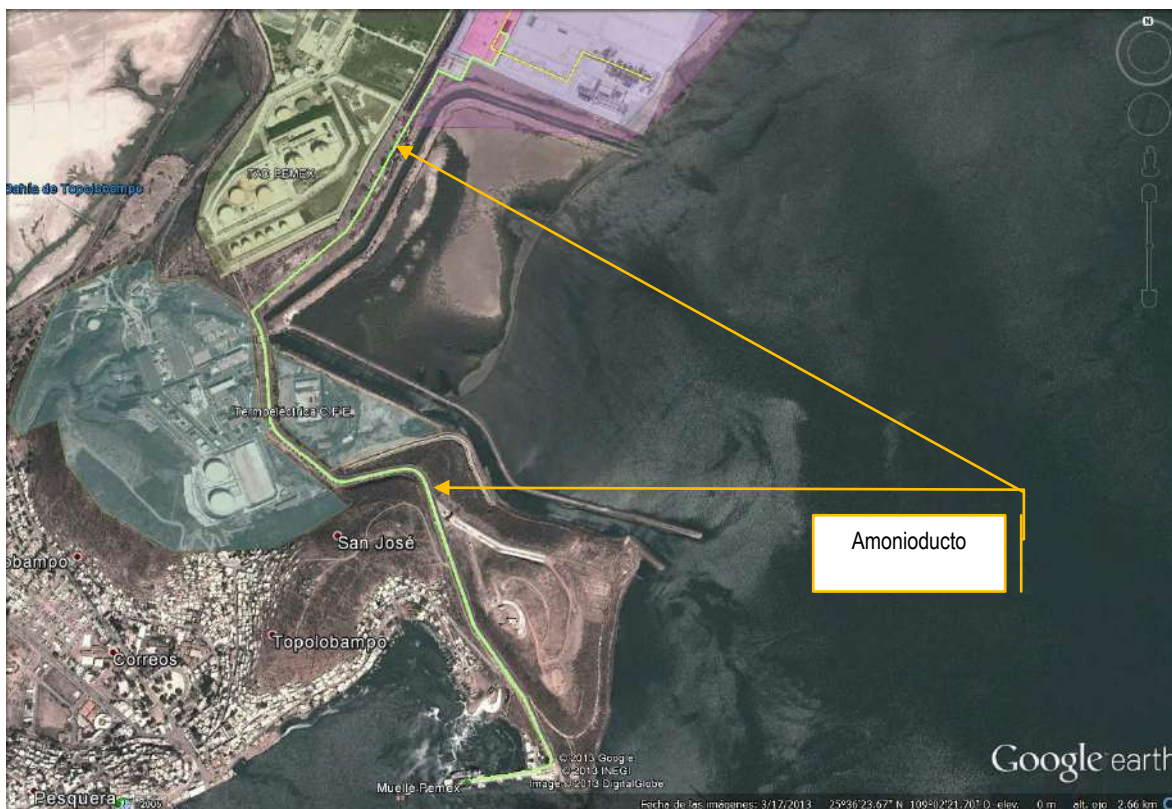


Ilustración 5 Trazo de amonioducto de 18”

I.8.1. Dimensiones del proyecto

La longitud del ducto para el transporte del amoniaco es de aproximadamente 3,000 metros con un diámetro de 18”.

Este parte de la zona de tanques hasta el muelle de Pemex, dando una longitud de aproximadamente 3,000 m. Este incluye cruzamientos y codos de expansión, como se puede ver en las siguientes ilustraciones.

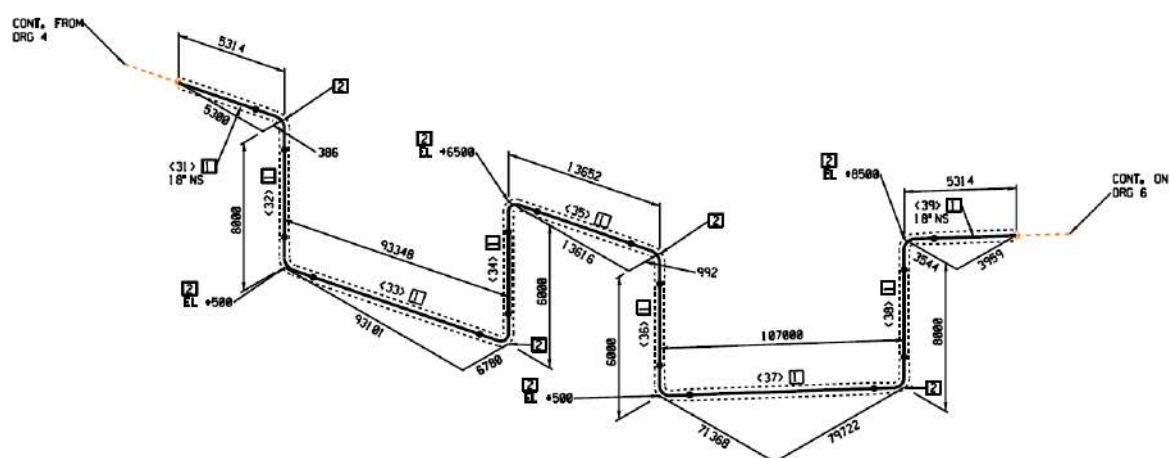


Ilustración 6 Acceso a las instalaciones de CFE y segmento de codos de expansión

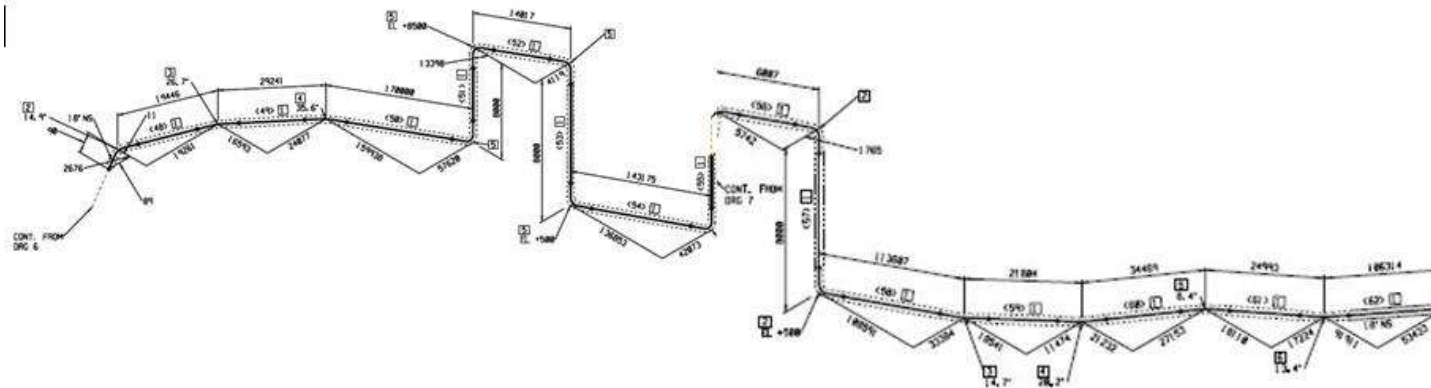


Ilustración 7 Cruzamiento de acceso a Topolobampo y codos de expansión

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

I.8.2. Infraestructura requerida

BOMBAS DE AMONIACO

Las bombas de amoniaco operarán durante las operaciones de carga a buquetanques y deberán tener una capacidad adecuada a la presión del amonioducto a operar.

Las bombas de amoniaco, es uno de los puntos críticos en materia de riesgo ambiental, ya que en ella se tiene las siguientes situaciones:

- Presionamiento del sistema de bombeo
- Cavitación
- Frecuente daño a los sellos mecánicos
- Fallas en la instrumentación de medición y control

El área de bombas debe contar con una superficie amplia para que no quede amontonado el equipo, lo que dificultaría los trabajos de operación y mantenimiento.

I.8.3. Muelle de carga a buque tanques

La llegada de materia prima y la distribución del producto final, aprovecharán la salida al mar que tiene la zona del proyecto. Se pretende aprovechar las instalaciones del puerto, que tiene actualmente PEMEX, en formal inicial y se pretende llevar el producto terminado hacia los muelles, a través de un amonioducto, que permitirá llevar dicho producto hacia otros mercados que lo demanden. Este amonioducto, irá desde los tanques de almacenamiento ubicados en las instalaciones en tierra, hacia el sistema de carga que se instale en el muelle de PEMEX.

Se contempla el uso de muelle de PEMEX ya existente para cargar el amoniaco refrigerado en barcos, y las futuras instalaciones de llenaderas correspondientes a la Fase 2 para la carga en tierra firme de autotanques y carrostanques con amoniaco.

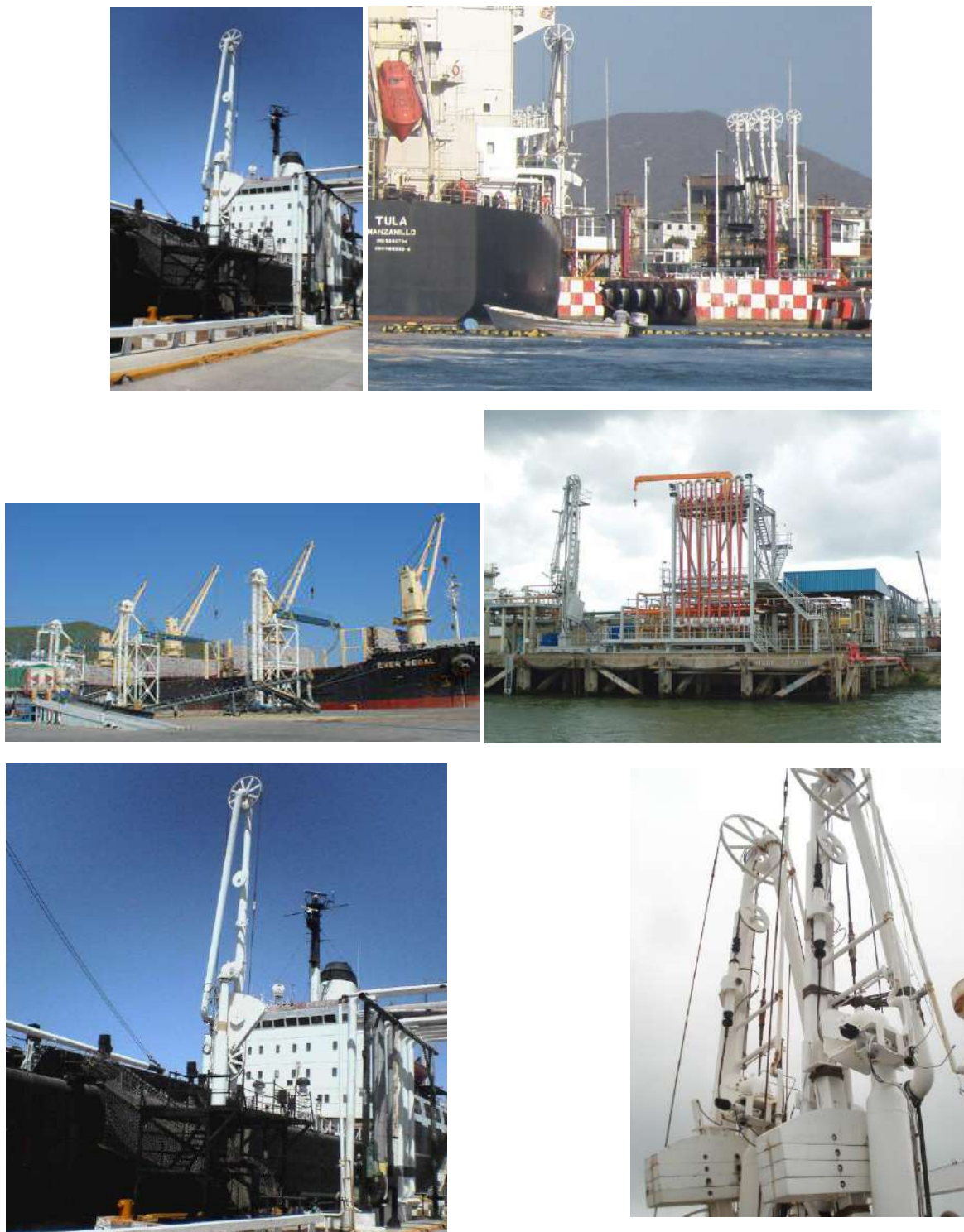


Figura 9 Ejemplo de garzas de descarga de amoniaco en un muelle de PEMEX.

La estación de carga de buques podrá recibir buques-tanque de hasta 40,000 toneladas

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

de capacidad. Dichos buques ingresarán por la bahía de Topolobampo, sin cruzarse con las rutas usadas por las embarcaciones turísticas o de otra índole.

Las instalaciones para carga de barcos de amoniaco tendrán una capacidad de aprox. 1,200 toneladas métricas por hora y entre 300,000 y 400,00 toneladas métricas por año. La frecuencia esperada de los barcos será de entre 20 y 30 días dependiendo de la demanda y el tamaño de los barcos.

El resto de las aproximadamente 300,000 a 350,000 toneladas métricas por año de amoniaco producido, será embarcado en camiones (autotanques) para abastecer la demanda local del sitio de la planta.

La estación de carga de los buques tanques, considera tener en su diseño conceptual, las características siguientes:

- La superficie necesaria para la operación óptima y grúa hidráulica de carga de amoniaco líquido y de retroceso de vapor de amoniaco, hacia los buques.
- Sistema de acople flexible y manifold.
- La línea de transporte de amoniaco que viene de 18" se reduce al conectarse con la grúa hidráulica a 12" y carga al buquetanque con brazo de 12" con una capacidad de flujo de 1200 t/h.
- La línea de retroceso de vapor de amoniaco al conectarse con la grúa hidráulica reduce de 10" a 8".
- Capacidad de llenar buques tanque de hasta un calado máximo de 12.0 m y un desplazamiento de hasta 40,000 t de carga neta.
- Una bomba para el regreso del vapor de amoniaco, hacia el sistema de refrigeración de amoniaco.

Para el transporte del amoniaco se tiene contemplado construir un rack de ductos sobre el corredor de ductos existente de PEMEX, en el cual estará alojado el ducto de 18" de diámetro para transporte de amoniaco desde la planta refrigerada hacia el muelle de PEMEX. La tubería será de acero al carbón, tendrá una longitud aproximada de 3,000 metros, un diámetro de 18" y operará a una presión máxima de **10 kg/cm²** (142 psig). Iniciará en el área de tanques almacenamiento de amoniaco de la planta, y en la mayor parte del trazo irá alojado sobre el rack de los ductos de PEMEX.

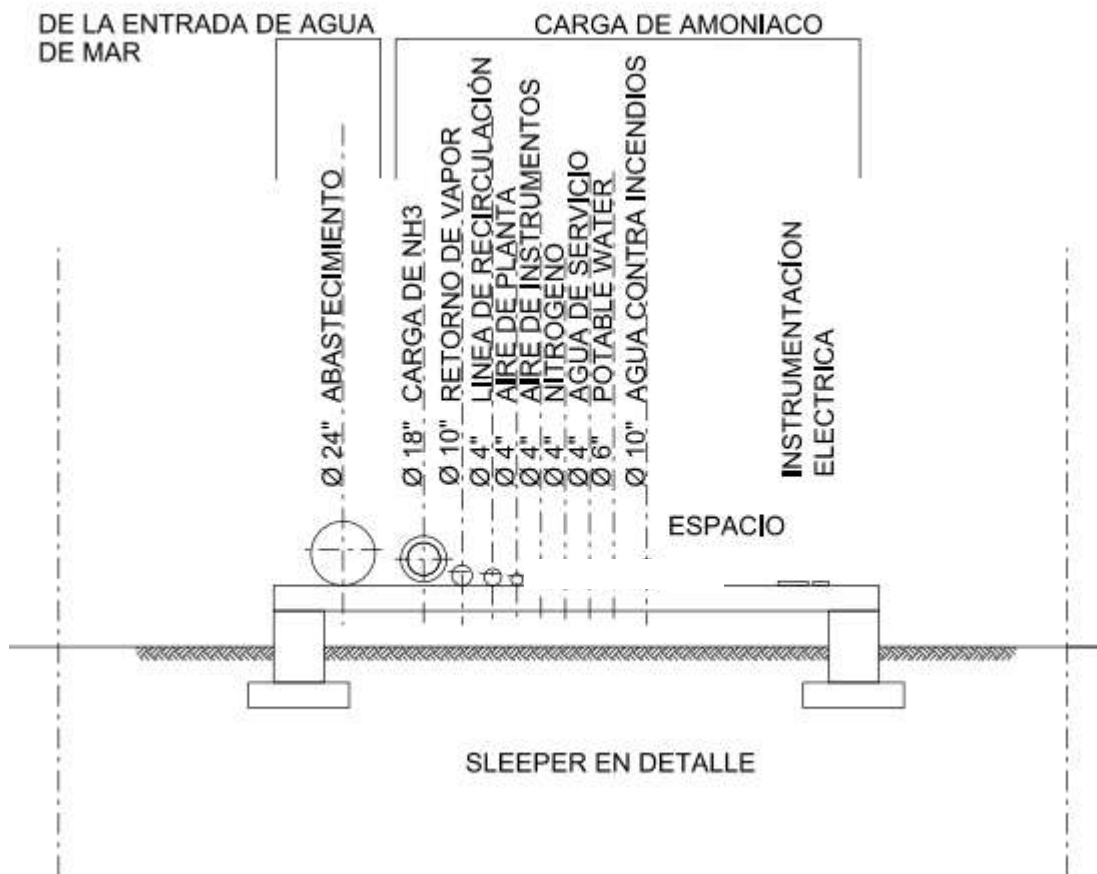


Figura 10 Corte de tuberías que corren paralelo a la línea de alta tensión

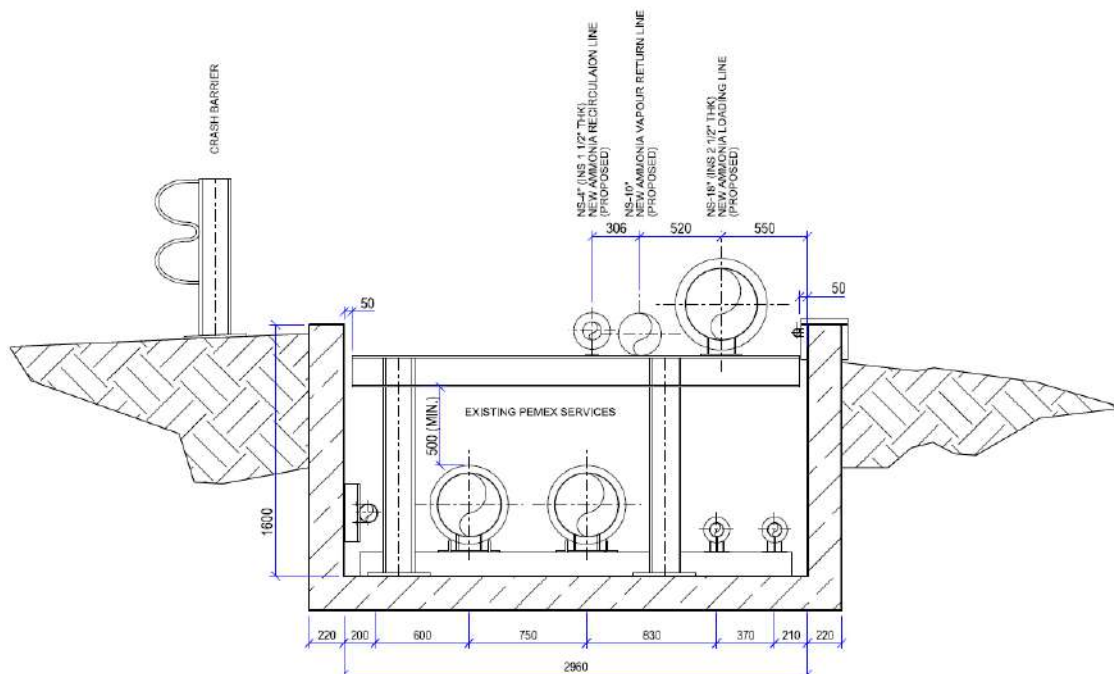


Figura 11 Corte de tuberías que corren sobre el corredor existente de PEMEX.



Figura 12 Corredor ductos de PEMEX a un costado del camino al muelle.

La terminal marítima de PEMEX, especializada en el manejo de productos petroleros, cuenta con una superficie total de 68,353.6 m², que incluyen 55,896.9 m² de zona de agua

y 8,688.6 m² de área operativa. Tiene dos posiciones de atraque de 156 m cada una, con 12 metros de profundidad (con un calado oficial de 10.7 m).

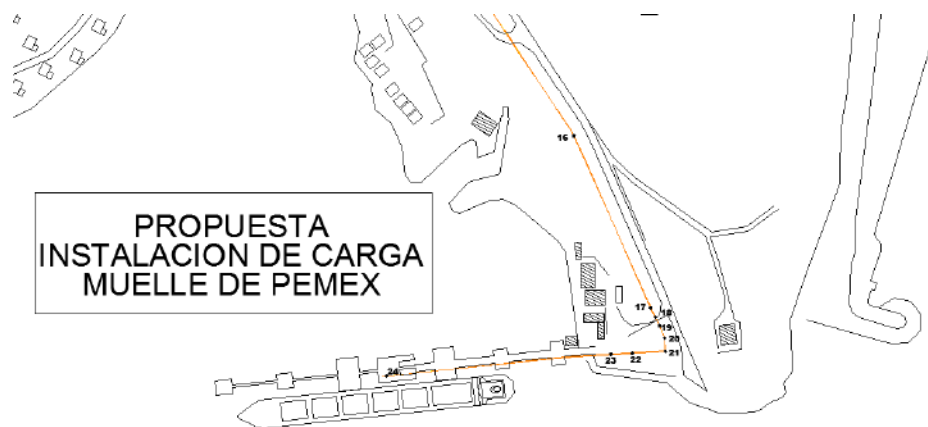


Figura 13 Propuesta de instalación de carga en muelle de PEMEX.

El amoniaco es transportado en buquetanques refrigerados.

I.9 USO ACTUAL DE SUELO Y/O CUERPOS DE AGUA EN EL SITIO DEL PROYECTO Y EN SUS COLINDANCIAS

I.9.1. Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Mochis-Topolobampo.

El Plan Parcial de Desarrollo Urbano del Corredor Los Mochis-Topolobampo hasta el km 18+600, en el municipio de Ahome, fue publicado en diciembre del 2001 en el Periódico Oficial *El Estado de Sinaloa*. En este Plan se determinaban:

- I. Las áreas susceptibles de desarrollo urbano.
- II. La mezcla de usos del suelo.
- III. El límite del centro de población.
- IV. Las normas de vialidad e imagen urbana; y
- V. Las propuestas e inversión urbana.

El predio para la planta se distribuye entre terrenos con uso IP (Industria Pesada) y el Área 2, definida esta última en referencia al Plan Sectorial de Zonificación del Puerto de Topolobampo, publicado en el periódico oficial del estado el 22 de junio de 1994 y el Plan

Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Sur del Puerto de Topolobampo, publicado 24 de septiembre de 1997. Sin embargo, el Plan Director de Desarrollo Urbano del Puerto de Topolobampo del 20 de mayo de 2009 derogó dichos instrumentos, así como toda disposición que se le contraponga en su área de aplicación. En este caso la mención a este instrumento se debe a que es importante resaltar que con anterioridad se había identificado el potencial del sitio para uso industrial.

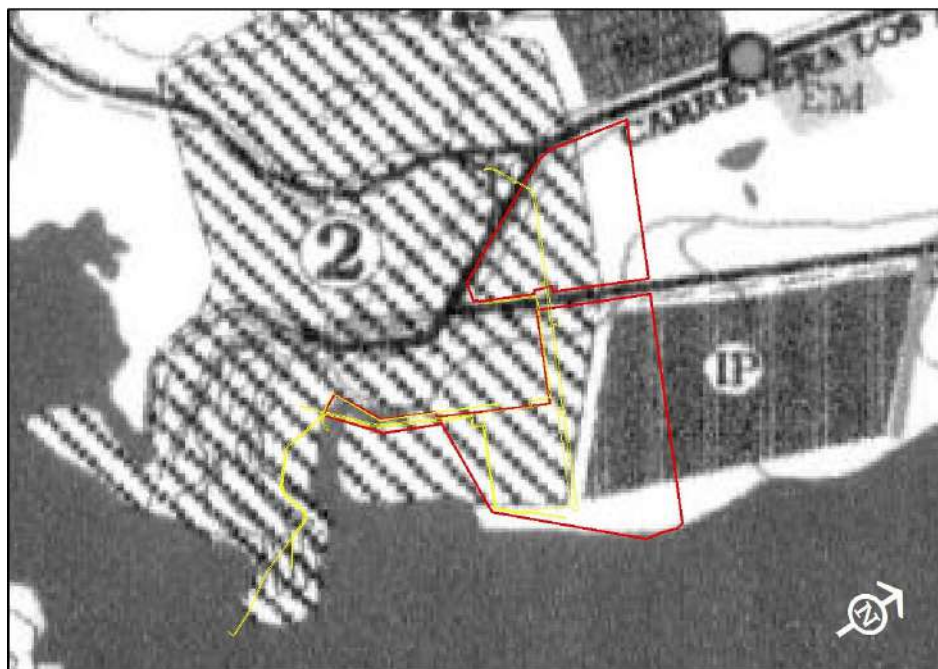


Ilustración 9 Ubicación del sitio en el PDU del Corredor Los Mochis-Topolobampo.

I.9.2.. Plan Director de Desarrollo Urbano del Puerto de Topolobampo.

Este Plan, que fue decretado en mayo del 2009 en el Periódico Oficial El Estado de Sinaloa, integra el conjunto de políticas, lineamientos, estrategias y disposiciones de Topolobampo, con el fin de promover el desarrollo racional y equilibrado de su territorio.

El Artículo 54 de la Sección del texto vigente Ley de Desarrollo Urbano del Estado de Sinaloa (Última reforma publicado P.O. del 27 de Febrero de 2013), establece que el Plan Director de Desarrollo Urbano, integra el conjunto de políticas, lineamientos, estrategias, reglas técnicas y disposiciones, establecidas en el Programa Estatal de Desarrollo Urbano referidas a un centro de población determinado, tendientes a promover el desarrollo racional y equilibrado de su territorio.

La fracción IV de Artículo 5 de la misma Ley define a un centro de población como las áreas constituidas por las zonas urbanizadas, las que se reserven a su expansión y las que se consideren no urbanizables o de conservación por causas de preservación ecológica, prevención de riesgos y mantenimiento de actividades productivas *dentro de los límites de dichos centros*, así como las que por resolución de la autoridad competente se provean para fundación de los mismos

Por otra parte, el decreto que establece el PDDU deroga las disposiciones contenidas en el Plan Sectorial de Zonificación del Puerto de Topolobampo publicado el día 22 de junio de 1994 y el Plan Parcial de Desarrollo Urbano de la Zona Sur del Puerto de Topolobampo publicado el día 24 de septiembre de 1997. Asimismo, deroga todos los planes parciales, sectoriales o de cualquier otro tipo en materia urbana así como las disposiciones reglamentarias y administrativas que se opongan al decreto y que se encontraban vigentes hasta antes de su publicación, siempre y cuando tuviesen su aplicación en la misma área.

Es importante señalar que el predio del proyecto se encuentra dentro del área de estudio utilizada como referencia en dicho plan pero se encuentra fuera de los límites del centro de población correspondiente a Topolobampo (ilustración 10). Sin embargo, el gasoducto y parte del amonioducto se encuentran dentro de los límites del centro de población, por lo que aquí se analizan las disposiciones aplicables a dichos elementos.

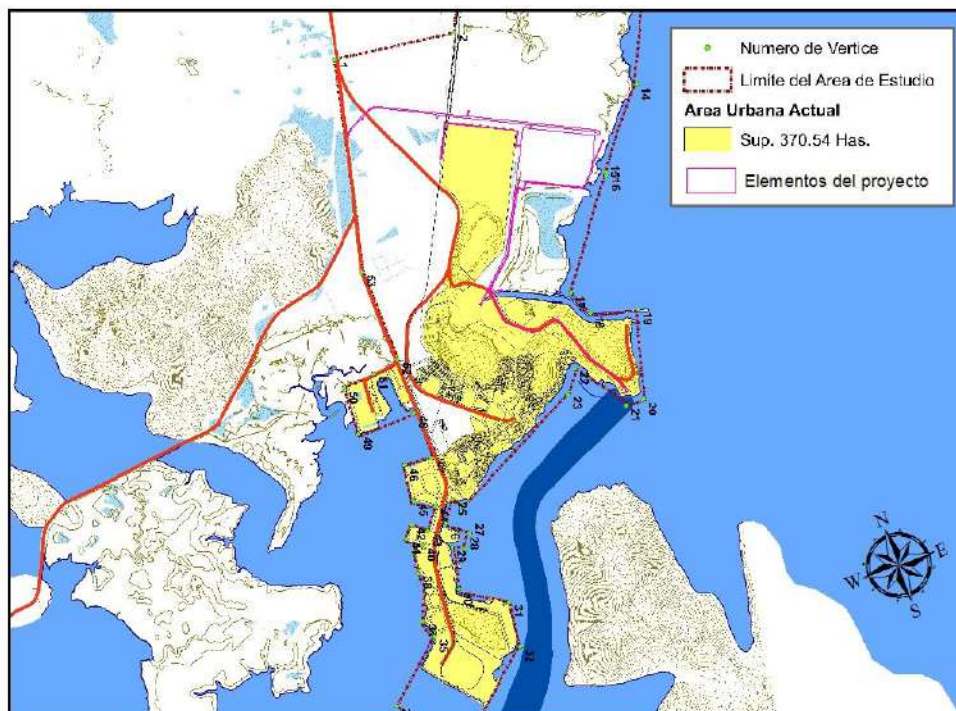


Ilustración 10 Ubicación del sitio y área de estudio del PDDU del puerto de Topolobampo.

De acuerdo con la zonificación primaria del PDDU las obras no serán realizadas en zonas no urbanizables dentro del centro de población. El amonioducto sigue el mismo trazo de los ductos existentes de PEMEX, sobre una vialidad y atravesando un área urbanizable a corto plazo, aunque no constituye una nueva urbanización. El gasoducto se construye en la franja perimetral de PEMEX, donde también está el camino de acceso al predio. Estas áreas forman parte de la infraestructura desarrollada para la instalación de actividades industriales, en el límite de la zona urbana.

De acuerdo con la zonificación secundaria, el uso del suelo en el trazo del gasoducto corresponde a Industria Pesada, mientras que el trazo del amonioducto se encuentra en una vialidad regional. Dicha vialidad es conocida como la Carretera al Muelle de PEMEX, sin nombre oficial. Es utilizada principalmente para llegar al Muelle de PEMEX, a la vez que funciona para el mantenimiento y derecho de vía sus ductos, aclarando que la misma es de uso público en general, no existiendo exclusividad o derecho alguno para ser utilizada exclusivamente por PEMEX o CFE. Es de pavimento asfáltico de dos carriles y se encuentra en regulares condiciones, ya que se ubican zonas de deterioro (baches).

Los riesgos que se puedan derivar de estas instalaciones se analizan en los estudios de riesgo Nivel 0 respectivos, mismos que acompañan a esta MIA.



Ilustración 11 Zonificación primaria en el PDDU del puerto de Topolobampo.



Ilustración 12 Zonificación secundaria establecida en el PDDU del puerto de Topolobampo.

I.10 IDENTIFICACIÓN, ANÁLISIS Y DESCRIPCIÓN DE ÁREAS IDENTIFICADAS COMO VULNERABLES

Plano del Entorno de la planta

En la siguiente tabla y planos del entorno se ubicaron los comercios, centros recreativos y templos, escuelas, clínicas, etc., con distancias aproximadas a cada uno de las instalaciones más significativas (Anexo 10).

PLANTA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO		
Sitio	Instalación	Distancia (km)
Rosendo Castro	Tanque de la planta	2.1
Topolobampo	Tanque de la planta	1.87
Comisión Federal de Electricidad	Tanque de la planta	1.34
PEMEX	Tanque de la planta	0.49
Muelle	Tanque de la planta	2.04
Administración Portuaria Integral de Topolobampo (API)	Tanque de la planta	2.69
GASODUCTO		
Sitio	Instalación	Distancia (km)
Rosendo Castro	Gasoducto	1.71
PEMEX Ilenaderas	Gasoducto	0.41
Tanque Comisión Federal de Electricidad	Gasoducto	1.81
Muelle	Gasoducto	2.46
Administración Portuaria Integral	Gasoducto	2.88
Topolobampo	Gasoducto	2.07
AMONIODUCTO		
Sitio	Instalación	Distancia (km)
Rosendo Castro	Amonioducto	2.49
PEMEX Ilenaderas	Amonioducto	0.710
Tanque Comisión Federal de Electricidad	Amonioducto	0.79
Muelle	Amonioducto	1.55
Topolobampo	Amonioducto	1.12
Administración Portuaria Integral	Amonioducto	1.38

Tabla 9 Distancias aproximadas de colindancias más próximas, con cada uno de las instalaciones más significativas.

Ortofoto digital con la poligonal del predio señalando un radio de 1000 metros en torno al predio en estudio donde se ubican las actividades y elementos significativos existentes se puede observar en el Anexo 10 y en las ilustraciones adjuntas.

PLANTA TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO		
Sitio Rosendo Castro	Instalación	Distancia (km)
Salón de Asambleas	Tanque de la planta	2.45
Cancha Basquetbol	Tanque de la planta	2.35
Desarrollo Integral de la Familia (DIF)	Tanque de la planta	2.33
Escuela Primaria "Jaime Nunó".	Tanque de la planta	2.32
Servicio Médico	Tanque de la planta	2.21

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Iglesia Cristiana	Tanque de la planta	2.23
Panteón Municipal	Tanque de la planta	2.36
GASODUCTO		
Sitio Rosendo Castro	Instalación	Distancia (km)
Salón de Asambleas	Gasoducto	1.97
Cancha Basquetbol	Gasoducto	1.89
Desarrollo Integral de la Familia (DIF)	Gasoducto	1.86
Escuela Primaria “Jaime Nunó”.	Gasoducto	1.86
Servicio Médico	Gasoducto	1.75
Iglesia Cristiana	Gasoducto	1.77
Panteón Municipal	Gasoducto	1.89
AMONIODUCTO		
Sitio Rosendo Castro	Instalación	Distancia (km)
Salón de Asambleas	Amonioducto	2.98
Cancha Basquetbol	Amonioducto	2.92
Desarrollo Integral de la Familia (DIF)	Amonioducto	2.90
Escuela Primaria “Jaime Nunó”.	Amonioducto	2.86
Servicio Médico	Amonioducto	2.77
Iglesia Cristiana	Amonioducto	2.74
Panteón Municipal	Amonioducto	3.08

Tabla 10 Distancias aproximadas de comercios, centros recreativos y templos, escuelas, clínicas de Topolobampo y Ejido de Rosendo Castro, con cada uno de las instalaciones más significativas.



Ilustración 13 Ubicación de escuelas, clínicas, iglesias, centros recreativos de Ejido de Rosendo Castro respecto a cada uno de las instalaciones más significativas.



Ilustración 14 Ubicación las actividades y elementos significativos existentes en Topolobampo localizados al sur del proyecto.



Ilustración 15 Ubicación las actividades y elementos significativos existentes en Topolobampo, localizados al sureste del proyecto

Directorio de Centros de Respuesta Inmediata y Auxilio

Estará integrado por las instituciones de apoyo en caso de emergencia a nivel municipal, regional (municipios colindantes) y estatal.

Bomberos	Tel. (668) 812-01-00
Policía	Tel. 060
Policía Judicial del Estado	Tel. (668) 815-63-91
Servicios municipales	816-40-09
Salud	818-36-75
Centro de Salud	Tel. (668) 812-09-13
Policía Federal de Caminos	Tel. (668) 812-48-19
Seguridad pública	815-27-36
Tribunal de barandilla	815-02-52
Tránsito municipal	812-89-58

Tabla 11 Teléfonos de emergencia de Topolobampo

I.11 BASES DE DISEÑO DE LA PLANTA

GAS Y PETROQUÍMICA DE OCCIDENTE S.A. DE C.V. ejecutará el proyecto con un contratista experimentado y subcontratará trabajos a especialistas del ramo en el interior y exterior del país.

Planta de Producción de Amoniaco (ISBL)

La planta se entregará llave en mano incluyendo todo el equipo, estructura de acero, tuberías, instalación eléctrica, sistemas de control e instrumentación.

Fuera de planta y Servicios (OSBL)

La entrega llave en mano también incluye los almacenes de amoniaco, edificios, conjunto de calderas, sistema de aire de instrumentos y de planta, planta de nitrógeno, sistema de enfriamiento por agua, planta desalinizadora, sistema de desmineralización, primer llenado de lubricantes, catalizadores y químicos y refacciones para entrada en operación.

I.11.1 Proyecto civil planta

Movilización

Esta actividad corresponde a la construcción de campamentos y a la movilización del equipo, maquinaria y personal, al lugar en donde se proyecta construir la planta de amoniaco.

Movilización de equipo de construcción y personal.

Fase de preparación: El transporte de los equipos, la maquinaria y el personal se realizará por vía terrestre. Se cuenta con vías de comunicación en buen estado la mayor parte del año. Primeramente no es necesario construir un camino de acceso, sin embargo se requieren trabajos de adecuación y mejoramiento del actual camino de terracería.

Fase de relleno: Se empezará a construir la nueva vía de ingreso a la planta que después de esta fase será pavimentada y optimizada, el cual funcionará como un corredor de servicios.

Construcción de campamentos

Para la fase preparación y de relleno se construirá un campamento provisional, el cual estará dotado de una batería de sanitarios y un área de descanso para los trabajadores,

entre otros, con el fin de brindar al personal un mínimo de condiciones de salubridad y bienestar adecuados.

Para el almacenamiento de materiales de construcción e insumos, será necesaria la instalación de contenedores y talleres de maquinaria, además de adecuar una zona como patio de maquinaria y equipo debidamente cercada. En estas unidades se realizará el mantenimiento y reparación de la maquinaria, equipos y vehículos utilizados en estas fases.

Se implementará un sistema de suministro de agua potable, así como un sistema de tratamiento y disposición final de aguas servidas, los cuales serán de carácter provisional, mientras duren los trabajos de preparación y de relleno,

Adecuación del terreno

Esta actividad está relacionada con el movimiento de tierras (cortes y rellenos) y la adecuación del terreno en general consiste en facilitar las labores de construcción de obras civiles y montaje de los equipos de la planta.

Desmante y limpieza del terreno.

Consiste en retirar la vegetación presente en el área a intervenir (árboles, arbustos, malezas y raíces, entre otros) y disponerla de manera adecuada para su utilización posterior como madera u otros usos, bien sea dentro o fuera de ella.

Relleno:

Primeramente se retirará la poca vegetación en el área a intervenir.

Se debe instalar una capa de separación de geo-textil en combinación con geo-grid. Esto crea una barrera entre el suelo natural y el material de relleno importado con el fin de evitar la mezcla de los dos. Una primera capa de la mezcla de roca triturada (tamaño de grano 4-50 mm) con un espesor de 0.50 m, será instalada en la capa de geo-textil/geo-grid combinada y compactada adecuadamente. Al mismo tiempo se debe instalar el material de banco a lo largo de la línea de límite oriental. Esto será una mezcla de roca triturada con tamaños de grano de 0-50 mm y también será cubierto con material geotextil y roca requiebrada de 200 a 500 mm a la orilla del mar. Otra capa de separación para el área restante será instalada previo al material de relleno principal, con tamaños de grano

de 0 a 25 mm para lograr una elevación final de aprox. 3,00 m MSL. La granulometría podrá variar dependiendo de la ingeniería de detalle.

Edificios:

Después de la fase de relleno se empezarán a construir los edificios y la planta de tratamiento de aguas para que en la fase de construcción de la planta se cuente con instalaciones fijas.

En general se construirán los siguientes edificios:

1. Edificio de Control
2. Edificio de interruptores
3. Subestación
4. Bodega / Edificio Administrativo
5. Edificio de Mantenimiento
6. Estación de Bomberos / Enfermería
7. Comedor
8. Caseta de Acceso

Obras Civiles:

En esta fase se construirán la vía de acceso, las vías internas, los drenajes, los pilotes y cimientos.

Obras de Estructura:

Durante esta fase se construirán e instalarán todas las estructuras metálicas requeridas para el soporte y conexión de las unidades de la planta, el ensamble de cada una de estas unidades, instalación de todas las tuberías y sistemas de interconexión entre cada unidad de la planta.

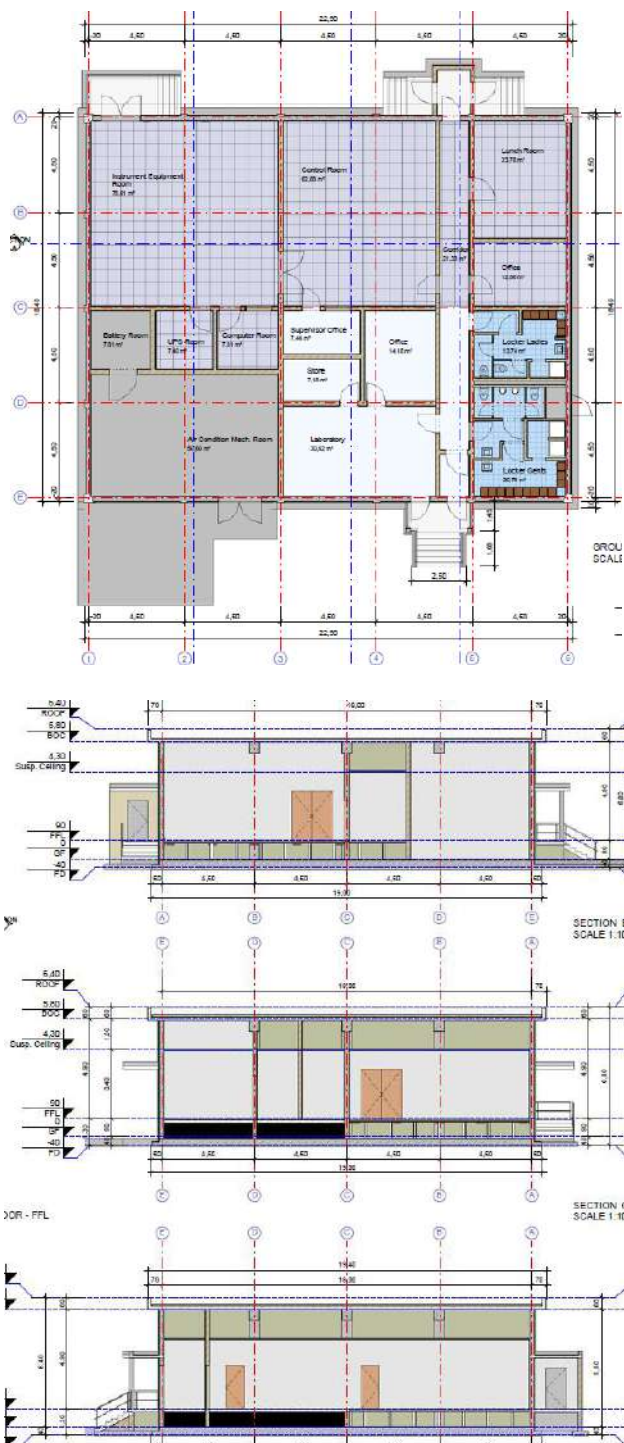


Ilustración 16 Ejemplo de edificio – edificio de control

Obra electromecánica:

Esta obra consiste en la instalación de todas las tuberías y sistemas de interconexión entre cada unidad de la planta. Además de la instalación de los sistemas eléctricos, mecánicos para la operación y control de la planta.

Obra final:

Serán instalados, entre otros, quemadores, calderas, turbinas, generadores, subestaciones, sistema de relés, sistemas de compresores y sistema de enfriamiento, unidades para tratamiento de aguas, etc.

De igual manera, serán instalados los equipos de control ambiental.

I.11.1 Preparación del sitio y construcción del gasoducto y del amonioducto.

I.11.1.1. Gasoducto

Trazo y nivelación del derecho de vía.

Se llevará a cabo un levantamiento topográfico del derecho de vía, para generar el plano de trazo y perfil del ducto.

Carga, acarreo y descarga de tubería.

Se llevará a cabo la carga de tubería de acero desnudo a la plataforma del remolque y posteriormente la descarga al derecho de vía. Así mismo, se acarrearán los materiales anticorrosivos a aplicar a la tubería y todo el equipo necesario.



Tendido de tubería.

Selección de la tubería, acomodo cercano al sitio de apertura de la zanja, uno tras otro, cuidando que los tubos no sufran daños, alineación y separación entre los tubos de acuerdo a especificaciones;



punteo de tubería manteniéndola fija y utilizando los electrodos indicados en las especificaciones.

Alineado y soldado de tubería.

Dado que la topografía del terreno por donde pasará el ducto no presentará elevaciones, debido al relleno que se realizará en el corredor de servicios, por lo que los dobleces a la tubería no serán necesarios, sin embargo, se llevarán a cabo las siguientes actividades: alineado y soldado de la tubería de acuerdo a las especificaciones y procedimientos establecidos para el contrato de construcción de obra.

Inspección y prueba de soldaduras.

Se realizarán inspecciones y pruebas a las soldaduras de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-017-SECRE-2010 o códigos – estándares aplicables al proyecto.

Reparación de soldaduras.

Los criterios de aceptación o rechazo de una soldadura visualmente inspeccionada o inspeccionada con cualquier método de prueba no destructiva se determinarán de acuerdo a lo establecido en la normatividad del proyecto.

Limpieza exterior.

Las paredes externas de la tubería se limpiarán para eliminar restos de grasa, pintura y aceite, recubrimientos de fábrica y oxidación, las cuales se realizarán de acuerdo a las especificaciones del proyecto.

Prueba dieléctrica del recubrimiento.

Se aplicará un detector de fallas (detector Holiday) sobre la superficie del recubrimiento de la tubería para localizar posibles grietas, burbujas y poros, entre otras fallas.

Prueba hidrostática.

Esta se llevará a cabo con la finalidad de detectar cualquier posible fuga.

Una vez llena la línea, se conecta la bomba de alta presión hasta alcanzar 1,5 veces la presión de operación durante un período de 24 horas de manera continua sin que

baje la presión indicada. En caso de que se detecten fugas, se extrae el agua y se seca la línea, previo a la corrección de la fuga. Una vez terminada la prueba hidrostática, se procede a desalojar el agua de la tubería.

Limpieza interna.

La limpieza interna de la tubería se realizará pasando varias veces los diablos de limpieza o mediante una limpieza química.

Señalización

Con el propósito de evitar posibles accidentes debido a agentes externos a la operación bajo condiciones normales (excavaciones, impactos físicos, etc.), se instalarán sobre el derecho de vía y en las instalaciones de todo el gasoducto, los señalamientos necesarios para localizar e identificar dicha tubería y reducir la posibilidad de daños. Estas señales serán de tipo informativo, preventivo y restrictivo.



Protección catódica para el gasoducto.

En caso de ser necesaria la protección catódica (sistema de ánodos de sacrificio o sistema de corriente impresa), se definirá durante la ingeniería de detalle.

Estaciones regulación y/o medición y en su caso trampas de diablos.

Ubicación. De acuerdo a la NORMA Oficial Mexicana NOM-007-SECRE-2010, Transporte de gas natural, la localización de estas instalaciones debe cumplir con los lineamientos siguientes:

a) Tener las distancias mínimas perimetrales de protección de acuerdo con la tabla siguiente.

Tabla 12 Distancias mínimas de protección

Concepto	(en metros)
Concentración de personas	5
Fuentes de ignición	5
Motores eléctricos	5
Subestaciones eléctricas	5
Torres de alta tensión	5
Vías de ferrocarril	5
Caminos o calles con paso de vehículos	5

Almacenamiento de materiales peligrosos	15

b) Estar fuera de las zonas fácilmente inundables o aquellas en las que pudiera haber acumulamiento de gases en caso de fuga.

c) Estar en lugares de fácil acceso.

d) En caso que no cumplir las distancias indicadas en el cuadro 5, se deberán justificar las medidas adicionales de protección.

Obra civil. La estación de medición y regulación debe cumplir con los requisitos siguientes:

a) Diseñarse con materiales no combustibles.

b) Construirse en función de las dimensiones de la tubería y considerar el espacio necesario para la protección de los equipos e instrumentos que permita las actividades de operación y mantenimiento;

c) Tener una ventilación cruzada a favor de los vientos dominantes para garantizar que el personal que opera, mantiene, inspecciona y supervisa la instalación no corra riesgos por acumulación de gases;

d) Estar cercada y tener puertas que permitan el acceso al personal y al equipo para que se realicen los trabajos de operación, mantenimiento e inspección. El acceso debe ser restringido y las puertas contar con candado, y

e) Contar con accesos para atención a emergencias.

Obra eléctrica. La instalación eléctrica de una estación de regulación y/o medición debe cumplir con las normas vigentes en México con relación a esta materia y, a falta de éstas, de acuerdo con la tecnología propuesta bajo responsabilidad del particular y de conformidad con la Práctica internacionalmente reconocida.

Obra mecánica. La estación de regulación y/o medición debe cumplir con los requisitos siguientes:

a) Contar con una válvula de seccionamiento en la tubería de alimentación a la estación de regulación y medición que cumpla con las características siguientes:

- Estar ubicada en un lugar accesible y protegida contra daños que pudieran ocasionar terceras personas y a una distancia segura de la estación;
- Contar con mecanismos para accionarla de acuerdo con sus especificaciones;
- Estar bien soportada mecánicamente para prevenir esfuerzos en la tubería, y
- Estar diseñada para que la presión sea igual o mayor a la presión de operación del ducto.

b) Tener instalado un separador de líquidos antes de la medición y regulación en caso de considerarse necesario;

c) En su caso contar con líneas de desvío (by-pass) para mantenimiento, sin necesidad de interrumpir el suministro de gas natural;

- d)** Contar con dispositivos de seguridad para protegerla de cualquier sobrepresión;
- e)** La válvula de seguridad debe desfogar a la atmósfera y el venteo prolongarse hasta una altura que permita dispersar el gas natural sin que presente riesgos al personal o a las instalaciones;
- f)** Los procedimientos de soldadura empleada para instalación de la estación se deben calificar de acuerdo con las Prácticas internacionalmente reconocidas;
- g)** En tubería superficial que requiera de acceso para mantenimiento, la parte inferior de ésta debe tener una altura mínima de 0.65 metros sobre el nivel del piso y de acuerdo con esta altura, construir los soportes;
- h)** Se deben considerar los esfuerzos previsibles en los soportes de la tubería y accesorios;
- i)** La tubería y los accesorios superficiales se deben proteger contra la corrosión, de acuerdo con lo establecido en el Apéndice I de esta Norma;
- j)** La tubería y los accesorios superficiales se deben proteger contra la corrosión de acuerdo con lo establecido en esta norma:
- k)** Se deben instalar válvulas de bloqueo en las conexiones para la instalación de instrumentos, y
- l)** Contar con los Diagramas de Arreglo de Tubería (DAT) y Diagrama de Tubería e instrumentación (DTI).

I.11.1.2. Amonioducto

Las siguientes etapas en la construcción del amonioducto son semejantes a la del gasoducto:

- Trazo y nivelación del corredor de ductos.
- Cimentación de zapatas para el Sleeper.
- Instalación y Montaje del Sleeper.
- Tendido de tubería.
- Alineado y soldado de tubería para amoniaco.
- Inspección y prueba de soldaduras.
- Reparación de soldaduras.
- Limpieza exterior.
- Prueba dieléctrica del recubrimiento.

- Prueba hidrostática.
- Limpieza interna.
- Señalización

Las siguientes actividades son las únicas que difieren a las del gasoducto:

- Cimentación de zapatas para el Sleeper del corredor de energía y tubería.

Las cimentaciones de las zapatas se realizarán a base de concreto reforzado, como se muestra en la figura 10. Las distancias serán de aproximadamente 10 m.

- Instalación y montaje del sleeper del corredor de energía y tubería.

Se colocará estructura metálica sobre las cimentaciones, como se muestra en la figura 10.

- Racks sobre el corredor existente de PEMEX.

Se instalarán estructuras de acero como se muestra en la figura 11. Las distancias de éstas estarán en el rango de los 6 a 10 m.

- Obras especiales sobre la calle por donde se ubica el corredor existente de PEMEX.

En caso de daños a la infraestructura urbana donde correrá el sleeper del amonioducto, se repararán y/o reemplazarán las partes afectadas.

I.11.3. Proyecto sistema contra-incendio

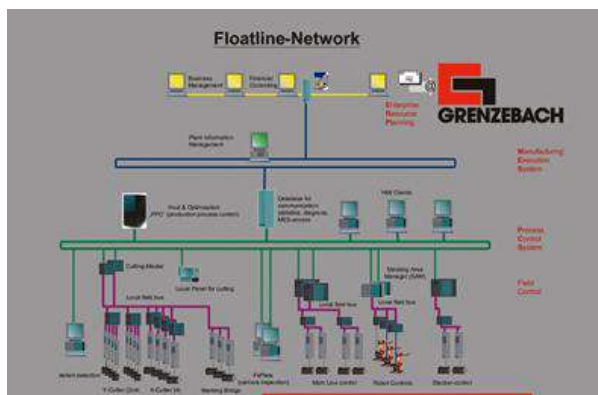
DETECCION DE GAS Y FUEGO

General

El Sistema de Detección de Gas y Fuego (SDGyF) será diseñado e instalados para detector humo y fuego, así como gases inflamables y/o tóxicos; tanto en secciones operadas manual o automáticamente de la planta, conforme indique el Plan de Seguridad de la Planta. Los componentes que tendrá, son:

- Sensores/monitores/detectores montados en campo, con cajas de activación manual con vidrio de ruptura, cornetas para alarmas audibles y luces de visualización.
- Gabinetes de equipo dentro del cuarto de gabinetes del sistema.
- Un panel de visualización sinóptica, dentro del cuarto principal de control, que incorporara una representación gráfica de la planta.
- Si el hardware del SIS y el SDGyF, son del mismo tipo, es factible contar con una terminal de usuario compartida.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG



El Sistema de Detección de Gas y Fuego (SDGyF) será de diseño pasivo, para que no cuente con capacidad de respuesta automática en otros equipos. Las alarmas señaladas en la pantalla sinóptica, serán repetidas en el SCD con el propósito de contar con un registro de las mismas. Todas las acciones, por tanto, que sean requeridas, deberán ser realizadas por el operador. El operador, tendrá un tablero con activador de alarmas sonoras, botones de paro de alarmas claramente señaladas, la activación del sistema deluge, la sirena de alarma principal y otros sistemas de supresión de fuego requeridos. De igual manera, en el panel de visualización sinóptico, deberán indicarse la velocidad y dirección del viento, quedando instalados sus sensores en la parte superior del techo del cuarto de control.

El Sistema de Detección de Gas y Fuego (SDGyF), deberá ser energizado normalmente por la fuente de suministro de la planta, contando con una fuente de energía ininterrumpible (UPS) y un sistema de respaldo de energía, con capacidad de 24 hr. Cuando el UPS no esté disponible, este sistema de respaldo, debe ser capaz de mantener energizado todos los elementos del SDGyF, incluyendo enlaces de comunicación con el SCD y cualquier otro equipo, como el panel sinóptico de visualización y todos los dispositivos remotos y locales de E/S.

SISTEMA DE DETECCION DE FUEGO EN EDIFICIOS

Un sistema de detección de fuego se instalara en los edificios destinados a la operación de las unidades o planta de proceso, estén o no ocupadas por personal operativo. Este sistema será diseñado para detectar humo y fuego dentro de los edificios. El sistema de la planta de proceso, será parte del suministro del mismo, y por tanto del sistema general de

la planta, sin embargo, su status será reportado al sistema general de la planta, a través de sistemas de comunicación seriales y/o por cableado.

Todas las alarmas podrán visualizarse en un panel localizado en la entrada del edificio y su localización será mostrada en una pantalla sinóptica básica (una representación básica impresa o gráfica del edificio, señalando cada zona). Todas las alarmas serán direccionadas al SCD para su registro y análisis.

Este sistema de detección de fuego, estará conformado por los elementos siguientes:

- Panel de Control de Fuego
- Puntos manuales de accionamiento de Alarmas
- Detectores Automáticos de Fuego
- Detectores de Calor
- Detectores de Humo
- Cláxones / bocinas
- Luces de visualización



Áreas de Proceso

El SDGyF en la planta de proceso, contara con cajas de activación manual, con vidrio de ruptura, instalados en ubicaciones estratégicas dentro y alrededor de la planta, cerca de caminos, calles, salidas peatonales, etc.; no tendrá capacidad de actuar en otro equipo dentro de la planta general.

Todos los detectores de humo y fuego, se instalaran en puntos críticos de la planta, donde se considere que hay un riesgo de fuego y donde pueda ser accionada de manera adecuada. Los detectores de humo, serán de tipo óptico en la casa de compresores (debido al efecto de interferencia del vapor) y detectores de flama tipo infrarrojo (IR) en las bahías de bombas.

Todas las alarmas del SDGyF se mostraran en el panel de Detección de Gas y Fuego y su ubicación mostrada en una pantalla sinóptica (impresa o pintada, con la representación de las áreas de la planta de proceso). Las alarmas serán registradas en el SCD para su registro y análisis, todas las acciones requeridas para atender la alarma, serán ejecutadas por el operador.

Área de tanques y de tuberías

Detectores de humo y fuego del tipo óptico, serán instalados a lo largo del corredor de ductos, donde estos presenten una congestión importante y donde existan bridas y válvulas.

Por otro lado, detectores de tipo óptico y/o de UV/IR serán considerados para el área de tanques de almacenamiento.

Puntos manuales de accionamiento de Alarmas se instalaran a lo largo del corredor de ductos y cerca del área de tanques de almacenamiento, con acceso fácil a los operadores. De igual manera, este sistema no tendrá acción automática en otros componentes o equipos dentro de la planta, Todas las alarmas del SDGyF se mostraran en el panel de Detección de Gas y Fuego y su ubicación mostrada en una pantalla sinóptica (impresa o pintada, con la representación de las áreas de la planta de proceso). Las alarmas serán registradas en el SCD para su registro y análisis, todas las acciones requeridas para atender la alarma, serán ejecutadas por el operador.

I.11.4. Tanques de Almacenamiento

El amoniaco bajo condiciones ambientales normales se encuentra en estado gaseoso, considerando esto y con el propósito de almacenarlo en forma líquida en grandes cantidades, deben presurizarse o refrigerarse o bien someterse a una combinación de ambos métodos. El método más económico para conseguir esto, se logra manteniendo el tanque de almacenamiento refrigerado y a presión atmosférica, de tal forma que estamos hablando de condiciones de uso criogénico.

El amoniaco líquido anhidro se almacena a presión atmosférica bajo condiciones de refrigeración a -33.0 °C. Los tanques de almacenamiento adecuados para ello deben ser de doble pared, el ánulo entre las paredes del tanque se llena con perlita expandida aislante, de modo que la transmisión de calor desde el medio ambiente hacia el tanque se reduzca al mínimo.

I.11.4.1. Pruebas de verificación

Se inspeccionarán las zonas de las envolventes interiores de los tanques criogénicos donde se pudiera reportar la presencia de defectos, mediante las técnicas de inspección visual, líquidos penetrantes, partículas magnéticas y ultrasonido industrial con haz

angular. Los criterios de aceptación y rechazo se tomarán de los códigos BS-7777-2 y API 620.

Todos los informes de las inspecciones de los tanques incluirán, como mínimo, los siguientes elementos:

1. El tanque con información sobre materiales, soldaduras etc.
2. Fecha de inspección y de años desde la última inspección.
3. Las áreas del tanque que se inspeccionan (mapa, dibujo, descripción).
4. Mapa de defectos identificados de inspecciones anteriores, tanto reparado y defectos no reparados (defectos de la soldadura de construcción, etc.).
5. Método de inspección.
6. Datos de calificación de inspector (si procede).
7. Información, calificación del método de inspección.
8. La referencia al programa de evaluación informe o inspección.
9. Los resultados con un mapa donde se identifican los defectos.
10. Referencia a otras investigaciones (si procede).
11. Conclusión y recomendaciones para los requisitos de inspección futura.

I.12 DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE AMONIAO

La planta será diseñada para operar de forma continua durante un mínimo de tres años entre paros programados.

El diseño de la planta está basado en una vida mínima de 15 años y la vida útil se considera de aproximadamente 40 años, siempre y cuando se desarrollen e implementen los programas de mantenimiento preventivo y correctivo.

Donde se construyan redundancias de la planta o en cualquier elemento sujeto a desgaste, la vida de diseño será acorde con los códigos y estándares aplicables. Tales elementos requerirán reemplazarse de forma periódica de acuerdo con un programa de mantenimiento.

Resumen del proceso.

En esta planta la materia prima (gas natural) es desulfurizada, mezclada con vapor y transformada en gas de síntesis en presencia de un catalizador de níquel a aproximadamente 40 bar y 800° C en el reformador primario.

Al dejar el reformador primario el gas de proceso pasa al reformador secundario, donde se introduce aire comprimido con el gas de síntesis. Posteriormente la generación de vapor a alta presión y el supercalentamiento permite aprovechar al máximo el calor de proceso para lograr un proceso energéticamente eficiente.

El monóxido de carbono es transformado a dióxido de carbono en el convertidor de alta temperatura (HT) y el de baja Temperatura (LT) en presencia de un catalizador estándar. El dióxido de carbono es eliminado en una unidad depuradora que normalmente utiliza el proceso BASF-aMDEA. Los óxidos de carbono restantes son reconvertidos a metano mediante la metanización catalítica en niveles traza de ppm.

El gas de síntesis de la metanización se comprime en el compresor de gas de síntesis. La síntesis del amoniac a partir de la mezcla hidrogeno/nitrógeno se lleva a cabo con ayuda de un catalizador de hierro.

El amoniac se recibe desde el flash drum del ciclo de síntesis del amoniac y se enfría hasta una temperatura de -33°C.

Diagrama de bloques

El diagrama de bloques, el cual se adjunta, muestra la secuencia convencional de los pasos que sigue el proceso que actualmente constituye la base de la mayoría de las procesadoras de amoniac.

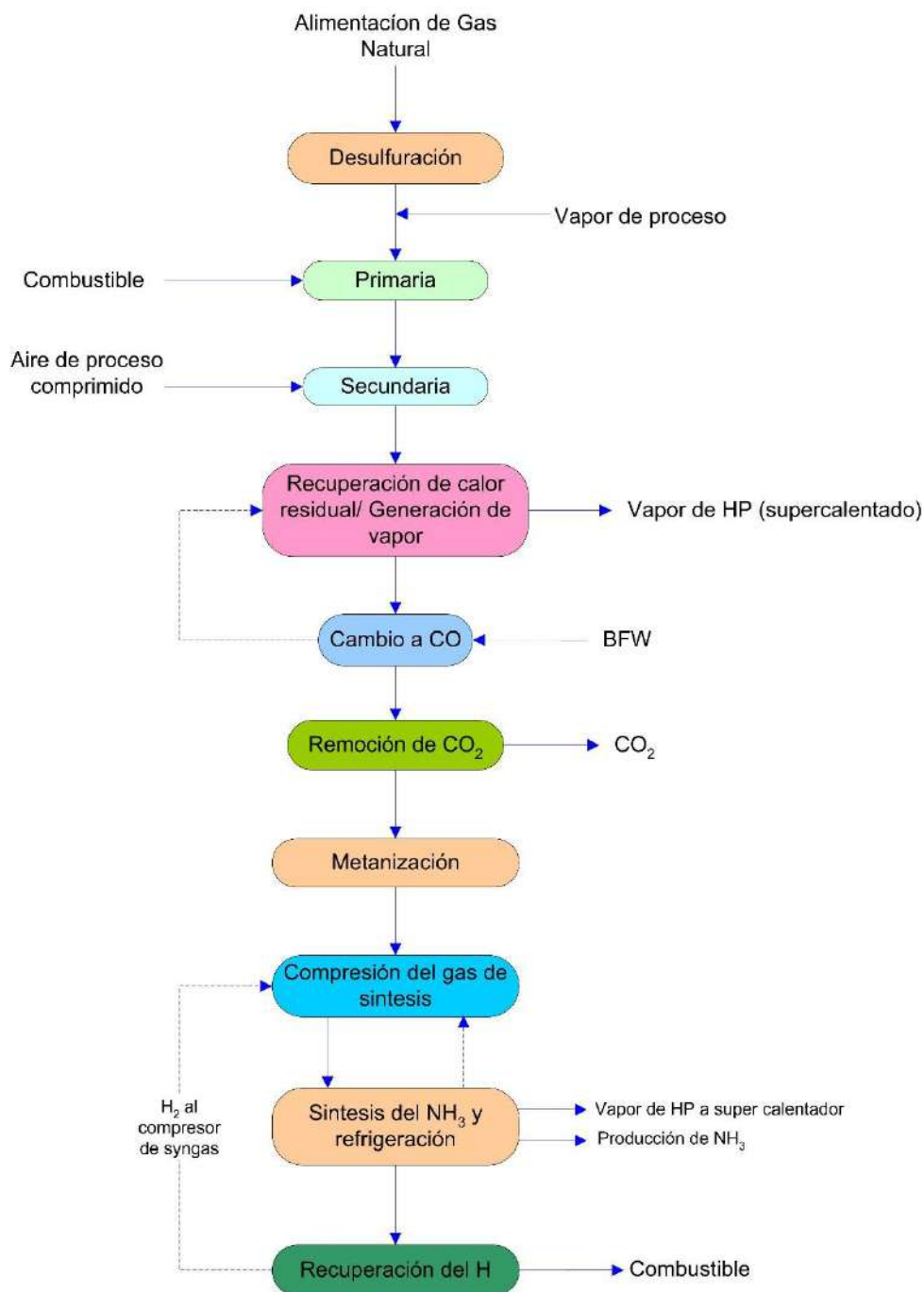


Figura 14 Diagrama de bloques.

Desulfurización y Compresión del Gas Natural

El gas natural utilizado como insumo primario se debe purificar de acuerdo con los requerimientos de la unidad reformadora por vapor. El sulfuro de hidrógeno y los

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

compuesto de azufre orgánicos son venenos poderosos de los catalizadores, por lo que deben ser eliminados antes de que el gas se introduzca a la sección reformadora.

El gas natural proveniente de los límites de batería se envía a un separador para separar cualquier líquido en caso que el proveedor de gas tuviese algún problema con el tratamiento del gas. Entonces, el gas natural generalmente se comprime a la presión requerida mediante un compresor de gas natural a base de un motor eléctrico. Después, el gas natural se calienta por los gases de escape en los precalentadores del alimentador en los bancos de convección del reformador primario.

El hidrógeno para la hidrogenación se obtiene mediante la adición de una pequeña cantidad de gas de síntesis que se extrae del compresor de gas de síntesis. La hidrogenación y el desulfurizado ocurren en el reactor de desulfurización. El gas natural desulfurizado se introduce a la sección de reformadores de vapor.

Compresión del Aire de Proceso

El compresor de aire de proceso tiene como principal función el proveer aire al reformador secundario. El aire de proceso se comprimirá a las condiciones de proceso por medio de un compresor centrífugo propulsado por una turbina de vapor. Este tipo de maquinaria se caracteriza por su alta confiabilidad y eficiencia.

Reformado con vapor y Recuperación del Exceso de Calor

El reformado por vapor de metano e hidrocarburos mayores – refiriéndose a su conversión en una mezcla de hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono por la reacción con el vapor – se logra al pasar la mezcla de materias primas y el vapor por un catalizador de níquel. La reacción total es fuertemente endotérmica. El gas natural desulfurizado se mezcla con el vapor PM de proceso, se precalienta en el banco de convección del reformador primario y entra a los tubos del reformador en la parte superior.

Se puede considerar que el proceso dentro de los tubos ocurre en tres fases:

- Precalentado de la mezcla de materia prima/vapor hasta la temperatura de reacción.
- La reacción de conversión metano/hidrocarburos.
- Ajuste de equilibrio.

El gas reformado de cada fila de tubos se colecta en un múltiple con recubrimiento refractario con funda de incoloy para prevenir la erosión y la migración de la silica. El gas

reformado abandona el reformador primario con un contenido de metano de aprox. 13 moles %.

Las filas de tubos múltiples se conectan a un cabezal principal a través del cual el efluente del reformador primario se transfiere al reformador secundario. El gas reformado entra al reformador secundario por la base y se eleva por un tubo central recubierto de ladrillo. Aquí, el gas se mezcla con aire de proceso del compresor de aire de proceso. El gas reformado va hacia abajo primero a través de una capa escudo de calor radiante de nódulos de alumina y luego por el lecho catalítico donde el metano se transforma hasta que sólo queda un pequeño remanente de aprox. 0.6 mole %.

El gas reformado deja el reformador secundario con una temperatura de aproximadamente 1000°C y se debe enfriar hasta una temperatura de aprox. 370°C antes de que se transfiera a la sección de conversión de CO. Esta sección de enfriamiento se realiza en el tren de enfriamiento de gas de proceso, consistente de:

- El enfriador de gas de proceso que genera vapor a alta presión. Este, está diseñado para una circulación natural y está conectado al cilindro de vapor por elevadores y bajadas.
- Supercalentador de vapor a alta presión.

El encendido del horno del reformador primario se hace por medio de quemadores en el techo del horno. Los quemadores están diseñados para utilizar cualquier tipo de gas combustible. Las emisiones gaseosas escapan de la caja radiante del reformador por el fondo, pasando por coffins situados entre cada dos filas lo cual evita el flujo cruzado de los gases a lo largo de las hileras de tubos, lo cual provocaría patrones irregulares de calentamiento. En los tubos, los flujos concurrentes de los gases de proceso y el flujo de gas en el exterior implican un perfil de temperatura muy uniforme en toda la longitud del tubo y en consecuencia una utilización óptima del material del tubo reformador y el menor grosor posible de las paredes.

El aire requerido para la combustión en los quemadores se obtiene por el ventilador de aire de combustión, el cual descarga el aire de combustión a través del calentador, donde el aire es calentado por medio de un condensado de proceso. El aire de combustión es precalentado aún más en el precalentador de aire de combustión del banco de convección.

Los gases de combustión salen de la caja radiante del reformador a una temperatura de aproximadamente 1000°C. Su calor sensible es utilizado en el banco de convección del reformador primario para el precalentamiento del gas natural, aire de proceso y aire de combustión, así como el supercalentamiento del vapor a alta presión. El gas de combustión se saca con el ventilador de gases de combustión.

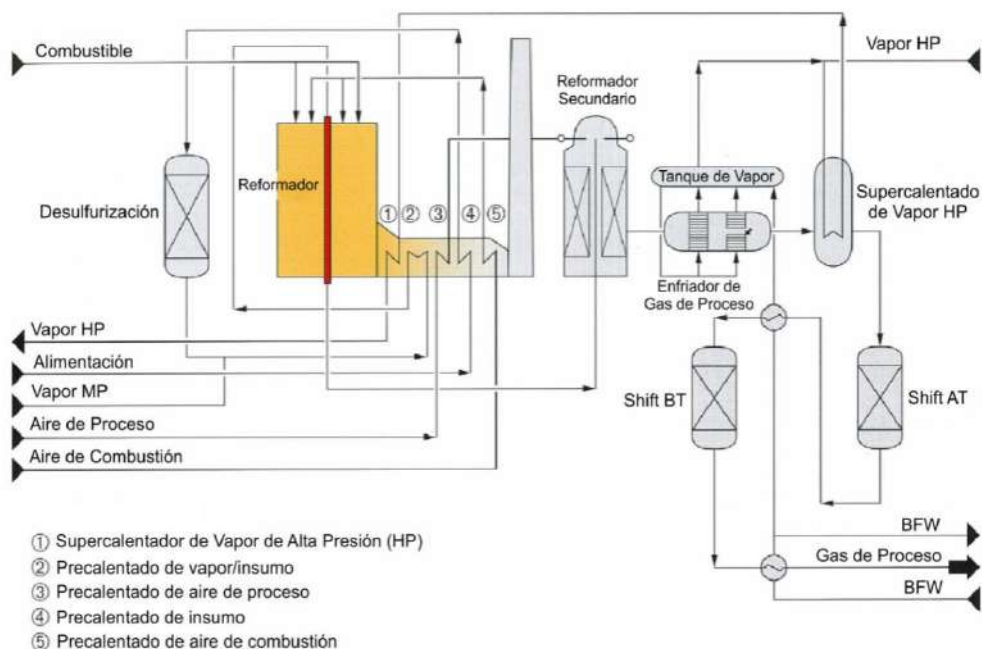


Figura 15 Reformador de Vapor y CO shift.

Conversión de CO

El objetivo del convertidor de fase de CO es convertir, en presencia de un catalizador, la mayoría del monóxido de carbono contenido en el gas de proceso a dióxido de carbono.

El gas reformado, a una temperatura de aproximadamente 370°C, pasa a través del convertidor de alta temperatura de arriba hacia abajo donde se reduce su contenido de CO. Debido a la naturaleza exotérmica de la reacción la temperatura se eleva a aproximadamente 440°C. El gas convertido que sale del convertidor a alta temperatura es enfriado a una temperatura de aproximadamente 200°C al calentar el agua de alimentación de calderas en el calentador de BFW. Se utiliza un bypass waterside alrededor del calentador de BFW para controlar la temperatura del gas entrando al

convertidor de BT. En el convertidor de baja temperatura el contenido de CO del gas convertido se reduce aún más y la temperatura se eleva a aproximadamente 223°C.

El gas convertido que abandona el convertidor de baja temperatura se enfría precalentando con el agua de calderas en el precalentador de BFW. Un waterside bypass alrededor del precalentador de BFW se utiliza para controlar la temperatura del gas.

Al abandonar el precalentador de BFW, el gas convertido fluye hacia el removedor de CO₂.

Remoción del CO₂

El calor del gas convertido se utiliza en los dos siguientes intercambiadores de calor conectados en series, el reboiler para generar el vapor de remoción necesario para la regeneración de la solución semi pobre de aMDEA y el precalentador de agua desmineralizada para el precalentado del agua que alimenta el desaerador.

Antes de que el gas convertido entre al absorbedor de CO₂ se separa el condensado obtenido por el enfriado en el separador de gas de proceso y del compresor de gas de síntesis hacia el removedor de condensados mediante sus propias bombas.

El gas convertido fluye a través del absorbedor desde el fondo hasta arriba en contra corriente a la solución de lavado. La mayor parte del dióxido de carbono es absorbido por la solución de aMDEA en la parte baja del absorbedor, mientras que la remoción de dióxido de carbono continua en la parte alta del absorbedor hasta el valor residual especificado de aproximadamente 500 ppm v/v de CO₂. El gas convertido abandona el absorbedor a la temperatura de entrada de la solución pobre, que es aproximadamente 50°C. Cualquier gota de solución arrastrada en el gas son detenidas por dos charolas de transferencia a las que se permite el paso de agua de caldera, y un desnebulizador instalado en la parte superior del absorbedor. Las gotas arrastradas fuera del absorbedor durante alteraciones operacionales son separadas del gas convertido en el separador aMDEA.

La regeneración de la carga de solvente se realiza por expansión, liberando la mayor parte del CO₂ disuelto. La mayor parte del solvente se pasa a la parte inferior de la torre de absorción en forma de una solución semi pobre. La parte restante se regenera aún más por remoción con vapor y se pasa a la parte superior de la torre de absorción como una solución pobre.

Compresión del gas de síntesis

El gas de síntesis y el gas recuperado por el recuperador de hidrógeno se comprime hasta la presión de síntesis del amoniaco de aproximadamente 200 bar por un compresor de gas de síntesis y se introduce en el ciclo de síntesis como compensación. El compresor de gas de síntesis es una máquina de tipo centrífugo. Esta sirve también para recircular el gas en el ciclo de síntesis del amoniaco.

Un pequeño flujo de gas de síntesis, para desulfurización de materia prima, es retirado del compresor de gas de síntesis sin enfriarlo.

El gas de síntesis descargado del compresor se enfría en el enfriador final y luego se introduce, como compensación en el ciclo de síntesis.

Síntesis del amoniaco

La síntesis de amoniaco a partir de una mezcla de hidrógeno / nitrógeno se lleva a cabo en un rango de temperaturas que va de 390°C a 510°C, con la ayuda de un catalizador de hierro estimulado con óxidos de álcalis y óxidos de metales alcalinotérreos.

El gas de reciclado descargado del compresor de gas de síntesis en la etapa de reciclado se calienta en el calentador de gas/ gas a contracorriente del gas caliente del segundo intercambiador de calor residual. Este entra entonces al primer convertidor de amoniaco, que es convertidor de flujo de doble lecho radial con un intercambiador de calor entre los lechos catalíticos. El convertidor consiste en una cápsula resistente a la presión y del cartucho de catalizador.

El gas en circulación entra la cámara del convertidor por la parte superior y fluye por el intercambiador de calor interior donde se le calienta a una temperatura de aproximadamente 390°C por el gas parcialmente convertido que va dejando el primer lecho catalítico. Al dejar el intercambiador de calor interno el gas entra ahora a los radiales del primer lecho catalítico yendo de la periferia al centro. El gas de síntesis caliente y parcialmente convertido proveniente del primer lecho es enfriado en el intercambiador de calor interno ya mencionado, hasta la temperatura de entrada al segundo lecho catalítico. Después de pasar el segundo lecho en dirección radial, el gas abandona el convertidor a través del tubo central. El gas de síntesis parcialmente convertido que deja el convertidor de amoniaco es enfriado en el primer calentador de

calor residual usando el calor de proceso desechado para generar vapor a alta presión saturado a aproximadamente 127 bar a.

La circulación de gas que sale del primer calentador de gas residual pasa al tercer lecho catalítico. El calor residual del proceso es recuperado en el segundo calentador de gas residual en forma de vapor saturado a alta presión a aproximadamente 127 bar a.

Después de abandonar el calentador de calor residual II, continúa el enfriamiento del gas reaccionado y la condensación del amoniac ocurren en el intercambiador de calor gas/gas, el enfriador de agua y una serie de chillers.

Gas de compensación proveniente del compresor de síntesis es agregado al gas en circulación después del enfriador de ciclo II. Introducir gas de compensación en este punto del ciclo sirve como una medida de protección para los catalizadores gas de síntesis del amoniac, ya que los rastros H_2O y CO_2 contenidos en el gas de síntesis son eliminados por medio del amoniac líquido que se forma.

El amoniac condensado se extrae del ciclo en un separador integrado en el intercambiador en frío y en un separador localizado corriente abajo del loop chiller II. El gas regresa a la etapa de reciclaje del compresor de gas de síntesis a través del intercambiador de frío, donde se es calentado. El amoniac líquido proveniente del intercambiador de frío y el separador es flasheado por separado al flash drum, el cual opera a aproximadamente 20 bar a. Los gases disueltos que son liberados del amoniac líquido durante su despresurización son tratados en el absorbedor de gas flash para recuperar el amoniac.

El metano y el argón contenidos en el gas de síntesis de compensación y el excedente de nitrógeno resultante de la operación sobre estequiométrica del reformador secundario se acumulan en concentraciones más altas en el ciclo de síntesis del amoniac. Al extraer un flujo de gas de purga del ciclo, después del loop chiller II, la concentración de este inerte se mantiene en un nivel predeterminado. El gas de purga es dirigido a la recuperación de amoniac e hidrógeno.

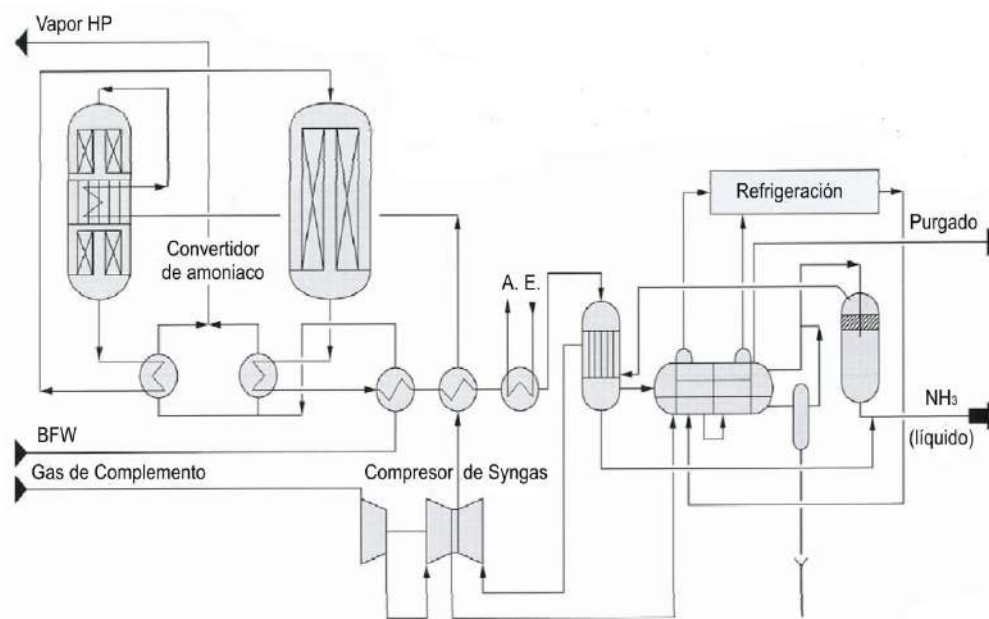


Figura 17 Ciclo de síntesis del amoníaco

Refrigeración

La unidad de refrigeración sirve para tres propósitos:

- Proveer la capacidad de refrigeración necesaria para enfriamiento en la planta de amoníaco.
- Enfriar el amoníaco producido hasta los -33°C requeridos para su almacenamiento.
- Para la separación de gases inertes disueltos en el amoníaco líquido.

El amoníaco es recibido desde el cilindro flash del ciclo de síntesis del amoníaco y es enviado al contenedor de presión intermedia. Entonces el amoníaco se flashea a 1.0 bar a en el flash drum de amoníaco para enfriarlo hasta una temperatura de -33°C y se bombea con bombas de amoníaco a los tanques de almacenamiento de amoníaco.

Recuperación del Amoniac

Los gases de amoniac contenido del gas de purga del ciclo de la síntesis de amoniac, los gases flash del flash drum y el gas inerte de la unidad de refrigeración son recobrados utilizando agua como absorbente.

El amoniac se recupera del agua en forma de amoniac puro por medio de destilación.

Recuperación del Hidrógeno

El hidrógeno contenido en el gas de purgado del ciclo de síntesis del amoniac es recuperado y reciclado para el compresor de síntesis. El gas saliente, principalmente metano y nitrógeno son utilizados como gas de combustión en el reformador primario.

La recuperación de hidrógeno se hace mediante un unidad modular de un fabricante de gran reputación. El proceso seleccionado se hace usando una tecnología de membrana semi-permeable o separación criogénica.

Removedor de Condensados

El condensado colectado en separador de condensados de proceso es descargado por las bombas de alimentación del removedor hacia el precalentador de condensados. El condensado se calienta a contracorriente para formar condensado removido y entonces se pasa al removedor de condensados.

El condensado pasa entonces al removedor, donde se calienta y se remueve con parte del vapor a presión media proveniente del fondo del removedor, siendo entonces que los gases disueltos en el condensado son removidos y liberados del proceso a través de la tubería de escape superior.

El condensado limpio se almacena en el fondo del removedor a un nivel fijo que se mantiene por medio de válvulas de control de nivel en la salida del precalentador de condensados. El condensado limpio se transfiere al contenedor de condensados de proceso en la desmineralización, pasando por el precalentador de condensados, del calentador y un enfriador de condensados. En el calentador, el condensado limpio se utiliza para el precalentado del aire de combustión del reformador primario.

Una parte del vapor de proceso se usa para el lavado del condensado de proceso en el lavador de condensados. La corriente superior se admite entonces en el flujo principal de

vapor de proceso adelante de alimentador/supercalentador de vapor en el banco de convección del reformador primario.

Desaeradores y bombas de BFW.

Nota: La descripción de la unidad incluye el sistema de vapor y de condensados

Preparación y aprovisionamiento de agua para alimentación de calderas.

El agua desmineralizada para la planta de amoniaco se calienta en el precalentador de agua desmineralizada antes de que pase al desareador. El barrido final oxígeno y la regulación del valor de pH del agua de alimentación de calderas se logran por la inyección de químicos y agua amoniacal.

Todos los consumidores de agua de caldera a alta presión son abastecidos por las bombas de agua de calderas. Estos consumidores son:

En el nivel de alta presión:

- Tambores de vapor.
- Atemperador de roció.
- Calentadores de calor residual.

En el nivel de presión media:

- Absorbedor.
- Varios atemperadores de roció.

Generación y abastecimiento de vapor.

Vapor a alta presión (AP).

En la planta de amoniaco el vapor de AP se produce a partir del calor residual de proceso a una presión de aproximadamente 125 bar.

Hay dos generadores de vapor:

- El enfriador de gas de proceso en el reformador de vapor y unidad de recuperación de calor de desperdicio.
- Caldera de calor de desperdicio I y Caldera de calor de desperdicio II en la unidad de síntesis del amoniaco.

El vapor saturado de estas dos fuentes es seguidamente supercalentado hasta una temperatura de 535°C en el supercalentador de vapor de alta presión situado detrás del

reformador secundario y en el supercalentador de vapor de alta presión del banco de convección.

Todo el vapor a alta presión supercalentado se introduce a la turbina del compresor de gas de síntesis.

Vapor a presión media (MP).

El vapor a presión media MP a aproximadamente 49 bar y a una temperatura de aproximadamente 415°C se obtiene extrayéndolo de la turbina de compresión de gas de síntesis. En la planta de amoniaco el vapor a presión media se requiere para:

- Reformador primario, como vapor de proceso.
- Turbina del compresor de refrigeración.
- Turbina de compresión de aire de proceso.
- Reboiler
- Precalentado de nitrógeno (solo en la inicialización)
- Removedor de condensados.
- Reformador secundario (mezclado con el aire de proceso)
- Sistema de sellado.

Para asegurar el aprovisionamiento de vapor al sistema de presión media de la planta en cualquier condición, se instalan estaciones de reducción de presión by-passing la turbina del compresor de gas de síntesis. En caso de un apagado repentino del compresor la válvula se abre automáticamente a una posición predeterminada permitiendo bajar vapor del sistema de alta presión al de presión media en cantidad equivalente a la cantidad extraída de la turbina antes del apagado del compresor. El balance de los requerimientos de vapor en la planta de amoniaco debe estar cubierto por un paquete de calderas.

Vapor a baja presión (BP):

Se utiliza vapor a baja presión, aproximadamente 4.5 bar, para la desaeración del agua de alimentación de calderas y para otros propósitos tales como el precalentado de combustible.

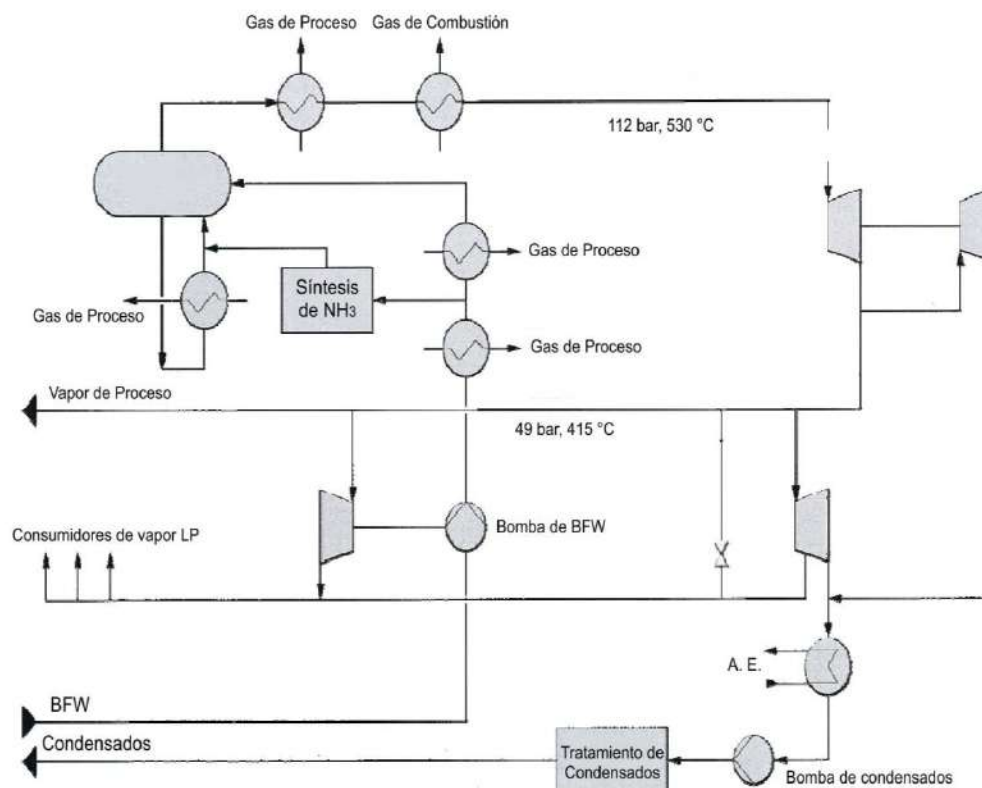


Figura 18 Sistema de Vapor

I.13 CONDICIONES DE OPERACIÓN

I.13.1 Operación de la planta

El diagrama de alcances internos en la planta de 2200 MTPD de amoniaco incluye servicios, edificios, facilidades externas y almacenamiento de amoniaco, incluyendo la carga de autotanques y carrotanques, como se muestra en la figura adjunta.



Figura 19 Diagrama de alcances internos en la planta de 2200 MTPD de amoniaco.

EMISIONES Y EFLUENTES

En general, las emisiones gaseosas se descargarán a la atmósfera.

El gas de combustión del calentador de inicializado, caldera del paquete y del reformador primario son liberados a la atmósfera por medio del tiro de la chimenea.

El dióxido de carbono recuperado será ventilado a la atmósfera desde la parte superior del separador de CO_2 .

Las descargas de las válvulas de escape de la unidad de amoniaco se quemarán con ayuda de gas combustible en el quemador del proceso de amoniaco.

Los vapores de amoniaco de la zona de almacenamiento y embarque normalmente están refrigerados, pero serán quemados con ayuda de gas combustible en el quemador del tanque de amoniaco durante condiciones alteradas.

Se anticipa que las principales emisiones de la planta de amoniaco serán las que se describen más adelante. Todas las cifras sirven como información general y están sujetas a cambios en el diseño a detalle de la planta.

La cantidad esperada de gas en el tiro de la chimenea del reformador:

Gas de la chimenea: 270,000 Nm³/h

La cantidad de dióxido de carbono proveniente del sistema de remoción de CO₂ se estima de la siguiente manera:

CO₂: 96,000 kg/h

A. EMISIONES ATMOSFÉRICAS

Las emisiones atmosféricas generadas durante la etapa de construcción, están asociadas principalmente a la emisión de material particulado, originado por el movimiento de tierra y excavaciones, tránsito de camiones, maquinaria, vehículos menores y actividades de construcción en general.

Dentro de las medidas de control, consideradas para la emisión de material particulado, se contemplará el riego continuo de las superficies para minimizar la presencia de partículas suspendidas. Adicionalmente, se considera cubrir o humedecer las pilas de material acopiado.

Por otro lado, se generarán gases debido a la combustión de equipos y motores, para controlar esta emisión de gases de combustión de los vehículos, se exigirá a las empresas contratistas que la maquinaria pesada y vehículos se encuentren en buen estado y que estén al día con su mantenimiento preventivo.

B. RUIDOS

En la etapa de construcción, se generará emisiones de ruido debido al funcionamiento de maquinaria pesada y actividades de construcción en general. El tipo de maquinaria que se utilizará durante la construcción corresponderá básicamente a camiones de volteo, compactadores de vibración (“bailarinas”), placas y rodillos compactadores, maquina alisadora de hormigón, grúas hidráulicas, compresores, retroexcavadoras, cortadoras de pavimento, soldadoras, máquinas y termofusionadoras de HDPE principalmente.

La operación conjunta de algunos de estos incrementará en forma localizada el nivel de presión sonora del área, no se prevé un efecto importante del ruido fuera de los linderos de la propiedad del proyecto.

C. RESIDUOS SÓLIDOS

Los residuos sólidos generados durante la etapa de construcción, corresponderán principalmente a residuos domésticos y residuos de construcción.

Los residuos sólidos domésticos serán principalmente desechos de alimentos y bebidas, sus empaques y embalajes, papeles y artículos de oficina, artículos de aseo personal y desechos varios. Su cantidad será variable y dependerá de la cantidad de trabajadores presentes en un momento determinado de la obra. La disposición temporal de tales residuos se realizará en recipientes separados por tipo de desperdicio, debidamente rotulados y con tapa, para evitar el crecimiento y desarrollo de fauna nociva. El retiro de la basura doméstica del área de proyecto, la realizará una empresa contratada para llevarlas hacia los tiraderos designados por la autoridad municipal.

Por otra parte, los residuos de construcción, serán aquellos materiales inertes que se generen por la propia actividad (cemento solidificado, metales, trozos de soldadura, cable, etc.). Estos serán acopiados y luego serán retirados por una empresa contratada, hacia un lugar autorizado por el municipio.

Existirán también los denominados residuos industriales peligros que serán básicamente los envases con grasas y combustibles (solventes, pinturas), baterías, filtros, paños de limpieza contaminados con sustancias peligrosas, etc. El manejo de este tipo de residuos implicará su debida clasificación e identificación, los cuales deberán ser almacenados en forma temporal en un lugar especialmente acondicionado, que evite la contaminación del suelo y mantos freáticos y con acceso controlado, para luego ser retirados para disposición final por una empresa debidamente acreditada para tal fin. De igual forma, donde se tengan materiales inflamables o combustibles, deberán contarse con los elementos de prevención y combate de incendios requeridos al tipo de material que se trate.

I.14. DISEÑO ELECTRICO

I.14.1. Filosofía de diseño

El diseño del sistema eléctrico será conforme a la Norma Oficial Mexicana Instalaciones Eléctricas (Utilización) *NOM-001-SEDE-2012* o a los estándares del proyecto.

La energía será suministrada a través de una línea aérea de 115 kV, suministrada por la CFE a la subestación principal de la planta y transformado a 13.8 kV con el transformador TR 100, para su consumo.

Las acometidas de 13.8 kV que vienen de la turbina del generador de vapor y de la subestación serán en el edificio del transformador como es requerido y la energía eléctrica

será distribuida en forma trifásica, 60 Hz, a 13.8 kV, 4.16 kV y 480 V, a través de transformadores reductores al 100% de capacidad. La energía eléctrica será como sigue:

- Medio Voltaje de 13.8 kV para motores arriba de 1750 kW
- 4.16 kV para motores sobre 150 kW
- y 480 V para motores hasta, incluyendo los de 150 W.

En el muelle, habrá una fuente de energía eléctrica separada para el brazo de carga. La unidad de amoniaco deberá ser diseñada para operar con “cero” energía eléctrica, durante la operación normal, pero con la flexibilidad de operar al 100% con energía externa.

En condiciones normales de operación, la planta será autosuficiente y generara su propia energía de manera que satisfaga sus necesidades, a través de un generador a turbina de vapor. Solo se prevé el uso de la energía de la red eléctrica de CFE, a través de la subestación, para el arranque inicial de la planta y para los arranques después de los paros por mantenimiento o eventualidad. La demanda total de la planta de amoniaco y sus instalaciones, incluyendo tanques de almacenamiento, carga y edificios, será de aproximadamente 20-22 MW.

El sistema de distribución y el sistema de medio voltaje serán debidamente puestos a tierra. Las resistencias deben ser conectadas al neutro, marcadas como línea a neutral, y tener 10 segundos de capacidad nominal, para la corriente inicial especificadas en la hoja de datos. El sistema de bajo de voltaje, será aterrizado directamente. Otros sistemas de voltaje son posibles previo acuerdo con las partes interesadas.

Las cargas serán distribuidas, de tal forma que los servicios con accionamiento dual, tengan sus unidades de trabajo y de respaldo suministradas desde ambos lados de cada sección del bus, de los tableros de interruptores relevantes.

Los equipos esenciales, que se requiere se mantengan en operación, en el caso de una pérdida de energía desde la fuente de suministro principal, contarán con un sistema de energía de emergencia de 4.16 kV, de 3 fases, que será alimentado por un generador, a motor diesel, de emergencia. Un transformador de 4.16 kV / 480 V alimentado por este sistema, a su vez, suministrará energía a 480 V, trifásica, 60 Hz para mantener operativo el centro de control de motores y de tableros. Los generadores diesel de emergencia, suministrarán la demanda de 4.16 kV y 480 V a los tableros de emergencia.

Algunos motores de la planta serán configurados en grupos escalonados, para tener una reacceleración automática y prevenir una sobrecarga súbita, posterior a una caída de voltaje.

PROTEGIDO POR



I.14.2. DIAGRAMA DEL SISTEMA DE DISTRIBUCION

La totalidad del sistema se muestra en la Figura 20.

La planta tendrá cuatro transformadores de reducción, dos de 13.8 kV a 4.16 kV y otros dos de 13.8 kV a 480 V. Cada transformador estará lleno de aceite y serán del tipo auto enfriado o enfriados por aire si se requiere, y dimensionados para suministrar la carga total, en el caso de una pérdida de energía debido a un fallo o apagado para mantenimiento. El tablero de alineación normal, tendrá un circuito de auto transferencia, que permita seleccionar entre dos interruptores automáticos de circuitos secundarios y un interruptor automático acoplador.

El tablero de 13.8 kV y 4.16 kV tiene interruptores automáticos circuitos de alineación con interruptores automáticos de vacío y contactores de vacío. Estos interruptores de circuito, tendrán un nivel continuo de corriente de 1,250 amperes y tendrán niveles adecuados de voltaje. Los niveles continuos de corriente, asegurarán que en caso de operar a carga completa los transformadores se accionan un sistema de aire forzado de enfriamiento.

Contactores de vacío, en combinación con fusibles, serán empleados para intercambiar los motores de alto y medio voltaje.

El resto de la distribución para la planta será suministrado a 480 volts derivado de los dos transformadores de 13.8 kV y 480 V. Se suministrarán 480 V, en carga normal, al tablero de control de motores.

Un interruptor de circuito, normalmente cerrado en 4.16 kV, conectará el bus primario, a un bus de emergencia para suministrar el interruptor principal de emergencia. Las cargas esenciales serán alimentadas a través de un bus de emergencia, impulsado por un generador alimentado a diesel, suministrando 4.16 kV. En condiciones normales de operación, los tableros de interruptores de operación normal y de emergencia están interconectados. Sin embargo, en una pérdida sostenida de energía, los interruptores automáticos de circuito, normalmente cerrados, se abren y el generador arranca automáticamente, se abre el interruptor de circuito, normalmente cerrado, del generador diesel y alimenta al tablero. Controles automáticos asegurarán que los generadores estén sincronizados, antes de que se realice la reconexión del tablero normal.

El tablero de emergencia de 4.16 kV alimentará a todos los sistemas esenciales, equipos críticos, instrumentos, válvulas operadas a motor, paneles de iluminación de emergencia, paneles de relevadores, cargadores de baterías y unidades de respaldo de energía (UPS) en la planta y sus instalaciones.

Arrancadores de motores automáticos, individuales de 480 V, tendrán interruptores automáticos para protegerlos de corto circuitos. Las cargas pequeñas, serán alimentadas desde un sistema de energía de una fase de 120 V, 60 Hz y su neutral. Todos los instrumentos no esenciales, serán alimentados por este mismo sistema.

Todos los motores de la planta contarán con las especificaciones necesarias de acuerdo a su uso. La subestación eléctrica, cuarto de interruptores, transformadores y el generador diesel, estarán localizados en áreas seguras. Todo el equipo eléctrico, instalado en áreas

peligrosas, deberá estar certificado para tal fin por una instancia reconocida internacionalmente.

Los cables tendrán blindaje de acero y de PVC, y de forma general estarán instalados en soportes (racks), charolas aéreas y conduit, con instalación subterránea donde se requiera (Anexo 2).



I.14.3. ALUMBRADO

Alumbrado de la Planta



Todas las áreas bajo techo y exteriores, contarán con alumbrado (activado por fotoceldas), esta última se hará a través de luminarias instaladas en toda la planta. En áreas donde las luminarias no puedan alumbrar de manera adecuada, se colocaran fuentes de iluminación locales adicionales.

La iluminación general será con un sistema de 480 Volts, 3 fases, 60 Hz y la iluminación suplementaria y de emergencia, será con 120

Volts, una fase, 60Hz. Las luces serán de sodio a alta presión o del tipo fluorescente. Conectores de tres terminales, se instalaran en todas las áreas de la empresa, para suministrar energía a lámparas por cables y herramientas manuales. El voltaje de esta línea será 120 Volts, una fase.

Por otro lado, se tendrán conexiones para máquinas de soldar, de 5 polos, 3 hilos con la capacidad de operar con este tipo de equipo. Toda la instalación eléctrica del sistema de iluminación, estará blindada con cable de acero y aquella cercana a la zona del reformador, deberá incorporar cables resistentes al calor.

El sistema de iluminación de emergencia y las luces de obstrucción (luces de advertencia para aeronaves), contarán con un sistema de energía independiente y estará conectado al tablero de energía de sistemas esenciales (Anexo 2).

Instalación de la iluminación en edificios

La instalación eléctrica dentro de los edificios, se hará conforme a los lineamientos de la normatividad correspondiente y contemplará medidas de seguridad para el personal.

Los cables de alta potencia, no serán instalados en los mismos conductos donde se lleven cables de bajo voltaje o de los sistemas de telefonía o intercomunicación. El mínimo tamaño de los cables será de 2.5mm.

El número de cables a instalar en los ductos o conduits, nunca deberá exceder el factor de espaciamiento del 35%. Requerimientos para gabinetes y sellos a prueba de fuego de equipo eléctrico se incluyen en los estándares internacionales correspondientes.

Todo el sistema de iluminación de los edificios, será diseñado para operar a 120V, con luminarias fluorescentes compensadas y conexión a tierra. Un sistema de iluminación de emergencia es considerado en el diseño, que tendrá luces de emergencia libres de mantenimiento y cargadores de batería (Anexo 2).

I.14.4. SISTEMA DE TIERRAS

El sistema de tierras de protección, se instalará conforme a las especificaciones correspondientes.

Todo el equipo eléctrico, operando por arriba del nivel de voltaje considerado bajo, debe ser protegido contra fugas de corriente. Para esto, todas las instalaciones hacia los usuarios, deben incluir una terminal de tierra o equivalente, conectado al sistema de tierras físicas, como se indica:

- Conexión a tierra de los enchufes.
- Conexión a tierra del embobinado secundario y de la carcasa del transformador.
- Metal expuesto de aparatos y equipos.
- Todo la estructura metálica asociada con sistemas de cableado, rejillas, canaletas, blindajes, conduits y cajas de conexión.

Para la conexión del cable de tierras a los electrodos de acero inoxidable, deberán emplearse tuercas, arandelas y tornillos del mismo material. Todas la demás formas de conectar el sistema de tierras en el resto de la planta, debe hacerse por mordazas, empalmes, tuercas y tornillos de materiales no ferrosos y/o materiales cadminizados. Nunca debe usarse material galvanizado.

Se deben instalar el número de electrodos a tierra, interconectados, de manera que la resistencia no exceda 1.0 ohm. Todos los electrodos, deberán tener un registro de inspección y prueba y solo se permite una conexión por electrodo. El número de registros se determinará en la etapa de ingeniería de detalle.

Tanto la estación de recepción de energía y la zona de transformadores, deberán contar con tapetes dieléctricos, de manera que se asegure que al pisarlos, cualquier voltaje presente esté limitado a valores seguros (Anexo 2).

I.15. INSTRUMENTACION

I.15.1. FILOSOFIA DE DISEÑO

La aproximación adoptada, para determinar el tamaño de los sistemas de instrumentación y control, se describe a continuación:

I.15.1.1. Objetivos del Sistema de Control

Los objetivos del sistema de control, son los siguientes:

1. Proveer de un control continuo, confiable, consistente y exacto del proceso.
2. Proveer instalaciones para un registro y monitoreo de alta integración del proceso.

3. Tener un sistema de alarma de desempeño confiable y consistente.
4. Contar con un sistema seguro de operación de la planta.
5. Alcanzar una alta eficiencia en la operación de la planta.
6. Alcanzar la repetitividad del proceso.
7. Minimizar intervenciones que requieran de tiempo del operador, adicionales a aquellas donde su participación es programada y necesaria.

I.15.1.2. Descripción General del Sistema de Control

En general, el sistema de control, tendrá dos sistemas operando de forma independiente y un sistema de detección de fuego y gas (SDFyG):

1. Un sistema de control y monitoreo, a través de un sistema de control distribuido (SCD), como se describe en la sección 1.15.2.
2. Un Sistema Integrado de Seguridad (SIS), el cual será completamente independiente en funcionamiento al SCD, como se describe en la sección 1.16.
3. Un Sistema de Detección de Fuego y Gas (SDFyG) de diseño pasivo, sin control automático en otros equipos, como se describe en la sección 1.11.3.

La consola de operación del SCD y SIS, se localizará en el cuarto de control, desde donde la operación normal de la planta será llevada a cabo. Tanto el cuarto de control, como el cuarto de equipo de instrumentos, tendrán aire acondicionado y dispositivos de detección de fuego y humo, localizados de tal manera, que provean de protección adecuada a equipos individuales y áreas ocupadas de manera permanente.

I.15.1.3. Instrumentos de Campo

La extensión y localización propuestas para los instrumentos de campo, se presenta en los diagramas que se encuentran en el Anexo 2, conforme con los códigos y estándares definidos en el proyecto.

La utilización de diferentes instrumentos para la medición de temperatura, flujo, presión y nivel, se determinarán por las condiciones del fluido de proceso. Las válvulas de control, serán en general, operadas neumáticamente.

1.15.1.4. Señales de Nivel

Las señales al y desde el cuarto de control serán electrónicas. En particular, las señales de entrada y salida análogas de alto nivel, deberán ser de 4-20 mA, alimentadas desde el SCD y los blindajes de los cables aterrizados únicamente en el SCD.

Las señales digitales desde el equipo de control de motores e interruptores de campo deben utilizar contactos secos o libres de voltaje. Las salidas digitales “secas”, deben

poder operar en el rango de los 24 V DC a 125 V DC o cargas inductivas de 120 V AC, 60 Hz hasta los 2 amperes.

Todos los equipos y accesorios deben ser diseñados, de acuerdo a la directiva ATEX 94/9/EC¹. A menos que se especifique de otra manera, debe especificarse para atmósferas peligrosas, Zona 2, Grupo Gas IIC.

El tipo de protección debe ser:

- A prueba de flama (Ex d)
- Seguridad Incrementada (Ex e)
- Intrínsecamente Segura (Ex ia / ib)
- Purgada (Ex p)

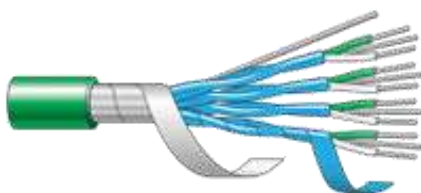
Equipo intrínsecamente seguro, solo debe ser usado donde se requiera de acuerdo a la clasificación de la zona.

Los lazos de control local serán neumáticos, donde todas las señales análogas neumáticas deberán estar entre 0.2 y 1.0 barg. La presión normal del aire de instrumentos, debe estar en 6 barg. Todos los instrumentos operados por aire, deben ser capaces de operar de manera correcta, con una presión mínima de aire de 4 barg, especialmente para alcanzar un apagado controlado en un tiempo de 30 minutos.

I.15.1.5. Cableado



Generalmente, un par de cables sencillos deben usarse, para llevar señales de campo desde los instrumentos de proceso, hacia la caja de conexiones instalada localmente. Estos cables normalmente operan en un rango de temperatura de -30°C a +105°C, y están forrados por una cubierta de PVC resistente al calor.



Cables múltiples (24 pares, 12 pares o 6 pares) o cables de comunicaciones deben emplearse para llevar señales entre las cajas de conexiones o multiplexores locales y el cuarto de equipo de instrumentos, dentro del cuarto de control.

Cables sencillos o múltiples o de enlace de comunicaciones, deben ser empleados para llevar la señal entre paneles locales y el cuarto de equipo de instrumentos. En general, cables de diferentes colores, deben emplearse para:

- Señales análogas
- Señales digitales de entrada
- Señales digitales de salida



¹ La Directiva ATEX, surgida y aplicable en la Unión Europea, describe qué tipo de equipamiento y ambiente es permitido para el trabajo en una atmósfera explosiva.

- Sistema contra fuego

Donde se empleen cables intrínsecamente seguros, estos deberán ser identificados de los no intrínsecamente seguros, por medio de un color diferente. Los cables de enlace de comunicaciones, también pueden emplearse para señales análogas. Racks y charolas se emplearán para llevar los cables, desde el instrumento de campo, hasta el cuarto de equipo de instrumentos. Todos los cables deben tener aislamiento de PVC y blindaje SWA². Los cables de núcleo múltiple tomando y llevando señales del cuarto de equipos de instrumentos, deben entrar a este cuarto a nivel bajo, a través de pasa muros debidamente sellados, para mantener las condiciones ambientales dentro del cuarto de control.

Una matriz de racks de cables se requiere que corra a nivel bajo, en el cuarto de equipos de instrumentos, para permitir que el cable sea enrutado bajo el piso, hacia los gabinetes adecuados. Los cables de sistema, también deben emplear esta matriz para llegar a su posición, debajo de la consola del operador del SCD, debajo del piso elevado del cuarto de equipo de instrumentos y cuarto de control.

Otros racks debajo del piso elevado se requerirán dentro de los cuartos de equipos de instrumentos y de control, para acomodar cables de energía y mantener una separación adecuada hacia los cables de señal. En caso de que se requiera llevarlo en forma subterránea, los cables deberán tener el blindaje SWA, estar recubiertos de PVC y contenidos en ductos. Los sistemas de cable redundantes, deberán estar en racks separados y lo más distantes unas de otras como sea posible.

I.15.1.6. Requerimientos Eléctricos

La alimentación de energía al SCD será de 120V, 60Hz, una fase. El sistema de respaldo de energía se hará a través de una fuente de energía ininterrumpida (UPS) a 120V, 60Hz. Los voltajes de control para solenoides, será de 120V, 60Hz pero puede cambiarse durante el desarrollo de la ingeniería básica. Toda la instrumentación de campo que requiera de energía eléctrica operara a 120V/60Hz nominales.

² Este tipo de cable (Steel Wire Armoured – SWA) puede emplearse para instalaciones fijas interiores y exteriores, en ductos o en líneas enterradas. El cable blindado de acero, cuenta con características mecánicas de protección y por ello puede usarse en exteriores, directamente enterradas en zonas donde se espera mucho estrés sobre las líneas.

I.15.1.7. Unidades Modulares

Algunas secciones de la planta, especificados como unidades modulares, serán suministrados completamente con sus instrumentos de campo y paneles de control donde se requiera. Esto incluye, pero no se limita a:

- Unidad de Calderas
- Planta de Aire
- Planta de Nitrógeno
- Sistema de Enfriamiento
- Planta Desalinizadora
- Sistema Desmineralizador
- Sistema de Potabilización de Agua
- Sistema de Aguas Residuales
- Unidad de recuperación de Gas de Purga
- Compresoras/Turbinas

Cada panel de control local, debe tener dispositivos de medición local e indicadores de estatus de alarma. En condiciones normales de operación, las unidades modulares serán controladas desde el panel local, aunque con cierto nivel de supervisión desde el SCD. Las alarmas de proceso comunes, serán repetidas desde el panel local hacia el SCD, a través de cableado de enlace o uno vía serial.

Las alarmas serán repetidas del panel local al Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS), con la intención de iniciar un apagado de emergencia.

En caso de falla que haga necesario un apagado de emergencia, se requiere de una conexión que envíe la señal desde el SIS hacia el panel local, para asegurarse que se tomen las acciones necesarias.

Los sistemas críticos, tendrán redundancia para:

- Suministro de Energía para el gabinete de control.
- Suministro de energía para PLC's y sus equipos asociados.
- Tarjetas y puertos de comunicación serial

I.15.2. SISTEMA DE CONTROL DISTRIBUIDO (SCD)

I.15.2.1. Generalidades

El Sistema de Control Distribuido (SCD) consistirá de dos componentes funcionales integrados:

I.15.2.2. Sistema de Control

Este consiste de estaciones remotas, estaciones de operación, comunicaciones y todo el equipo y software requerido para la operación normal de la planta. La distribución del equipo de las estaciones remotas, se limitará al cuarto de equipo de instrumentos. La consola del control, en el Centro de Control de Operador (CCO) permitirá al operador, monitorear y controlar el proceso.

La instrumentación conectada al SCD, proveerá de información de proceso de forma continua. El control se realiza por medio de circuitos cerrados, que son parte integral de SCD.



I.15.2.3. Instalación Central de Procesamiento

La Instalación Central de Procesamiento será capaz de obtener información desde el SCD, realizando cálculos y formateo de los datos que se presentan por medio de las estaciones del operador e impresoras. De igual manera, será capaz de realizar operaciones especializadas, que involucren más de una estación remota y que no sean parte de la operación normal de la planta.

I.15.2.4. Configuración del Sistema

General

El Control del sistema será configurado como se describe en esta sección y será desarrollado con los objetivos siguientes:

- Las funciones de seguridad de la planta, serán realizadas por un Sistema independiente de Seguridad Instrumentado (SIS). Sin embargo, el estatus de la planta de este sistema será monitoreado y registrado por el SCD, que es la ventana de operación primaria en la planta.
- Para mantener la integridad del Sistema de Control, la planta contará con capacidad de operar autónomamente, a un nivel de las estaciones remotas del SCD. Si las comunicaciones se pierden entre cualquiera de las estaciones remotas y el sistema de control, los puntos de ajuste de los controladores se congelarán y se generarán las alarmas correspondientes.
- El esquema de instalación se basará en las técnicas de un Sistema de Control Distribuido, usando enlaces de datos para el sistema de comunicaciones, que permitan reducir instalaciones y conexiones en sitio.
- El sistema debe permitir la coexistencia de las funciones de operación e ingeniería, sin afectar la recolección y procesamiento de datos normal.

Estaciones remotas

El equipo de las estaciones de operación remota, conformado por interfaces de Entrada / Salida (E/S) y gabinetes organizados en el cuarto de instrumentos. Una terminal de ingeniería se localizará dentro de las oficinas designadas.

Para mantener la integridad de las comunicaciones entre las estaciones remotas y otros equipos distribuidos en la planta, se contara con un canal de comunicaciones bidireccional, enrutado de manera separada, hacia sus diferentes destinos.

Interfaces de Entrada / Salida (E/S) de la planta

Las estaciones remotas, contarán con las capacidades de interface siguientes:

- Señales análogas de entrada
- Señales análogas de salida
- Señales digitales de entrada
- Señales digitales de salida
- Entradas de señal de temperatura (termocople/RTD)
- Entradas de transmisores inteligentes
- Entrada de pulsos
- Terminales de comunicación serial
- Bus de comunicaciones de campo.

Gabinetes de Integración



Se instalarán gabinetes, donde se integrarán las terminales de conexión para los cables de campo, que vengan desde los transmisores y elementos de control. La función normal de estos gabinetes, es servir de interface entre los cables que vienen de proceso y las tarjetas de conexión de E/S. Sin este tipo de gabinetes, se generan muchos problemas de operación y mantenimiento

del gran número de cables que se generan en la instalación.

Terminal de Usuario

Una Oficina designada, tendrá una terminal de usuario, para permitir el acceso local a todos los dispositivos y contará con protección por medio de llave. Se configurará, para que cuando no esté en uso, se revierta al modo de “Solo Visualización”, para mantener la seguridad de la planta.

Instalaciones de la Planta

Estas instalaciones, son aquellas correspondientes al sistema de control, que estarán disponibles en más de una estación remota. Las funciones requeridas, incluyen las siguientes:

- Comunicación con las estaciones remotas
- Registro de Históricos de la planta
- Manejo de las Alarmas/Eventos
- Monitoreo del Rendimiento
- Programas de aplicación
- Comunicaciones con el Operador

Centro de Control del Operador (CCO).

La interface del operador (terminal de usuario) en el CCO, deberá contar con:

- Una consola de control del operador
- Una impresora para reportes de Eventos/Reportes (E/R)

Todo el equipo debe ser diseñado para satisfacer los siguientes requerimientos operacionales:

- La consola debe ser diseñada para ser operada por dos operadores simultáneos.
- Debe ser ergonómicamente diseñada, para minimizar la cantidad de movimientos de los operadores y facilite la operación.

Consola de Control del Operador

La consola de interface de usuario, debe combinar 3 áreas funcionales como se indica:

- a. Una Interface Combinada del Operador, que debe tener:
 - Unidades de Visualización del Sistema de Control
 - Teclados y botones operativos
- b. Una Interface del Sistema de Seguridad (SIS), que debe tener:
 - Botones de paro
 - Interruptores de llave, para el paro del arranque (Si fuera necesario)
- c. Una Interface de Telecomunicaciones, que deberá contar con audífonos y otro equipo de comunicaciones.

Base de Datos

El sistema de control debe mantener una base de datos, que permita al operador visualizar información directa e indirectamente, relacionada con la planta. Los datos deben reflejar:

- Estado de las alarmas generales, estatus del grupo de alarmas, pre alarmas y alarmas de paro.
- Puntos de ajuste, señales de estatus / posición de las variables de medición y control, de los circuitos de control.
- Estatus de equipo (Ejemplo: Operación, paro, cortos, sobrecargas, aislamiento para mantenimientos o arranques, etc.).
- Datos diarios de la operación totalizados.

También deberá contener puntos definidos para cada entrada y salida física, derivada y pseudo entrada/salida, de manera que permita examinar toda la información pertinente sobre el sistema, como puede ser:

- Dispositivos Digitales
- Entradas y salidas análogas
- Valores calculados o derivados
- Totalizadores
- Pseudo entradas (vía conexiones seriales)
- Lazos de control
- Texto

Pantallas de Visualización

General

Todas las pantallas de visualización, deben contener un número de campos fijos que presentarán la información siguiente:

- Fecha y Hora
- Mensajes al fondo o parte superior de la pantalla o por medio de un visualizador dedicado
- Respuestas predefinidas al tablero, en localizaciones definidas.

Cada pantalla debe hacer máximo uso de colores, donde sea práctico. El cursor debe poder moverse en al menos cuatro direcciones (vertical, horizontal, hacia adelante y hacia atrás) sin eliminar o sobrescribir caracteres ya escritos, y deben poder ser editados sin tener que cambiar la pantalla completa.

Las pantallas deben ser actualizadas de forma dinámica, para reflejar cambios en los estados y valores de los datos mostrados. Todos los mensajes al operador, deberán ser entendibles para el operador (redacción, tamaño, contraste, etc.).

Debe permitir ser interactiva, de manera que se puedan recuperar los identificadores de datos siendo mostrados y de igual manera poder enviar el contenido de la pantalla, hacia una impresora, en cualquier momento, con solo oprimir una tecla, sin que esto inhiba las funciones de la estación del operador y de ser necesario se forme o coloque en la cola de impresión, si otros reportes o pantallas han sido enviados a impresión de forma previa.

Todas las pantallas y reportes, deben reflejar el estado actual de las alarmas y todos los datos, incluyendo si alguno de esos datos se encuentra en estado de alarma.

Información General en Grupos

Un máximo de 50 variables del proceso (entre análogas y digitales) pueden ser visualizadas al mismo tiempo. En caso de que un grupo de variables sobrepase ese límite, el sistema debe enfatizarlo.

Diagramas de Visualización

Cada pantalla debe poder incluir diagramas de visualización, por medio de Unidades de Visualización Gráficas (UVGs) o Semigráficas, que deben ser lo suficientemente realistas, para reconocer de manera inmediata, el proceso que está siendo visualizado. Esta forma gráfica de mostrar los datos, debe señalar el estado actual del equipo (por ejemplo

válvulas abiertas o cerradas) por medio de colores y textos contrastantes, que también señalen condiciones normales, condiciones de alarma o fallo. Las impresiones, deben también mostrar esta información.

Visualización de Datos Individuales

El sistema, debe permitir que el operador sea capaz de visualizar datos específicos y ver en forma detallada, mayor información del mismo, que venga del sistema de control, sobre su configuración y estatus actual y que también son actualizados al mismo ritmo que los demás datos visualizados.

Secuencias de visualización gráfica

Se contará con 3 niveles de secuenciación de visualización:

- Secuencia de ajuste de lazos
- Secuencia en tiempo real
- Datos Históricos

Variables de proceso pueden ser asignadas al mecanismo de secuenciación por medio de configuración. Las secuencias deben poder ser vistas en las UVGs o la impresora.

Información de Alarmas

La visualización de alarmas es un aspecto clave del sistema, debe ser capaz de mostrarlas en un número diferente de formatos (puntuales, resumen de alarmas e historial de alarmas). Cuando una alarma ocurre la pantalla debe mostrar en forma inmediata la condición, acompañada con una alarma audible.

Los resúmenes de alarmas, proveen de un historial cronológico de alarmas actuales y desconocidas, que se complementan, con el registro histórico de datos y eventos almacenados en un disco o medio físico de almacenamiento.

El SCD debe administrar este sistema para toda la planta y debe ser capaz de detectar su origen (SIS, fuego, pre alarma, etc.), y asignar niveles de prioridad.

Reportes

El SCD debe contar con un sistema de administración y configuración de reportes, tipo hoja de cálculo. Estos reportes pueden ser configurados en línea y estar disponibles en forma programada o bajo demanda.

Interfaces del sistema

El SCD debe interactuar con el Sistema Instrumentado de Seguridad (SIS), los controladores lógicos programables (PLC's), los sistemas de análisis del proceso, los sistemas de monitoreo de vibración y temperatura y otros sistemas basados en microprocesadores, así como tableros de interruptores, a través de enlaces seriales o cableados de E/S.

Todas las unidades modulares, deben contar con su propio PLC de secuenciación, que debe comunicarse al SCD, por medio de un enlace serial. Una vez que la información este en el sistema, estará disponible para todas las unidades de control históricos, etc.



Criterios de Diseño y Desempeño

Integridad del Sistema

El sistema de control es una parte esencial de la operatividad y seguridad de la planta, por tanto, debe mantener un alto nivel de disponibilidad e integridad. Esto deberá alcanzarse a través de:

- El uso de componentes y partes de alta confiabilidad.
- El uso de hardware redundante donde sea apropiado.
- Verificaciones rutinarias y/o automáticas.
- Arreglos simplificados para la identificación de fallas, reparación y reemplazo.

Confiabilidad

El sistema de control debe tener un alto grado de tolerancia al mal funcionamiento del hardware, software o a fallos del operador. Cada fallo generado, debe tener su efecto

localizado, de manera que el sistema de control se mantenga operativo, con una reducción posible en el nivel de funcionalidad. De igual manera, el sistema de control tendrá características de auto diagnóstico y minimización de control de pérdidas, en caso de fallos, de manera que el operador siempre dispondrá de un modo de acceder a los lazos de control de los elementos finales, aun en forma manual.

I.16. SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD (SIS)

I.16.1. General

El SIS se localizará en el edificio de control y debe poder ser activado en forma manual y automática, para implementar apagados del sistema para proteger al personal, el medio ambiente y la planta; de igual manera, debe ser capaz de realizar sus funciones de seguridad, independientemente de cualquier otro sistema de control de la planta. Este sistema, debe tener como mínimo:

- Iniciadores de paro de instrumentos de campo dedicados.
- Botones de paro para el operador.
- Lógica centralizada de apagado.
- Dispositivos de actuación de paro dedicados.
- Panel de Soporte de apagado.
- Indicadores de alarma (independiente del SCD).
- Instalaciones de anulación para mantenimiento.
- Reportes de secuencia de eventos.
- Terminales de visualización (Ingeniería).

El SIS debe contar con un alto nivel de integración con la interface de usuario, fallas individuales no deben resultar en pérdida del sistema completo.

I.16.2. Nivel de Requerimientos de la Integridad del Sistema

El SIS debe ser diseñado para cumplir los Niveles de Integridad del Sistema (SIL, System Integrity Level). El *IEC-61508 Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related Systems* (Seguridad Funcional de los sistemas eléctricos, electrónicos y eléctricamente programados) considera los riesgos potenciales al personal operativo y el medio ambiente, relacionando el fallo, a las condiciones de peligro en cada lazo.

El resultado de dicha consideración, si se toma, podría dar a cada lazo de control un nivel de integridad de sistema (SIL) un valor entre 1 y 4, que puede ser empleado para

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

determinar el más apropiado tipo de SIS a emplear, para proteger al personal, el medio ambiente y el proceso.

No se establecerán niveles de integridad del sistema individuales (SIL), ya que tomando el peor escenario para la planta, conforme a IEC 61508, la falla de un lazo puede derivar en una condición peligrosa y con la muerte de muchas personas dentro de la misma. **Este tipo de incidentes son de poca probabilidad de ocurrencia y muy poco frecuentes de suceder. En todo caso, estos factores dan para esta condición un nivel 2.**

Por tanto, el SIS debe ser programado y aprobado para sistemas de seguridad IEC 61508, SIL Nivel 2.

I.16.3. Interface del Operador.

La interface primaria del operador con el SIS, debe ser a través del panel de soporte de apagado (PSA) y sus indicadores asociados, que contendrán los interruptores de anulación del operador (OOS).

De forma alternativa, el proveedor del SIS, deberá suministrar computadoras personales, con seguridad probada y aprobada, para las interfaces gráficas del operador (UVGs) que puedan mostrar la operatividad del PSA y OOS, con el beneficio mínimo adicional de tener diferentes niveles de acceso y passwords de protección, registro de eventos y tiempos.

Los interruptores de anulación para mantenimiento (MOS) deben ser implementados, empleando una aproximación por cableado y/o software. Cada iniciador o entrada al SIS, debe tener un interruptor de este tipo, que al ser accionado, anule la funcionalidad del dispositivo de campo, pero no el de la alarma de contacto asociada.

Cualquier sistema de anulación por cables, debe ser instalado en los gabinetes del SIS, localizados en el cuarto de tableros, operado por medio de llaves y con un estricto sistema de control de permisos de trabajo.

“Interruptores de apagado en campo” podrán instalarse en la planta, para las aplicaciones críticas.

Una terminal de visualización (UVG) debe permitir la fácil reconfiguración y reprogramación del sistema (en línea y fuera de línea), que debe ser una actividad segura y restringida, protegida por medio de password, para prevenir accesos no autorizados.

Una Grabadora de Secuencia de Eventos (SER) monitoreará y facilitará el análisis de las señales de E/S de los arrancadores, los interruptores de anulación para mantenimiento (MOS), los interruptores de anulación del operador (OOS) y otras señales de seguridad relacionadas.

I.16.4. Redundancia

El SIS de la planta debe ser diseñado para maximizar la disponibilidad de la misma, reduciendo los tiempos de paro o pérdidas de producción, que pueden derivarse del fallo de un componente dentro del sistema.

El SIS debe contemplar en su diseño, el cambio suave y sin interrupciones, entre dispositivos redundantes, cuando falle el elemento primario, permitiendo el reemplazo en línea (operando) de todos los elementos que hayan fallado, sin ningún impacto negativo en la operación segura de la planta y/o el proceso. La redundancia dual, como mínimo, debe considerarse para:

- a. Los interruptores principales y cables de alimentación de la unidad principal de energía, así como los circuitos e interruptores de distribución de corriente (CA/CD).
- b. Fuentes de energía y controladores de proceso, con capacidad de hacer intercambio, en caso de fallo, con sus dispositivos de reemplazo, en forma automática, suave y sin interrupciones.
- c. Iniciadores, los cuales al activarse, puedan apagar de forma independiente, una planta o algunas de sus unidades modulares, contando incluso con dispositivos de campo por triplicado, seleccionando 2 de cada 3, en el SIS.
- d. Todos los componentes de la red, deben ser completamente redundantes, incluyendo interruptores de red, conexiones, cableado de red y sus nodos asociados (ej. controladores, estaciones de trabajo, etc.).

II. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE RIESGOS

Para la identificación de los probables tipos de riesgo se consideraron las características de la línea propuesta; un grupo multidisciplinario analizó los diagramas básicos de flujo de proceso (planta, amonioducto y gasoducto). Los criterios de selección para la metodología utilizada para la evaluación de riesgo fueron los siguientes:

- Estadísticas de clasificación de incidentes por componentes de los sistemas de la planta.
- Distribución típica de las causas de fallas.

II.1. Identificación de riesgos Potenciales

De acuerdo al punto anterior se identificaron los siguientes riesgos potenciales.

- Fuga en la tubería de gas natural.
- Fuga de amoniaco en el sistema de venteo.
- Fuga de amoniaco del tanque de almacenamiento.
- Fuga de amoniaco en las garzas (grúas hidráulicas).
- Fuga en las tuberías del proceso.
- Falla en almacén de sustancias químicas peligrosas.
- Sismo.
- Huracanes.
- Inundaciones.

II.1.1. Análisis de Fugas no controladas.

La identificación de riesgos se llevó a cabo seleccionando unidades del sistema considerando las siguientes categorías de eventos:

- Defectos de construcción y/o materiales;
- Fallas humanas durante la operación;
- Fuerzas externas/desconocidas;
- Daño por fuerzas naturales; y
- Corrosión.

Los componentes considerados:

- Conexión con punto de interconexión;

- Cuerpo de tuberías y tanques;
- Punto de Interconexión con estación de medición y regulación.
- Materiales de construcción.

Por su ubicación:

- Cruce o cercanía con alguna población.
- Cruce o cercanía con cuerpos de agua.
- Cercanía a instalaciones existentes;
- Interconexiones.
- Inicio de operación (vida útil).
- Antecedentes de fugas.
- Relación de accidentes industriales.

Posibles accidentes.

Los accidentes más comunes que pueden ocurrir durante la operación y mantenimiento son las posibles fugas causadas principalmente por:

- Fallas estructurales o mecánicas en las tuberías y equipos.- Estas causas son debido a defectos en los procesos de fabricación, soldadura y mantenimiento.
- Falta de mantenimiento.- Las fugas pueden presentarse cuando no se llevan a cabo las obras de protección anticorrosiva en tuberías, obras especiales y en válvulas de seccionamiento.
- Corrosión externa.- Por defectos en los sistemas de protección anticorrosiva, catódica y por deficiencia en los sitios donde se desarrollan las obras de cruzamientos especiales.

II.1.1.1. Análisis de Fugas de gasoducto.

El sistema de transporte de gas natural se ha descrito en el punto I.7, el cual se analiza en el apartado de HAZOP Preliminar y modelaciones.

II.1.1.2. Análisis de Fugas en el amonioducto y garzas.

De igual forma el sistema de transporte de amoniaco se ha descrito en el punto I.8, el cual se analiza en el apartado de HAZOP Preliminar y modelaciones.

Las fugas también pueden presentarse en las estaciones de bombeo y en las válvulas de seccionamiento o por errores de operación.

II.1.1.3. Análisis de Fugas de tanques de almacenamiento.

Los tanques de almacenamiento son el mayor riesgo para la planta, debido al volumen de producto que se maneja en ellos.

La corrosión del techo del tanque, en especial, ocurre fácilmente si no se instala y se mantiene adecuadamente con un material anticorrosivo.

De igual forma el almacenamiento de amoniaco se ha descrito en el punto I.6, el cual se analiza en el apartado de HAZOP Preliminar y modelaciones.

II.1.1.4. Análisis de Fugas en las tuberías del proceso.

Los eventos de fugas en las tuberías del proceso son similares a las fugas de la red interna de gas natural, por lo que no se llevó a cabo la modelación.

II.1.1.5. Análisis de Fugas en almacén de sustancias químicas.

Los eventos por fugas o derrames que se puedan dar en el almacén son considerados de menor riesgo por las cantidades menores de almacenamiento y características de las sustancias (ver hojas de seguridad en Anexo 7), por lo que no se realizaron caracterización de riesgo y modelaciones.

II.1.2. Análisis de Fugas controladas.

II.1.2.1. Análisis de Fuga de amoniaco en el sistema de venteo.

Como ya se describió en el punto de Condiciones de Operación 1.13, las descargas de amoniaco están controladas por medio de válvulas de escape que serán quemadas con ayuda de gas combustible en el quemador del proceso de amoniaco, por lo que no fue necesario el análisis de riesgos y modelaciones.

II.1.3. Análisis por eventos naturales.

Los eventos meteorológicos como sismos, huracanes e inundaciones, han sido considerados tanto en el diseño para la construcción y operación de la planta.

II.2. Medidas correctivas.

Cuando se presentan eventos como los descritos anteriormente, éstos serán corregidos con prontitud ya que por las características de los riesgos potenciales determinados al no atenderse el efecto al medio ambiente y a terceros pueden ser severos. Como se describen más adelante.

Se contará con un manual de procedimientos de emergencia.

II.3. Antecedentes de accidentes e incidentes

Debido a la urbanización de la zona, se estima que durante el desarrollo de cada una de las etapas se tengan cruces con infraestructura existente como: fibra óptica, infraestructura de energía eléctrica, drenajes, líneas de agua y vialidades.

A continuación se presenta una breve descripción de los métodos empleados.

II.3.1. Análisis Histórico de Accidentes

El análisis histórico de accidentes es un método del tipo cualitativo, el cual consiste en estudiar algunas estadísticas de accidentes importantes registrados en el pasado en plantas similares o con productos idénticos o de la misma naturaleza. Su análisis permite percibir el perfil cualitativo del tema objeto del presente texto: análisis, prevención y mitigación de los accidentes en la industria (Storch de Gracia, 1998).

Se basa en informaciones de procedencia diversa:

- Bibliografía especializada (publicaciones periódicas y libros de consulta).
- Bancos de datos de accidentes informatizados (tal es el caso de la información proporcionada por la Dirección General de Protección Civil, el Centro Nacional de Prevención de Desastres y la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente).
- Registro de accidentes de la propia empresa, de asociaciones empresariales o de las autoridades competentes.
- Informes o peritajes realizados normalmente sobre los accidentes más importantes.

El ámbito de aplicación de esta metodología observa una utilidad, principalmente, para el establecimiento de posibles riesgos en una instalación; además, sirve para hacer una

aproximación cuantitativa de la frecuencia de determinados tipos de accidentes, en caso de disponerse de una base estadística suficientemente representativa.

La principal ventaja en el uso de esta metodología de análisis de riesgo ambiental, es que el establecimiento de una hipótesis de accidentes se basa en casos reales.

De esa forma, a continuación se procede al planteamiento y desarrollo del análisis histórico de accidentes, tomando como marco de referencia los siniestros acaecidos tanto internacional como nacionalmente, conforme los siguientes puntos:

II.3.1.1. Marco General.

Las actividades como el transporte de sustancias a través de ductos subterráneos, transporte por unidades de transporte o como todo proceso industrial tiene cierto margen de riesgo que puede estar vinculado a manifestaciones de eventos no deseados como incendios o explosiones (derivados de fugas e ignición de la sustancia transportada) y otros factores como los siguientes:

- a) Inadecuado control de calidad de los componentes mecánicos del sistema de operación tales como bridas, empaques en válvulas y en los puntos de inicio y final.
- b) La frecuencia, continuidad y características de los programas de verificación y mantenimiento preventivo y correctivo.
- c) La eficiencia y rapidez de respuesta para el control de emergencias, de acuerdo a los planes de Seguridad Industrial y Protección Ambiental.

En lo referente al control de calidad de los componentes mecánicos del sistema de operación, esto representa para el proyecto en estudio un abatimiento del nivel de riesgo muy importante, debido a que la mayor parte de los materiales manejados en la industria del transporte de hidrocarburos, han demostrado cumplir con los estándares de calidad más importantes establecidos por la International Standard Organization (ISO), lo que generalmente resulta en nulas fallas en materiales y equipos de operación.

II.4. Estadística General de Accidentes:

Conforme a los datos publicados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente en su página electrónica de internet (www.profepa.gob.mx), el análisis estatal y anual de

accidentes en la República Mexicana, para el período 1993-2002, presenta la siguiente estadística:

Tabla 13 Análisis anual estatal (período 1993-2002).

	ESTADO	AÑO																	TOTAL
		1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	
1	TABASCO	69	96	140	113	116	57	100	85	89	92	94	118	85	63	65	44	46	1449
2	VERACRUZ	6	39	66	105	121	130	107	103	97	73	60	65	63	46	59	26	29	1315
3	CAMPECHE	1	20	14	15	70	55	45	34	42	41	48	116	39	5	9	2	4	577
4	GUANAJUATO	4	11	23	29	16	35	24	31	37	6	41	44	32	44	44	58	36	476
5	CHIAPAS	0	20	27	34	24	19	18	21	21	32	20	13	21	13	18	14	12	340
6	COAHUILA	9	11	28	25	27	18	14	24	19	12	14	6	9	11	16	24	26	321
7	NUEVO LEÓN	0	15	18	19	20	28	14	19	23	25	19	18	23	29	22	24	19	304
8	TAMAULIPAS	1	28	23	17	10	7	9	8	32	30	23	9	23	15	11	14	12	298
9	JALISCO	30	19	28	27	15	13	9	6	8	5	4	7	5	16	9	13	20	257
10	OAXACA	4	10	16	12	14	25	14	15	20	16	9	2	13	11	11	7	12	246
11	MÉXICO	3	22	17	25	10	13	7	4	22	20	9	7	6	7	5	6	14	240
12	SONORA	2	15	14	20	25	20	10	11	15	4	30	11	19	8	7	7	22	237
13	PUEBLA	1	5	17	15	22	18	8	12	15	19	6	13	15	10	18	12	4	207
14	HIDALGO	7	8	13	2	17	20	14	16	20	13	8	8	11	8	7	9	4	207
15	SAN LUIS POTOSÍ	1	6	13	11	15	10	12	9	15	17	13	2	17	2	8	7	9	161
16	BAJA CALIFORNIA	7	17	9	10	18	9	8	5	12	11	0	1	6	13	13	12	7	152
17	MICHOACÁN	1	2	7	15	11	12	12	8	14	13	7	16	19	11	8	6	8	151
18	CHIHUAHUA	6	15	22	17	11	5	4	1	8	3	11	7	3	7	6	6	12	146
19	SINALOA	2	8	7	11	5	1	6	6	6	9	2	2	4	5	11	2	7	140
20	TLAXCALA	0	6	11	8	6	8	5	6	9	1	2	5	1	4	4	5	6	84
21	DISTRITO FEDERAL	0	12	8	6	13	2	0	12	3	4	6	6	1	6	9	7	7	84
22	MORELOS	0	6	10	10	7	4	4	3	1	2	3	2	2	2	5	4	11	82
23	DURANGO	0	5	2	2	4	6	3	10	10	4	3	5	9	1	9	4	3	72
24	AGUASCALIENTES	0	1	1	11	10	6	3	3	5	3	0	1	6	4	4	1	0	69
25	QUERÉTARO	0	5	1	3	7	5	4	8	3	5	7	7	2	4	5	6	2	65
26	GUERRERO	2	3	2	10	5	3	2	2	3	0	1	1	1	1	0	3	7	59
27	YUCATÁN	0	0	1	2	5	6	4	3	5	2	3	1	8	4	10	5	8	59
28	NAYARIT	1	6	1	3	2	0	2	4	3	1	5	4	2	2	1	6	9	58
29	ZACATECAS	0	1	1	2	2	0	3	1	4	3	2	4	4	4	2	4	7	41
30	BAJA CALIFORNIA SUR	0	3	4	2	1	0	2	0	4	0	4	0	4	3	3	2	5	40
31	COLIMA	0	2	3	2	3	2	0	0	0	3	3	0	0	0	1	6	0	33
32	QUINTANA ROO	0	1	1	3	1	2	0	0	0	3	0	2	3	3	3	3	4	28
33																			
34	TOTAL	157	418	547	587	632	538	469	470	565	470	457	503	456	362	403	349	370	7998
35																			
36	EVENTOS / DÍA	0.43	1.4	1.5	1.61	1.73	1.47	1.28	1.28	1.55	1.29	1.25	1.38	1.25	0.99	1.1	0.96	1.01	1.29

Puede observarse que el estado de Sinaloa, se encuentra registrado en la 19ª posición con respecto a la incidencia de accidentes y los años con más eventos (11) fueron 1996 y 2007.

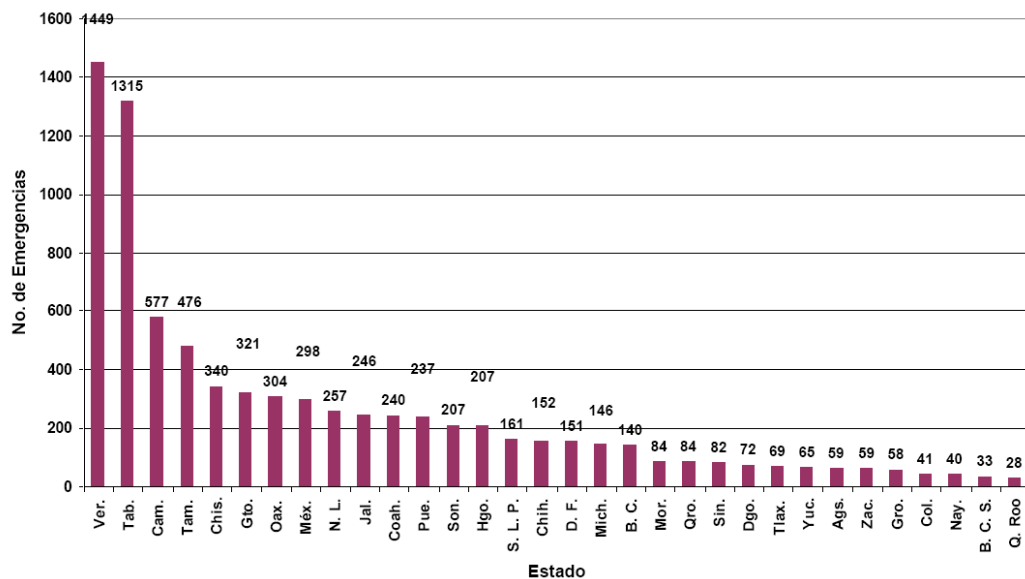


Figura 21 Distribución Estatal de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA durante el periodo 1993 - 2009.

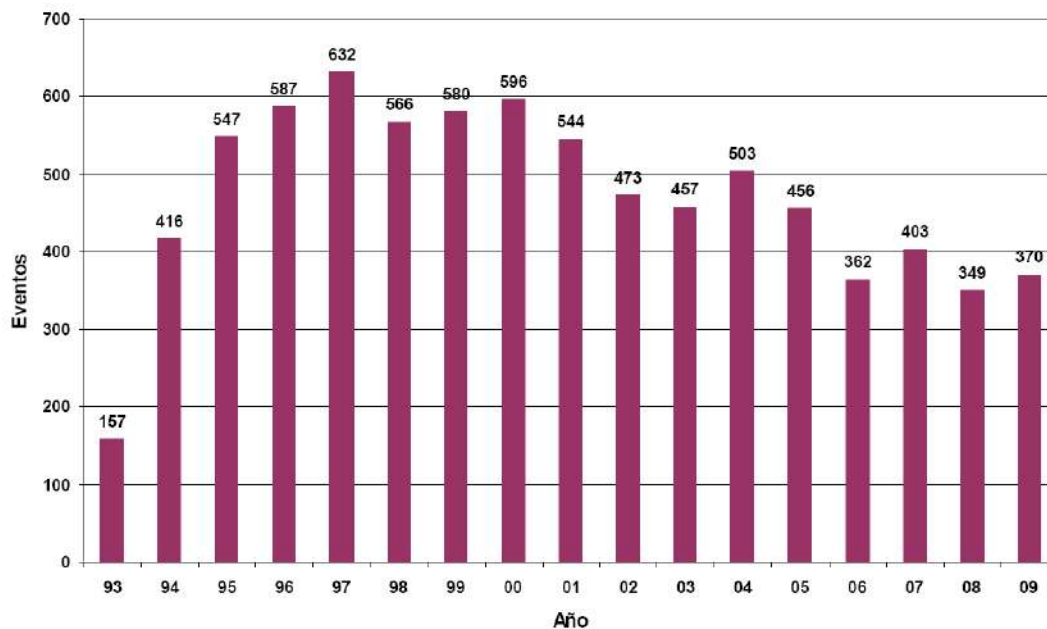


Figura 22 Distribución Anual de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA durante el periodo 1993 - 2009.

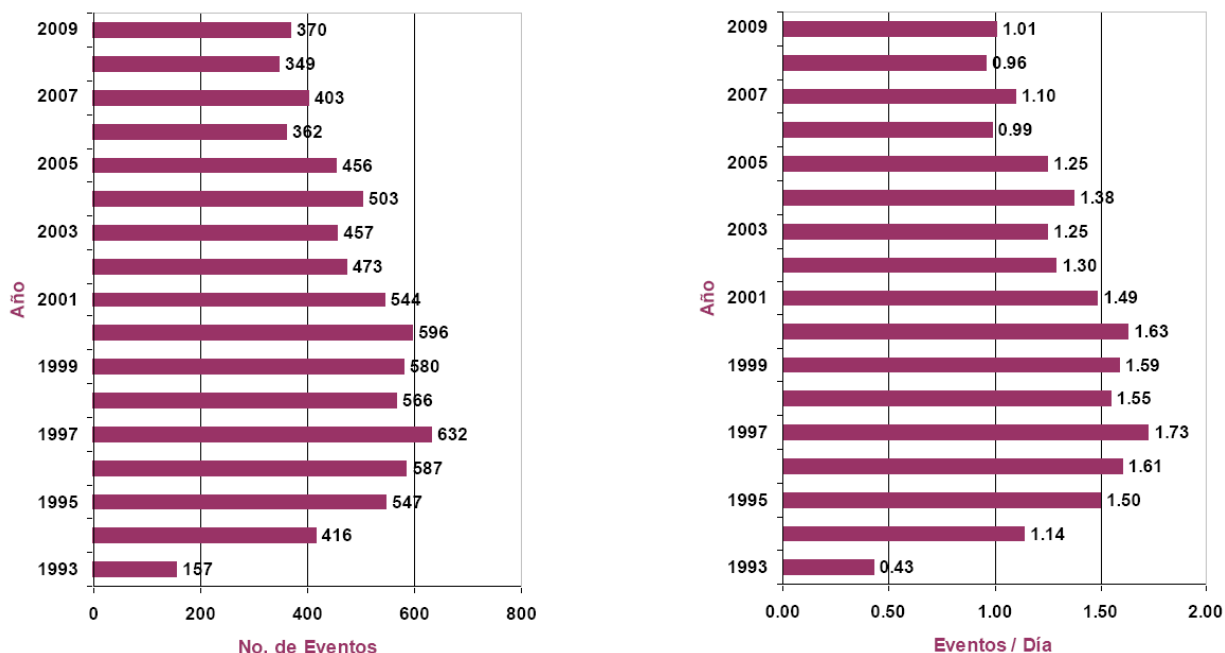


Figura 23 Análisis de las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA durante el periodo 1993 - 2009.

De los accidentes reportados, en el período 1993 – 2002, la PROFEPA establece que las principales sustancias involucradas son:

Tabla 14 Sustancias involucradas en los accidentes reportados entre 1993 y 2002.

SUSTANCIA INVOLUCRADA	PORCENTAJE (%)
Petróleo Crudo	42.08
Gasolina	7.83
Diesel	6.80
Combustóleo	5.39
Amoniaco	4.05
Gas L.P.	3.19
Gas Natural	2.30
Aceites	2.27
Ácido Sulfúrico	2.27
Solventes Orgánicos	1.10
Subtotal	77.28
Otras Sustancias	22.72
Total:	100.00

A este respecto, se puede apreciar que el Amoniaco y el Gas Natural se encuentran situados como unas de las sustancias reportadas con menor frecuencia en los accidentes analizados por la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. Esta sustancia se relaciona con un 2.3% de los accidentes ocurridos en la República Mexicana (para el período 1997 - 2002).

Por otra parte, para el período señalado entre 1993 y 2009, los accidentes reportados en el país se han presentado mayoritariamente en actividades de transporte, conforme se establece enseguida:

Tabla 15 Accidentes reportados en el país entre 1993 y 2009.

AÑO	NÚMERO DE EVENTOS	UBICACIÓN					
		PLANTA		TRANSPORTE		OTRO	
		NO.	%	NO.	%	NO.	%
1993	157	38	24.2	107	68.2	12	7.6
1994	416	92	22.1	221	53.1	103	24.8
1995	547	110	20.1	322	58.9	115	21.0
1996	587	149	25.4	332	56.6	106	18.1
1997	632	145	22.9	477	75.5	10	1.6
1998	538	96	17.8	429	79.7	13	2.4
1999	469	64	13.6	395	84.2	10	2.1
2000	470	68	14.5	392	83.4	10	2.1
2001	565	118	20.9	424	75.0	23	4.1
2002	470	114	24.3	337	71.7	19	4.0
2003	457	129	28.2	307	66.5	24	5.3
2004	503	201	40.0	280	55.7	22	4.4
2005	456	140	30.7	279	61.2	37	8.1
2006	362	98	27.1	219	60.5	45	12.4
2007	403	95	23.6	268	66.5	40	9.9
2008	349	81	23.2	217	62.2	51	14.6
2009	370	139	37.6	220	59.5	11	3.0
TOTAL	7998	2094	26.2	5182	64.8	722	9.0

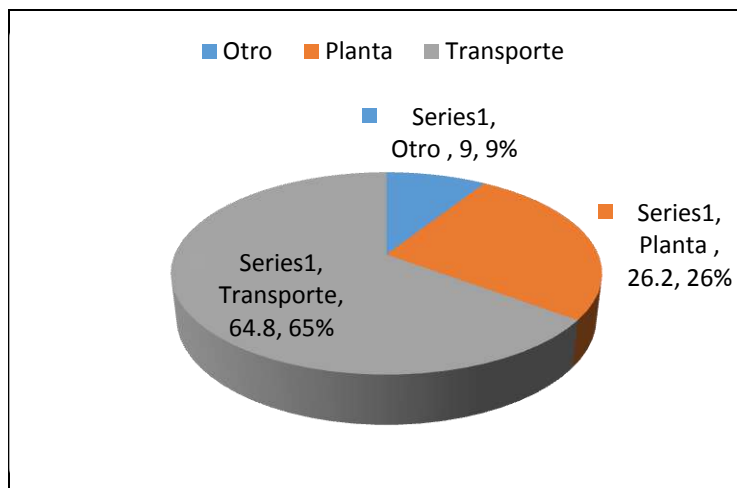


Figura 24 Ubicación de las Emergencias Ambientales (1993 – 2009).

Fuente: www.profepa.gob.mx Mayo, 2013.

A este respecto, el tipo de medios de transporte involucrados en accidentes con sustancias químicas peligrosas, en el mismo lapso de tiempo, tiene el siguiente recuento:

Tabla 16 Medio de transporte involucrado en accidentes en el país entre 1993 y 2009.

MEDIO DE TRANSPORTE											
AÑO	TOTAL	FFCC		CARRETERO		MARITIMO		DUCTO		OTRO	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%
1993	107	3	2.8	27	25.2	5	4.7	69	64.5	3	2.8
1994	221	15	6.8	65	29.4	2	0.9	139	62.9	-	-
1995	322	13	4.0	90	28.0	7	2.2	212	65.8	-	-
1996	332	13	3.9	96	28.9	9	2.7	214	64.5	-	-
1997	477	8	1.7	132	27.7	58	12.2	279	58.5	-	-
1998	429	13	3.0	133	31.0	55	12.8	228	53.1	-	-
1999	395	14	3.5	107	27.1	43	10.9	231	58.5	-	-
2000	392	5	1.3	118	30.1	33	8.4	236	60.2	-	-
2001	424	10	2.4	158	37.3	6	1.4	245	57.8	5	1.2
2002	337	9	2.7	140	41.5	6	1.6	179	53.1	3	0.9
2003	457	7	2.3	125	41.1	2	0.7	170	55.9	0	0.0
2004	503	4	1.4	99	35.4	2	0.7	175	62.5	0	0.0
2005	456	11	4.0	121	43.5	1	0.4	143	51.1	3	1.1
2006	362	2	0.9	102	46.6	4	1.8	111	50.7	0	0.0
2007	403	8	3.0	118	44.0	3	1.1	139	51.9	0	0.0
2008	349	7	3.2	134	61.8	2	0.9	73	33.6	1	0.5
2009	370	6	2.7	139	63.2	3	1.4	72	32.7	0	0.0
TOTAL	7998	151	2.9	1902	36.7	118	2.3	3003	58.0	8	0.2

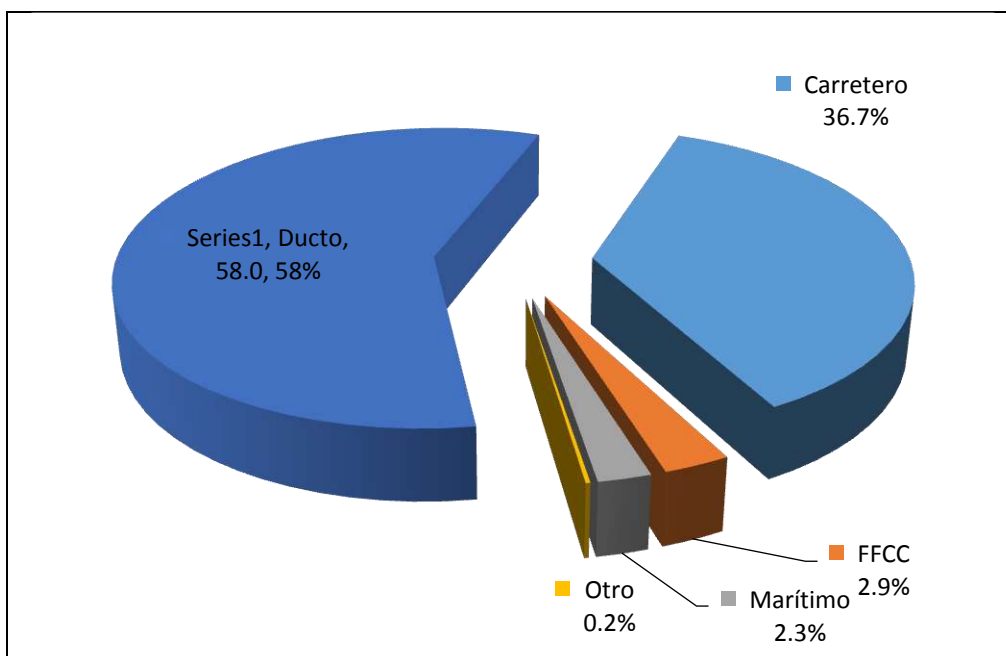


Figura 25 Medio de transporte involucrado en Emergencias Ambientales (1993 – 2009).

Fuente: www.profepa.gob.mx Mayo, 2013.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Observando los datos anteriores, se verifica una amplia preponderancia de accidentes relacionados con el transporte de sustancias peligrosas por medio de ductos, aunque se debe señalar que no necesariamente son por falta de medidas precautorias del responsable de este medio, puesto que es sabido que los ductos son sujetos a allanamientos para el robo de combustibles ó dañados por causa de obras que no respetan los distanciamientos y condiciones de seguridad establecidos por la normatividad correspondiente.

Otro aspecto relacionado con la estadística de accidentes en México, tiene referencia a la localización de los siniestros y el tipo de los mismos, conforme se muestra a continuación:

Tabla 17 Localización y tipo de accidentes.

AÑO	NUMERO DE EVENTOS	LOCALIZACIÓN						TIPO					
		TERRESTRE		MARÍTIMA		FUGA O DERRAME		EXPLOSIÓN		FUEGO		OTRO	
		No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No.	%	No	%
1993	157	154	98.1	3	1.9	141	89.8	9	5.7	3	1.9	4	2.5
1994	416	389	93.5	27	6.5	359	86.3	21	5.0	28	6.7	8	1.9
1995	547	540	98.7	7	1.3	428	78.2	35	6.4	53	9.7	31	5.7
1996	587	578	98.5	9	1.5	460	78.4	34	5.8	70	11.9	23	3.9
1997	632	574	90.8	58	9.2	541	85.6	49	7.8	26	4.1	16	2.5
1998	538	483	89.8	55	10.2	467	86.8	18	3.3	39	7.2	14	2.6
1999	469	426	90.8	43	9.2	446	95.1	7	1.5	16	3.4	0	0.0
2000	470	437	93.0	33	7.0	441	93.8	10	2.1	16	3.4	3	0.6
2001	565	530	93.8	35	6.2	517	91.5	17	3.0	19	3.4	12	2.1
2002	473	438	92.6	35	7.4	22	4.7	16	3.4	28	5.9	3	0.6
2003	457	414	90.6	43	9.4	22	4.8	20	4.4	21	4.6	8	1.8
2004	503	390	77.5	113	22.5	29	5.8	10	2.0	15	3.8	0	0.0
2005	456	414	90.8	42	9.2	52	11.4	28	6.1	38	8.3	0	0.0
2006	362	349	96.4	13	3.6	50	13.8	31	8.6	29	8.0	0	0.0
2007	403	382	94.8	21	5.2	55	13.6	25	6.2	34	8.4	0	0.0
2008	349	343	98.3	6	1.7	53	15.2	16	4.6	30	8.6	0	0.3
2009	370	356	96.2	14	3.8	67	18.1	23	6.2	34	9.2	1	0.0
TOTAL	5659	5170	91.4	489	8.6	558	9.9	264	4.7	342	6.0	0	0.5

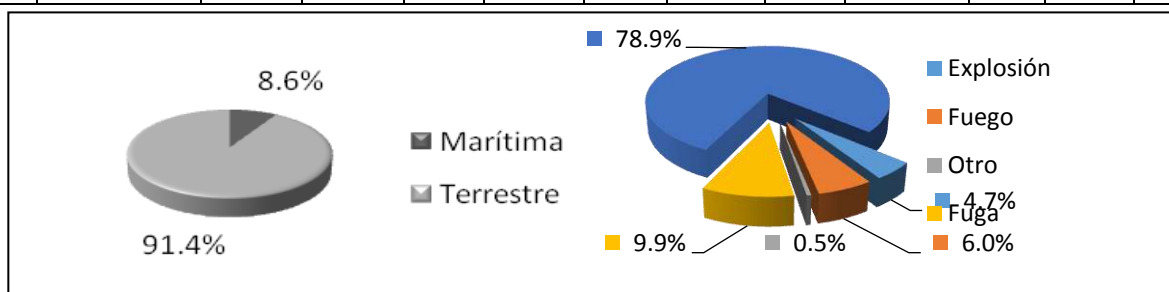


Figura 26 Tipo de accidentes (1993 – 2009).

Fuente: www.profepa.gob.mx Mayo, 2013.

De la información anterior, se desprende que la localización de accidentes en la República Mexicana se presenta en número superior en forma terrestre; sin embargo, esto no quiere decir que sean los que mayor daño provoquen al ambiente, dado que gran parte de los siniestros acontecidos en el medio marítimo han tenido consecuencias catastróficas sobre los recursos bióticos, principalmente en los marinos, por tratarse de sistemas muy frágiles. Así también, se puede apreciar que el mayor número de eventos analizados por la PROFEPA en el período 1993 – 2009, se vincula con fugas o derrames, lo cual tiene relación directa con el tipo de sustancias principales ligadas con accidentes, mencionadas anteriormente, destacando el petróleo, la gasolina, el diesel, el combustóleo, el **amoniaco** y el Gas L.P.

Finalmente, del análisis nacional y estatal de las emergencias ambientales registradas por la PROFEPA, en el 2009 se tuvieron 370 emergencias (tabla 19).

Tabla 18 Análisis Nacional y Estatal de las Emergencias Ambientales, Informe del Segundo Trimestre del 2005.

EMERGENCIAS TOTALES	TIPO DE EMERGENCIAS					UBICACIÓN		
	FUGAS	DERRAMES	EXPLOSIONES	FUEGO	OTRO	INDUSTRIA	TRANSPORTE	OTRO
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	24	0	0	0	24	0	0
2	0	2	0	0	0	0	2	0
2	0	1	0	1	0	0	2	0
10	0	8	0	2	0	3	7	0
3	1	1	1	0	0	1	1	1
14	3	1	2	8	0	6	3	5
3	1	2	0	0	0	2	1	0
6	2	1	1	2	0	3	1	2
1	0	1	0	0	0	0	1	0
5	1	4	0	0	0	1	4	0
5	1	2	0	2	0	2	2	1
6	0	1	5	0	0	2	2	2
1	1	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	0	0
2	0	2	0	0	0	0	2	0
3	0	2	0	1	0	1	1	1
10	0	9	0	1	0	0	9	1
5	0	5	0	0	0	0	5	0
1	0	1	0	0	0	1	0	0

0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	4	0	2	0	0	6	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	5	0	1	0	1	5	0
EMERGENCIAS TOTALES	TIPO DE EMERGENCIAS					UBICACIÓN		
	FUGAS	DERRAMES	EXPLOSIONES	FUEGO	OTRO	INDUSTRIA	TRANSPORTE	OTRO
27	0	25	1	1	0	6	21	0
10	1	9	0	0	0	2	7	1
4	0	3	0	1	0	1	3	0
26	2	22	0	2	0	4	21	1
1	0	1	0	0	0	0	1	0
8	0	7	0	1	0	1	6	1
192	13	143	10	26	0	62	114	16

Fuente: www.profepa.gob.mx Mayo, 2013.

II.4.1. Estadísticas de fallecimientos relacionados con el manejo, transporte de gas natural.

En 1989, había más de 1.6 millones de millas (2.6. millones de km.) de ductos de gas natural en los E.E.U.U. (Departamento de Transporte de los E.E.U.U., 1989). Este departamento ha mantenido registros de fallas o fugas reportadas que incluyen los cálculos de costos de daños, lesiones y muertos desde 1979 (Asociación Americana de Gas 1990). Debido a que en 1984 se cambiaron los requisitos de dichos informes, haciendo difícil combinar los datos anteriores y posteriores a estas fechas. Se seleccionaron los datos desde 1984 hasta 1989 junto con otras fuentes para realizar el análisis que se presenta en esta sección.

Tal como las estadísticas americanas lo muestran, los gasoductos son una de las modalidades de transporte disponible más seguras (Departamento de Transporte de los E.E. U.U., 1989). Tomando como base el millaje calculado de ductos de gas de 1989 y los datos de desempeño entre 1984 y 1989 mencionados anteriormente, la incidencia anual de fugas de gas de gasoducto es menor de una por cada 6,500 millas y la incidencia anual de ruptura es menor de uno por cada 10,000 millas. La tabla 20 enumera las muertes a causa de las diferentes modalidades de transporte en 1989. Tal como se muestra en esta tabla los gasoductos tienen las tasas anuales de muerte más baja (0,08%) de todas las modalidades enumeradas.

Tabla 19 Estadísticas de fallecimientos relacionados con el transporte (1989). Fuente: Compendio NTSB Vol. 9, No.S. Programa de Manejo: Dames & Moore, 1996.

Modalidades de Transporte	Muerte

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Modalidades de Transporte	Muerte
Carros de pasajeros	24,929
Camiones y vagonetas	9,365
Motocicletas y bicicletas	4,147
Peatones	6,525
Otra carretera	668
Aviación	1,158
Marítimo	991
Ferrocarril	601
Recreación	896
Tránsito	801
Otro comercial	95
Gasoductos	39

Del 100% de las muertes reportadas en relación con ductos, los gasoductos representaron menos del 0,059% del total de muertes en el transporte.

En la tabla siguiente, se muestra una comparación de las muertes relacionadas con el transporte de gas y los ductos en general con otras muestras de muertes accidentales. Comparado con el total de muertes accidentales, el número de muertes con gasoductos desciende a una tasa aún más baja, menor al 0,03% del total nacional.

Tabla 20 Estadísticas de fallecimientos relacionados con accidentes en EE.UU 1989.

Tipo de accidente	Muertes
Vehículos Motorizados	46,900
Caídas	12,400
Envenenamiento	6,500
Ahogamiento	4,600
Sofocación por ingestión de objeto	3,900
Armas de fuego	1,600
Otro	14,200
Ductos	39
Ductos de Transporte de gas	22

Nota: * Todos los datos fuera de lo observado, son estadísticas de 1989 según "Hechos de Accidentes" Edición 1990, Consejo Nacional de Seguridad Chicago, Il.; ** Incluyen las Complicaciones Médicas, Transporte Aéreo, Maquinaria, Sofocación Mecánica, Golpe por Caída de Objeto, etc.; *** Departamento de Transporte de los EE.UU., 1989.

II.5. Identificación de las causas de los accidentes.

Errores humanos.

Los errores humanos se originan por un sinnúmero de causas y que no son necesariamente atribuibles a los operadores, ya que la organización o bien las condiciones del centro de trabajo, influyen en gran medida.

El error humano incluye actitudes o prácticas incorrectas (inseguras) que originan como consecuencia que una persona no logre el objetivo o propósito deseado, esto es, por omisiones, acciones equivocadas o insuficiencia en los requerimientos de ejecución.

El origen de los errores humanos presenta diversas vertientes, destacando:

- Administración inadecuada.
- Distracción o fatiga.
- Falta de concentración o de memoria.
- Negligencia.
- Fallas personales por falta de o entrenamiento inadecuado.
- Secuencia indebida en la operación por deficiencias en el entrenamiento (incluye la falta de evaluación de operarios).
- Interrupción de operaciones en un momento no pertinente, por capacitación deficiente o negligencia.
- Condiciones ambientales relacionadas con la empresa.

De hecho, durante el análisis de los accidentes ocurridos en las diferentes instalaciones, el ambiente de trabajo es, probablemente, el factor que más contribuye a la causa de errores humanos, debido a que si los señalamientos o la presentación de información no resultan claros y evidentes, el acceso a los dispositivos de seguridad es complicado, o si las áreas operativas son reducidas, demasiado calientes o frías, o no existe una disposición ordenada, es muy alta la probabilidad de que los operadores cometan faltas.

Otro factor que es motivo de causa de accidentes por error humano, se refiere a los hábitos de trabajo inadecuados, incluyéndose deficientes prácticas de trabajo para llevar a cabo la producción, suministro o trasiego de combustibles, manejo de vehículos utilitarios (implicando el provocar rotura de tuberías y recipientes de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, por impacto con vehículos), realización de actividades de mantenimiento (reparaciones improvisadas o mal realizadas) y aplicación de medidas de control y protección de riesgos (instalación y ubicación deficiente de equipos y dispositivos contra incendio).

En cuanto a la administración, una situación de riesgo se induce por acostumbrar operaciones sin tener recordatorios, mediante capacitación o campañas de seguridad continuas, referentes a las condiciones de riesgo específicas en el centro de trabajo.

Fallo de equipos.

Algunas de las fallas más frecuentes, ligadas con la generación de accidentes, son:

- Operación de equipos e instalaciones obsoletas y en malas condiciones.
- Falta de inspección y de mantenimiento de equipos y accesorios, con lo que pueden presentar fracturas u orificios originados por corrosión en elementos metálicos. A este respecto, se incluyen las fallas o accidentes mecánicos producidos en equipos de proceso por desgaste o mala operación, lo cual puede debilitar las instalaciones de ocasionando eventos de riesgo.
- Instalación inadecuada de válvulas y demás accesorios de seguridad en los sistemas operativos, referentes a procedimientos y selección de materiales deficientes.
- Defectuosa calidad en la manufactura de válvulas y accesorios de calidad.
- Fugas y derrames ocasionados por deficientes prácticas de mantenimiento (falta de procedimientos, instrumentos y personal calificado).
- Rotura de tuberías y recipientes de almacenamiento de sustancias químicas peligrosas, por impacto con vehículos utilitarios o de proveedores.
- Fugas y explosiones provocadas por incendios en áreas contiguas.
- Explosión por sobrepresión en recipientes de almacenamiento, rebasándose su presión de diseño y la de la prueba hidrostática, conjuntándose con la falta de disparo de la respectiva válvula de alivio.
- Reparaciones improvisadas o mal realizadas.

Fallo de diseño o de proceso.

En este rubro, los factores que más inciden en la generación de accidentes, son:

- Incumplimiento a la normatividad referente al diseño y construcción de instalaciones (incluye sistemas hidráulicos, eléctricos, sanitarios, de combustibles y de manejo de insumos).
- Falta de implementación de sistemas de seguridad y de apoyo de las áreas operativas.

- Falta de instrumentación o mal estado de la existente, para medición de condiciones de operación o de detección de condiciones inseguras o de riesgo.
- Falta de sistemas de alarma o de comunicación que ayuden a que se controle oportunamente cualquier riesgo inminente.
- Instalaciones eléctricas no pertinentes para ambientes explosivos, en su caso.
- Consideraciones inadecuadas de la capacidad necesarias para la operación de los equipos de proceso.

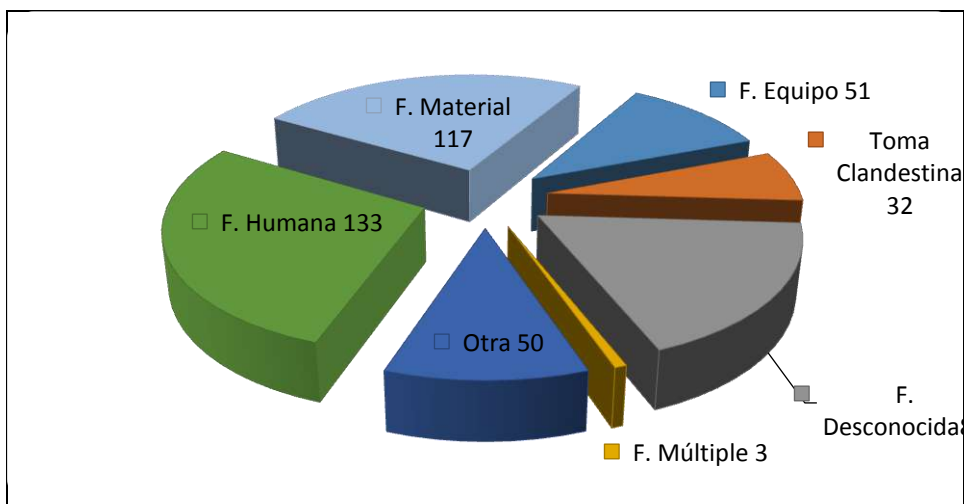


Figura 27 Identificación de las causas de accidentes.

Fuente: www.profepa.gob.mx Mayo, 2013.

II.6. Alcance de los daños causados:

Anteriormente, en el reporte de accidentes relacionados con el manejo de sustancias químicas en la República Mexicana, se establecieron de forma particular los daños provocados por cada uno de los accidentes registrados. De manera complementaria, a continuación se establece una relación general entre el número de emergencia y personas afectadas en accidentes ocurridos en el país, durante el período 1993 – 2009:

Tabla 21 Análisis Estadístico de los Daños a la Población, ocasionados por las Emergencias Ambientales reportadas a la PROFEPA durante el Período 1993 - 2009.

AÑO	NO. DE EMERGENCIAS	AFFECTADOS	AFFECTADOS/ EMERGENCIA	EMERGENCIAS POR DIA	AFFECTADOS POR DIA
1993	157	1,653	10.53	0.43	4.53
1994	416	667	1.60	1.14	1.83
1995	547	13,044	23.85	1.50	35.74
1996	587	18,190	30.99	1.61	49.84
1997	632	10,323	16.33	1.73	28.28
1998	538	7,792	14.48	1.47	21.35
1999	469	12,772	27.23	1.28	34.99
2000	470	16,390	34.87	1.29	44.90
2001	565	7,151	12.66	1.55	19.59
2002	470	13,881	29.53	1.29	38.03
2003	457	13,807	30.21	1.25	37.83
2004	503	23,197	46.12	1.38	63.55
2005	456	26,682	65.09	1.25	81.32
2006	362	4,932	13.62	0.99	13.51
2007	403	32,923	81.69	1.10	90.20
2008	349	11,141	31.92	0.96	30.52
2009	370	9,035	24.42	1.01	24.75
TOTAL	7998	241,785			
PROM.	470.47	14,222.65	30.23	1.29	38.97

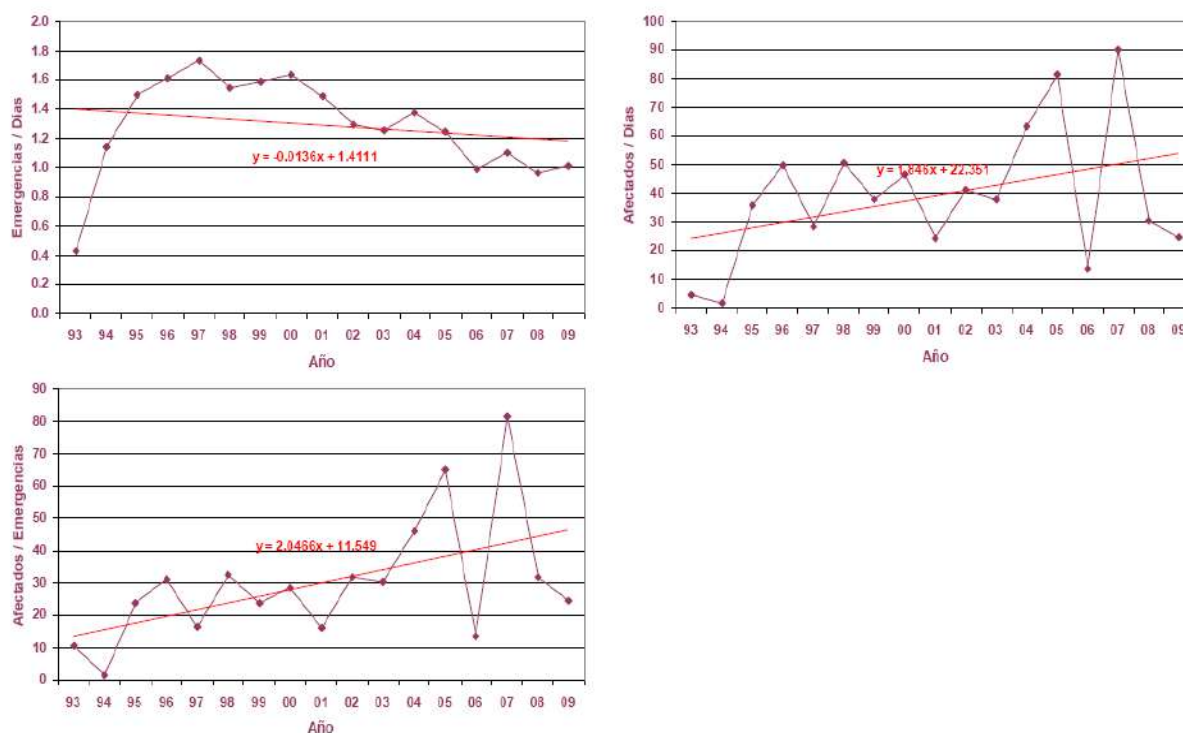


Figura 28 Análisis Estadístico de los Daños a la Población ocasionados por las Emergencias Ambientales Reportadas a la PROFEPA durante el periodo 1993 - 2009.

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

A partir de la información anterior, se desprende la siguiente tabla, en donde se desglosa para cada Estado de la República Mexicana, el número de Defunciones (D), Lesionados (L), Intoxicados (I) y Evacuados (E), provocados por los accidentes generados entre los años 1993 y 2009: Se observa que el estado de Sinaloa, se encuentra registrado en la 10ª posición.

Tabla 22 Análisis Estatal de Daños a la Población, (Período 1998 - 2009).

ESTADO	AFECTADOS (1998 - 2009)				GRAN TOTAL
	D	L	I	E	
VERACRUZ	100	514	306	30,156	31,076
JALISCO	86	445	350	27,303	28,184
México	5	14	218	19,628	19,865
NUEVO LEON	85	294	320	17,837	18,536
MORELOS	28	131	262	17,823	18,244
BAJA CALIFORNIA	8	54	329	15,179	15,570
CHIHUAHUA	13	150	101	14,718	14,982
DISTRITO FEDERAL	11	48	0	8,440	8,499
COAHUILA	10	91	394	7,642	8,137
SINALOA	5	15	247	6,655	6,922
AGUASCALIENTES	115	250	392	3,835	4,592
GUANAJUATO	4	7	24	3,205	3,240
MICHOACAN	24	56	27	2760	2867
OAXACA	44	48	264	2344	2700
HIDALGO	1	3	76	2582	2662
SONORA	5	15	57	2522	2599
COLIMA	35	47	50	1810	1942
CAMPECHE	34	57	25	1358	1474
TAMAULIPAS	32	29	328	1002	1391
DURANGO	2	20	6	780	808
YUCATAN	8	34	24	734	800
QUERETARO	0	8	3	614	625
TABASCO	17	16	32	458	523
GUERRERO	4	4	19	450	477
CHIAPAS	4	20	197	72	293
TLAXCALA	6	18	0	236	260
SAN LUIS POTOSI	22	24	20	159	225
NAYARIT	2	7	8	199	216
PUEBLA	7	12	3	74	96
ZACATECAS	0	8	0	50	58
BAJA CALIFORNIA SUR	5	14	10	0	29
QUINTANA ROO	12	4	0	0	16
TOTAL	734	2,457	4,092	190,625	197,908
AFECTADOS/DIA	0.17	0.56	0.93	29,49	45.18

I.15.1 Antecedentes de accidentes e incidentes en plantas de amoniaco

Sobreviven 4 en accidente con amoniaco, en Sinaloa.

<http://www.esmas.com>

CIUDAD DE MÉXICO, México, nov. 16, **2005**.- Las autoridades de Sinaloa confirmaron hoy que sólo cuatro personas sobrevivieron al accidente de un autobús con un camión cisterna de amoniaco que ayer dejó 38 muertos, la mayoría intoxicados o quemados por la sustancia. El accidente ocurrió en la tarde del martes cerca de Los Mochis, Sinaloa, cuando el camión cisterna perdió el control y chocó contra la parte trasera del autobús, precisó la oficina de Protección Civil. El impacto provocó una fuga de amoníaco que envolvió a los dos vehículos y que causó la muerte de la mayoría de las 38 víctimas, entre ellas el conductor del camión cisterna. Cuatro personas lograron sobrevivir al accidente y fueron ingresadas en hospitales de Los Mochis, una ciudad de Sinaloa, explicó la oficina de Protección Civil. La mayoría de las víctimas murió por intoxicación con amoníaco y muchos sufrieron quemaduras por el contacto con esa sustancia. Aún no han sido identificadas catorce de las víctimas, señaló la dependencia.

Crece accidentes por amoniaco 80% el 10-05-2007.

Abrirán centros de mantenimiento de nodrizas en los valles.

<http://www.noroeste.com.mx>

10 de Mayo de 2007. Las intoxicaciones y muertes generadas por amoniaco anhidro se han incrementado un 80 por ciento de agosto de 2005 a enero de 2007, reveló René Octavio Sánchez Montoya, subdirector de Salud Ambiental de la Secretaría de Salud.

Durante el anuncio del programa Centro de Servicios de Equipos y Nodrizas, Cesen, detalló que en el periodo indicado se registraron 39 muertes, 138 intoxicados y 2 mil 344 personas evacuadas como consecuencia de 11 accidentes en los que se esparció el químico.

"En los últimos años se ha venido originando repetitivamente accidentes en la transportación y almacenamiento de amoniaco en nodrizas y equipos aplicadores", explicó, "también se han presentado algunas fugas, derrames y explosiones de tanques en mal estado de conservación y mantenimiento de los equipos. "En los peritajes que se han hecho después de cada accidente se ha detectado mantenimiento deficiente en las nodrizas y que la vida útil de los equipos ha sido rebasada".

Sin especificar el número de accidentes relacionados con el amoniaco hasta antes de 2005, dijo que los casos que se presentaban antes de esa fecha eran esporádicos.

Sánchez Montoya señaló que el programa se implementará en una primera etapa en los valles de Culiacán y Navolato, pues es donde se han registrado más accidentes con dicho químico. Comentó que el Centro de Servicios de Equipos y Nodrizas dará servicio a los equipos usados en el campo sin costo en la mano de obra, con la única finalidad de facilitarles los medios para el mantenimiento. "El costo lo absorben los productores, todo lo que requieran sus aparatos y eso dependerá de cada aparato, lo que estamos ofreciéndoles es que no pagarán mano de obra y las piezas que requieran sus equipos serán al costo de fábrica", aseguró.

Fuga de amoniaco en Hermosillo provoca evacuación de más de 600 personas

<http://www.contrasteweb.com>

13 febrero, 2012

Hermosillo.- Una fuga de amoniaco durante una maniobra equivocada de un carro tanque obligó la evacuación de unas 600 personas del sector sur, unas 30 personas hospitalizadas y la movilización de 40 bomberos, decenas de socorristas de la Cruz Roja y personal de la Unidad Municipal de Protección Civil.



De acuerdo a los reportes, los hechos ocurrieron al filo de las 21:20 horas pero fue una hora después cuando las agencias de seguridad accionaron el plan de emergencia.

En la zona sur de Hermosillo densamente poblada el ambiente se impregnó del químico el cual logró afectar a unas 30 personas que fueron remitidas a diferentes hospitales de la capital.

A la medianoche a bordo de patrullas y vehículos particulares se inició la evacuación de personas ubicadas en las colonias Altares, Las Lomas, Nuevo Hermosillo y trabajadores nocturnos del Parque Industrial.

Vecinos de la zona reportaron que aún a las 04:00 horas de este lunes el olor al químico esparcido en un amplio radio del sitio del accidente se percibía fuertemente, pero la

comandancia de la Unidad Estatal de Protección Civil declaró a las 05:00 horas el conflicto bajo control.

Los hechos devinieron luego de que una pipa procedente del puerto de Topolobampo realizaba la maniobra de reenganche en un patio industrial ubicado en una zona densamente poblado.

Las autoridades informaron que en una maniobra errónea la pipa volcó y de inmediato inició la fuga del químico el cual bajo exposición directa resulta ser mortal.

Moviliza fuga de amoniaco a corporaciones

<http://laperladel desierto.blogspot.mx>

Por: Rafael León Pineda

Caborca, Sonora. Una fuga de amoniaco en un auto cisterna movilizó a las corporaciones de emergencia, donde se abocaron personal de Bomberos Voluntarios que estuvieron al pendiente del incidente que fue descubierto oportunamente por el chofer el tráiler procedente de Topolobampo, Sinaloa, cuyo destino era la ciudad de Mexicali, Baja California el cual venía cargado en un 95% de su totalidad.

Fue a las 18:45 horas de este domingo cuando los cuerpos de emergencia se trasladaron al kilómetro 111 de la carretera a Sonoyta, donde un camión con doble cisterna que transportaba amoniaco presentaba una fuga en uno de los auto tanques, el cual fue removido varios kilómetros más alejado del casco urbano en caso de una contingencia.

El comandante de Bomberos de Caborca, Carlos Abel Méndez, explicó que la fuga de presentó en una de las soldaduras del camión cisterna, donde la abertura era menor a un centímetro, pero lo que ponía en riesgo era que por el trayecto en carretera este de ajara y fuera más grande, lo que pudiera traer una probable intoxicación en por las comunidades que pasara en su trayecto.

Protección Civil Municipal, a cargo de José Luis Vargas Salinas, se presentó en el lugar, donde en coordinación con bomberos acordaron en trasladar la unidad cinco kilómetros más fuera de la ciudad, donde el amoniaco sería intercambiado a una pipa que prestaría una empresa particular, para evitar riesgos.

El tráiler era conducido por Alvino Puga Romero, el cual remolcaba dos tanques con amoniaco, con capacidad de 45 mil litros, y un peso de veinticinco toneladas cada uno, con razón social de Miguel Puente Barraza, con domicilio en Navajo, Sonora.

Bomberos acuden a Coca Cola por fuga de amoníaco

Aura Lacayo Matus

Martes 3 de febrero del 2004. Las labores del personal de la empresa Coca Cola, ubicada en Carretera Norte, se vieron afectadas la mañana de ayer, debido a la fuga del gas amoníaco de uno de los tubos de las instalaciones internas del área de mantenimiento, donde se ubican las tuberías para el químico.

La fuga afectó a todo el personal que labora en la empresa así como el sector que colinda, a eso de las 10:30 a.m. de ayer lunes.

Máximo Martínez, operador de la sala de máquinas, de la Coca Cola, explicó que una de las placas de la tubería se rompió originando la salida del químico al ambiente.

“Una placa se rompió y ahí fue la fuga de amoníaco, es un químico peligroso, lo ocupamos para refrigeración del aceite y es un líquido perjudicial para la salud, ahí es una área restringida, con decirte que sólo entra personal autorizado, esto afecta al organismo, es un gas paralizante, peor que una bomba lacrimógena, fue un accidente”, manifestó Martínez. Por su parte, el subcomisionado Eleazar Eugarríos, de la Dirección General de Bomberos, manifestó que es la segunda vez que esta empresa sufre escape de químicos y criticó que sean las empresas aledañas, y no la Coca Cola, las que llamen a los Bomberos, al sentir el olor.

“Es un gas letal perjudicial a la salud de los trabajadores, el llamado que recibimos no fue el de la Coca Cola, sino el de otra empresa, nos preocupa un poco que no haya sido la empresa, porque este tipo de emergencia que es tan peligroso, tienen que ser ellos los



Uno de los trabajadores de la Empresa Coca Cola, tuvo que utilizar un traje especial para entrar al área de mantenimiento donde ocurrió la fuga del gas amoníaco.

primeros en avisar, tengo entendido que el año pasado tampoco avisaron sino que fue otra empresa. Ellos tendrán sus medidas internas, pero ahí hay vidas humanas”, expresó. LA PRENSA, insistió en comunicarse con las autoridades competentes de la empresa, pero no quisieron dar declaraciones del incidente.

Nueva Fuga de Amoniaco

<http://www.lapoliciaca.com>

Mazatlán, Sinaloa. Lunes, Agosto 05, 2013 - Por enésima ocasión, una fuga de amoniaco



de una fábrica de hielo movilizó a los cuerpos de auxilio ayer sobre la avenida Gabriel Leyva, a la altura de la Jumapam.

De hecho, ante el fuerte olor a gas, Bomberos y Protección Civil decidieron cerrar la avenida a la circulación de vehículos y de personas.

También se optó por evacuar al personal de la junta de Agua Potable, ya que el olor inundaba las oficinas de la para municipal y algunas secretarías acusaban ya dolor de estómago y de cabeza.

La fuga de amoniaco fue reportada poco antes de las nueve de la mañana.

De inmediato acudieron los elementos de guardia de la estación Leyva del cuerpo de Bomberos, que está prácticamente a la mano.

De igual manera acudió personal de Protección Civil.

Se introdujeron a la fábrica de hielo -justo atrás de la Jumapam- en donde detectaron el problema y a pesar de que empleados de la planta negaron que se tratara de una fuga, el olor a gas lo confirmaba.

Se le pidió al encargado arreglar el desperfecto so pena de proceder al cierre definitivo.

No es la primera ocasión que esto ocurre, trascendió por vecinos y comerciantes de la avenida.

Después de algunos minutos se abrió nuevamente el paso a la circulación.

I.15.2 Antecedentes de accidentes e incidentes en ductos de transporte de amoniaco

Denuncian PROFEPA y Energía a Pemex por la fuga de amoniaco

<http://www.jornada.unam.mx/2005>

Viernes 15 de abril de 2005. Antes del peritaje, el titular de la SEMARNAT asegura que no hay daños ambientales en Veracruz

Familiares de trabajadores desaparecidos luego de la fuga de 60 toneladas de amoniaco en Nanchital, Ver., 14 de abril de 2005. El gobierno del estado confirmó hoy la muerte de cinco personas, la desaparición de cuatro y la intoxicación de 23 a causa del derrame de 60 toneladas de amoniaco, ocurrido el miércoles, y que mantiene acordonada y en estado de emergencia a esta población asentada sobre una red de ductos de Petróleos Mexicanos (Pemex).

El titular de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), José Luis Luege Tamargo y el secretario de Energía, Fernando Elizondo Barragán, informaron que presentaron sendas denuncias penales contra la paraestatal por daños al ambiente y se le aplicará una multa administrativa, además de que el poliducto será clausurado, dijo el procurador ambiental.

Explicó que los fallecidos y los desaparecidos eran trabajadores de Reparaciones Navales y Petroquímicas, empresa contratista de Pemex, quienes intentaban cambiar un tramo de tres metros de un ducto de propileno en mal estado, pero por error cortaron la tubería que moviliza amoniaco del complejo de Pajaritos a Cosoleacaque.

Luege Tamargo dijo que la confusión al realizar las obras está perfectamente registrada, así como la falta de asistencia del personal de supervisión de Pemex a la compañía contratista, lo que provocó la fuga del gas tóxico.

La Profepa informó que se dictaron tres medidas de urgente aplicación para Petróleos: recolección del amoniaco que está en la cepa, elaboración de análisis del agua en el arroyo Tepeyac y caracterización del suelo.

Asimismo, le solicitaron un informe pericial de las causas que originaron el accidente y confirmaron que se indemnizará a los familiares de los cinco trabajadores fallecidos.

Pero aun antes del peritaje, el titular de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, Alberto Cárdenas Jiménez, estableció que no hay daños ambientales que lamentar.

"La negligencia salta a la vista, no hay vuelta de hoja", estableció por su parte Claudio Torres Nachón, presidente del Consejo Estatal de Protección al Ambiente en la entidad, quien confirmó que se trató de un error humano, y tampoco descartó demandar penalmente a Pemex.

Pero Luis Ramírez Corzo, director general de la paraestatal y Rafael Beverido Lomelí, de Pemex-Petroquímica, explicaron que si no había supervisión de los trabajos que se pretendía realizar fue porque la empresa contratista actuó unilateralmente.

En Jalapa, el gobierno del estado informó que los trabajadores fallecidos fueron identificados como Daniel Armas Galván, Adolfo Santiago Morales, Víctor Vasconcelos Domínguez, Eusebio González y Ezequiel Fuentes Velásquez. Tres eran vecinos de Ixhuatlán del Sureste, uno de Coatzacoalcos y otro de Minatitlán.

Agregó que la recuperación de los cuerpos se efectuaría hasta la noche de este jueves, para garantizar la integridad física de los rescatistas, al igual que la de los peritos criminalistas de la Procuraduría General de Justicia y otros elementos que intervienen en las diligencias.

En presencia de Ramírez Corzo, con quien estuvo en el lugar del siniestro, el gobernador Fidel Herrera Beltrán afirmó que se ejercerá la acción penal contra quien resulte responsable de este accidente ante los ministerios públicos del fuero común y federal.

A los familiares de los trabajadores muertos les reiteró el compromiso de defensa de su gobierno, en términos de la ley, ante la empresa contratista para la cual trabajaban y ante Pemex para que se cumpla con las indemnizaciones y asuma su responsabilidad civil.

Antes, a su paso por el puerto, Herrera Beltrán manifestó que Veracruz dice "ya basta" a lo que ocurre en Pemex. "Esto puede ser explicable, pero no es admisible ni tolerable, y por encima de responsabilidades penales, que las hay, también hay civiles, y lo que no se puede reparar jamás es una vida, y no queremos esta constante zozobra."

El alcalde nanchiteco, Francisco León Ocejo, informó que aún se perciben las emanaciones de amoniaco, por lo que se mantendrá el estado de emergencia hasta el viernes y se estará vigilante del comportamiento de los vientos, que pueden llevar los gases a otro rumbo de la ciudad.

Recordó que ayer se desalojó a más de 6 mil vecinos de las colonias Guadalupe Tepeyac, San Miguel Arcángel y Los Mangos. En los albergues permanecen 365 personas, el resto se alojó con familiares.

Asimismo, ante la intoxicación de seis alumnos, las clases se reanudarán hasta el lunes en los 47 planteles de la ciudad, así como en el vecino municipio de Ixhuatlán del Sureste, que también resintieron los efectos tóxicos.

El quinto accidente

Este es el quinto accidente que se presenta en la zona en los últimos cinco meses. El 13 de marzo hubo una fuga de hidrocarburos en Nogales, y la madrugada del día 15 de ese mismo mes ocurrió otro derrame de al menos 5 mil litros de crudo en la congregación San Rafael, municipio de Hueyapan de Ocampo.

Se trataba del mismo oleoducto de Pemex que el 28 de enero provocó una filtración subterránea de combustible en el rancho San Rafael, propiedad de Agustín Sosa Luna, ubicado en el ejido Cuatotolapan, a la altura del kilómetro 102-590 del oleoducto Nuevo Teapa-Poza Rica y que se rompió el 22 de diciembre del año pasado.

La Profepa tiene identificados 42 ductos con aproximadamente 30 años en operación y llegaron ya al fin de su vida útil, aunque lo hacen bajo esquemas de seguridad de acuerdo con la normatividad de Pemex.

Jesús Lastra, Guadalupe López, Andrés T. Morales y Martín Sánchez, corresponsales y Angélica Enciso y Juan Balboa, reporteros

Ocorre una fuga de amoniaco en Topolobampo.

www.debate.com.mx | Rafael Inés Verdugo

29/08/2007 18:00:00. El barco José Colomo descargaba amoniaco cuando falló una conexión

El caso no pasó a mayores

Una fuga de amoniaco de un barco en el muelle de Pemex en Topolobampo provocó alarma entre los vecinos del puerto.



El caso no pasó a mayores porque las labores de control de la fuga fueron efectivas por parte del personal de Pemex.

El buque-tanque en el que se registró el problema es el "José Colomo". Los hechos ocurrieron ayer poco después de mediodía.

El personal de la paraestatal realizaba maniobras de descarga de amoniaco del barco a un tanque de almacenamiento de las instalaciones de Pemex. Pero una falla en la junta de la tapa de registro del tanque de almacenamiento de estribor del barco provocó la fuga de amoniaco.

Ante eso, el personal de los remolcadores 53 y 56 arrojaron agua para evitar que la nube de gas tóxico se dirigiera hacia la población del puerto.

Fuga de amoniaco de Pemex deja tres muertos en el sur de México

<http://es-us.noticias.yahoo.com>

México, 20 ago (EFE).- Una fuga de amoniaco en una tubería de Petróleos Mexicanos (Pemex) causada por maquinaria pesada dejó tres muertos, 10 lesionados y 40 intoxicados en el sureño estado de Oaxaca, informó hoy la petrolera estatal en su cuenta de Twitter.

"Protección Civil de Oaxaca confirma el fallecimiento de tres personas, así como 10 lesionados y 40 intoxicados", señaló Pemex.

La fuga ocurrió en un conducto de la refinería "Antonio Dovalí Jaime" de Salina Cruz, que se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec cerca del poblado Campo Nuevo, "mientras se realizaban trabajos de ampliación de una carretera".

La petrolera precisó que el accidente fue provocado por una retroexcavadora de una compañía privada, que causó daños al conducto que conecta la refinería de Salina Cruz en Oaxaca con la petroquímica de Cosoleacaque, estado de Veracruz, en el Golfo de México.

El percance fue atendido por el personal de Pemex, que fue apoyado por Protección Civil y autoridades federales, estatales y municipales en el estado.

Detalló que de inmediato se cerraron las válvulas y se cortó el suministro del gas.

El director de Protección Civil de Oaxaca, Manuel Maza, informó sobre la muerte de las tres personas, 10 lesionados y más de mil evacuados.

Maza explicó que se aplicó el plan de emergencia de auxilio a la población por parte del Ejército, la Marina y las corporaciones policiales.

Víctimas por nube de amoniaco en Oaxaca suben a 7; hay 40 intoxicados

<http://www.24-horas.mx/>,

21 de agosto de 2013. Pemex confirmó el saldo de la fuga registrada en el poblado de Campo Nuevo



Petróleos Mexicanos (Pemex) confirmó que asciende a siete el número de personas fallecidas por la fuga de amoniaco que se produjo en el ducto de 10 pulgadas del tramo de Cosoleacaque-Salina Cruz, en Oaxaca.

En su cuenta oficial de la paraestatal en Twitter, se informó que lamentablemente también 40 intoxicados.

Pemex expuso que el incidente se produjo luego de que maquinaria de la compañía Cuadro Rojo realizaba trabajos de ampliación de una carretera.

Asimismo, agregó que el operador de la maquinaria golpeó el ducto mencionado, ubicado cerca del poblado Campo Nuevo, Oaxaca, por lo que de forma inmediata se procedió al cierre de las válvulas y al corte del suministro de producto.

Una fuga de amoniaco de Pemex deja tres muertos en el sureste de México

<http://noticias.lainformacion.com>

México, 20 ago (EFE).- Una fuga de amoniaco en una tubería de **Petróleos Mexicanos** (Pemex) causada por maquinaria pesada dejó tres muertos, 10 lesionados y 40 intoxicados en el sureño **estado de Oaxaca**, informó hoy la petrolera estatal en su cuenta de **Twitter**.



Tabla 23 Resumen de accidentes por el manejo y almacenamiento de amoniaco

FECHA	TIPO DE INSTALACIÓN	UBICACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS
15 de abril de 2005	Poliducto. Red de ductos de Petróleos Mexicanos (Pemex).	Nanchital, Veracruz	Pemex por la fuga de amoniaco derrame de 60 toneladas de amoniaco. Cambiar un tramo de tres metros de un ducto de propileno en mal estado, pero por error cortaron la tubería que moviliza amoniaco del complejo de Pajaritos a Cosoleacaque.	Muerte de cinco personas, la desaparición de cuatro y la intoxicación de 23. trabajadores de Reparaciones Navales y Petroquímicas, empresa contratista de Pemex,	Recolección del amoniaco que está en la cepa, elaboración de análisis del agua en el arroyo Tepeyac y caracterización del suelo. Indemnización a los familiares de los cinco trabajadores fallecidos. Desalojó a más de 6 mil vecinos de las colonias Guadalupe Tepeyac, San Miguel Arcángel y Los Mangos.
16 de nov de 2005	Camión cisterna de amoniaco	Cerca de Los Mochis, Sinaloa,	Camión cisterna perdió el control y chocó contra la parte trasera de un autobús	38 muertos, la mayoría intoxicados o quemados por la sustancia y Sobreviven 4	
10 de Mayo de 2007	Centro de Servicios de Equipos y Nodrizas, Cesen,	Valles de Culiacán y Navolato	Mantenimiento deficiente en las nodrizas y que la vida útil de los equipos ha sido rebasada. fugas, derrames y explosiones de tanques	39 muertes, 138 intoxicados y 2 mil 344 personas evacuadas como consecuencia de 11 accidentes en los que se esparció el químico	
29 de agosto de 2007	Barco en el muelle	Topolobampo	Maniobras de descarga de amoniaco del barco a un tanque de almacenamiento de las instalaciones de Pemex. Pero una falla en la junta de la tapa de registro del tanque de almacenamiento de estribor del barco provocó la fuga de amoniaco	Provocó alarma entre los vecinos del puerto.	Control de la fuga el personal de los remolcadores 53 y 56 arrojaron agua para evitar que la nube de gas tóxico se dirigiera hacia la población del puerto.

FECHA	TIPO DE INSTALACIÓN	UBICACIÓN	CAUSAS	CONSECUENCIAS	MEDIDAS
13 febrero de 2012	Carro tanque	Hermosillo	Fuga de amoniaco durante una maniobra equivocada de un carro tanque. Los hechos devinieron luego de que una pipa procedente del puerto de Topolobampo realizaba la maniobra de reenganche en un patio industrial ubicado en una zona densamente poblado. Las autoridades informaron que en una maniobra errónea la pipa volcó y de inmediato inició la fuga del químico el cual bajo exposición directa resulta ser mortal.	Evacuación de unas 600 personas del sector sur, unas 30 personas hospitalizadas y la movilización de 40 bomberos	
	Camión con doble cisterna	Caborca, Sonora	Fuga de amoniaco en un auto cisterna	Fuga de presento en una de las soldaduras del camión cisterna, donde la abertura era menor a un centímetro, pero lo que ponía en riesgo era que por el trayecto en carretera este de ajara y fuera más grande, lo que pudiera traer una probable intoxicación en por las comunidades que pasara en su trayecto.	Removido varios 5 kilómetros más alejado del casco urbano en caso de una contingencia para intercambiarse a otra pipa
3 de febrero de 2004	Planta Coca Cola. Instalaciones internas del área de mantenimiento, donde se ubican las tuberías para el químico	Carretera Norte	Fuga de amoniaco. De uno de los tubos de las instalaciones internas del área de mantenimiento, donde se ubican las tuberías para el químico. una de las placas de la tubería se rompió originando la salida del químico al ambiente.	Afectó a todo el personal que labora en la empresa así como el sector que colinda	
Agosto 05, 2013	Fábrica de hielo	Mazatlán, Sinaloa.	Fuga de amoniaco.	Evacuar al personal de la junta de Agua Potable	
20 agosto	Tubería de Petróleos Mexicanos		Una fuga de amoniaco en una tubería de Petróleos Mexicanos (Pemex). La fuga ocurrió en un conducto de la refinería "Antonio Dovalí Jaime" de Salina Cruz, que se localiza en la región del Istmo de Tehuantepec cerca del poblado Campo Nuevo, "mientras se realizaban trabajos de ampliación de una carretera". accidente fue provocado por una retroexcavadora de una compañía privada, que causó daños al ducto que conecta la refinería de Salina Cruz en Oaxaca con la petroquímica de Cosoleacaque, estado de Veracruz, en el Golfo de México	Tres muertos, 10 lesionados y 40 intoxicados y más de mil evacuados en el sureño estado de Oaxaca	Se cerraron las válvulas y se cortó el suministro del gas Se aplicó el plan de emergencia de auxilio a la población por parte del Ejército, la Marina y las corporaciones policiales
21 de agosto de 2013	Ducto de 10 pulgadas	poblado de Campo Nuevo, Oaxaca	fuga de amoniaco que se produjo en el ducto de 10 pulgadas del tramo de Cosoleacaque-Salina Cruz, en Oaxaca luego de que maquinaria de la compañía Cuadro Rojo realizaba trabajos de ampliación de una carretera, el operador de la maquinaria golpeó el ducto mencionado	siete el número de personas fallecidas y 40 intoxicados	Cierre de las válvulas y al corte del suministro de producto.

II.7. Accidentes por amoníaco a nivel Internacional.

Fuga de amoníaco en un frigorífico avícola, Argentina

<http://www.ellitoral.com>

01-09-2010. El accidente se produjo el sábado a la noche y obligó a evacuar "La Base" por los fuertes olores. La empresa asegura que hace seis años que no tenían un escape. Los vecinos también reclaman por los ruidos y el tráfico de camiones.

Un escape de hidróxido de amonio (es amoníaco diluido con agua) en la planta faenadora de pollos que Sánchez y Sánchez tiene en barrio Candioti (Necochea 2653) provocó fuertes olores y obligó a evacuar a las 200 personas que en ese momento estaban en el boliche La Base. Los vecinos también se preocuparon y se reunieron en las afueras de la fábrica.

El problema fue que a las 23.30 del sábado se tapó uno de los desagües que la empresa utiliza para purgar y diluir el amoníaco que forma parte del sistema de refrigeración de la planta. Los bomberos recomendaron la evacuación del boliche porque el amoníaco irrita las vías respiratorias y puede ser tóxico cuando se lo inhala en concentraciones altas.

Ricardo Bonetto, ingeniero de la planta de Sánchez y Sánchez, le confirmó a El Litoral y a Cable & Diario que tuvieron un "pequeño escape de la purga de hidróxido de amonio" que fue solucionado por los bomberos y el personal de la fábrica el mismo sábado a la noche. "Lo pudimos controlar pero comprendemos las molestias de los vecinos", reconoció Bonetto.

La Base pudo volver a abrir una media hora más tarde, cuando el viento disipó el mal olor. La planta de Sánchez y Sánchez, la marca comercial es San Andrés, faena entre 30.000 y 38.000 pollos por día en las instalaciones de barrio Candioti. El amoníaco es uno de los fluidos más utilizados para los sistemas de refrigeración en las plantas avícolas y los frigoríficos. "Es cierto que es un gas molesto e irritante, se lo hace a propósito así para que se detecte enseguida cuando hay una fuga", explicó Bonetto.

La Subsecretaría de Ambiente de la Municipalidad inspeccionó la planta luego del accidente. La Subsecretaría de Gestión Ambiental de la provincia también solicitó a la empresa que informe las causas de la fuga.

El accidente de Sánchez y Sánchez vuelve a colocar en el centro de la escena las dificultades para conciliar el uso residencial de una zona de la ciudad con los problemas y accidentes que le pueden ocurrir a cualquier empresa, a pesar de que se sigan los protocolos de seguridad.

Los reclamos de los vecinos.

La gente que vive cerca del frigorífico Sánchez y Sánchez le aseguró a El Litoral que suelen sentir olores desagradables y que también les molesta el tráfico continuo de los camiones. Por su parte, Bonetto dice que hace seis años que en la planta no se producía un accidente.

Por ejemplo, Norma (54 años), que tiene su casa próxima a la fábrica, escuchó el movimiento que generó el accidente. "Hubo un ruido muy molesto toda la noche, con gente corriendo por las veredas que salían del boliche. Luego llegaron los bomberos y escuché la policía", relató. La vecina, al igual que el resto, también contó a qué huele el amoníaco. "Es olor a podrido, así de simple", afirmó.

"Mi hijo estaba en el boliche el día del accidente -agregó otro vecino- y me contó que tuvo que salir muy rápido debido a la situación que se generó". Berta de 82 años comentó los problemas que genera el trabajo diario del frigorífico.

"Entrada y salida de camiones, ruidos todo el tiempo, descarga de alimentos balanceados y por supuesto, los olores a amoníaco sobre todo cuando faenan", planteó esta vecina a El Litoral, y agregó que cuando hay viento el olor se desparrama mucho más. Es lo mismo que plantea la gente que vive pegada a la planta. "Si el viento viene del sur olvidate, te queda adentro de tu casa y a veces no se soporta", confesaron.

Dos personas han resultado heridas por una fuga de amoníaco en Cataluña.

<http://www.letsprevent.com/>

29 de diciembre de 2010. Dos personas han resultado heridas de diversa consideración en la fábrica de DAMM, situada en El Prat de Llobregat (Barcelona-Cataluña), debido a una fuga de amoníaco que ha



PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

producido una nube tóxica, obligando a desalojar de las instalaciones sus 150 trabajadores.

Debido a la fuga, un trabajador de 60 años ha resultado herido grave tras inhalar el contaminante químico, sufriendo también quemaduras. El trabajador se encuentra actualmente en observación en la unidad de quemados del hospital de la Vall d'Hebrón. También se ha señalado en el interés de ver cómo evolucionan las lesiones producidas por la inhalación del contaminante.

Otro trabajador, de 31 años, también ha resultado afectado por inhalación leve del gas, teniendo que ser ingresado al hospital de Bellvitge.

La Dirección General de Protección Civil de la Generalitat ha rebajado a fase de alerta del Plan de Emergencias del Sector Químico (Plaseqcat). Este mediodía se continuaba trabajando para vaciar de manera controlada la tubería afectada.

Fuga de amoníaco en Codegua deja un fallecido y más de 100 afectados

<http://www.elrancahuaso.cl/>

18 de Enero, 2012 10:01. **Una persona fallecida y 143 intoxicados, uno de ellos grave**, fue el saldo de una fuga de amoníaco en una cámara frigorífica en la comuna de Codegua, en la región de O'Higgins.

El hecho se produjo en un packing de frutas de la Empresa Los Nobles S.A., cuando a eso de las 01:15 horas y por razones que se investigan se registró la **rotura de una cañería que alimentaba la cámara frigorífica**. La directora regional de la Onemi de la Sexta Región, **Alejandra Riquelme**, confirmó la noticia en **ADN Radio Chile**, agregando que personal de la PDI está trabajando en el lugar para establecer la identidad de la persona fallecida.

Asimismo dijo que alrededor de 50 personas que viven en las inmediaciones del packing fueron evacuadas. Riquelme detalló el estado de las 143 personas intoxicadas. en esta línea dijo que en una primera etapa todos ellos fueron trasladados al hospital de



Graneros. De ellos, 22 fueron derivados al hospital de Rancagua, uno en estado grave y otros 18 más fueron derivados a la Clínica Integral de Rancagua. En estos momentos la situación se encuentra controlada y personal de la PDI trabaja en el lugar para determinar las causas del accidente. Por su parte, a las 10.30 horas, la ministra del Trabajo y Previsión Social, Evelyn Matthei; junto al intendente de la región de O'Higgins, Patricio Rey, visitan packing Los Nobles, lugar donde un trabajador falleció. En el lugar, las autoridades entregarán información sobre el accidente y sobre la profunda investigación que se realizará para esclarecer sus causas.

Tras accidentes con Amoníaco, Autoridad Sanitaria refuerza trabajo de prevención en frigoríficos.

<http://www.portalohiggins.cl>

Jue, 09 feb, 2012. Durante estos dos últimos meses en **la región** de O'Higgins, han ocurrido tres eventos relacionados con fuga de amoniaco, en packing frigoríficos, donde en uno de ellos, ocurrido en Codegua, se tuvo que lamentar la vida de un trabajador y también un accidente grave. Es por eso que el Dr. Michael Casson, SEREMI de Salud Región de O'Higgins, organizó un programa de trabajo de fiscalización a través del Sub Departamento de Salud Ocupacional de dicha seremía. Por todo lo anterior, la importancia de la reunión organizada por la SEREMI de Salud, la cual se realizó en la Intendencia, participó la SEREMI del Trabajo, Agricultura, organismos administradores de la Ley 16.744 y dueños de frigoríficos de la región, fue avanzar de manera conjunta desde todos los sectores, fomentando la participación y el diálogo, siendo el principal objetivo **proteger** la salud de los trabajadores de la región. El sentido también es levantar un diagnóstico de situación de los packing frigoríficos, evaluación de riesgos y un programa preventivo, apuntando a la autogestión de higiene y **seguridad** de estas empresas. Por su parte, el Dr. Casson, comentó que“ **en forma paralela, se acordó sostener un Seminario, dirigido a estos**

PROTEGIDO POR



empleadores agrícolas, donde se cuente con la participación de todas las instituciones públicas y privadas relacionadas, siendo los principales temas a profundizar: Reglamentación, responsabilidad legal, condiciones de higiene y seguridad en instalaciones”.

Explosión en Texas.

<http://endirecto.lavanguardia.com>

Viernes, 19 de abril 2013. Un tanque en la planta de fertilizantes del pueblo de West (Texas) que ha sufrido un mortal incendio la madrugada del jueves, 18/04/13 continúa intacto tras las explosiones, según el portavoz del Estado de Texas, el Senador Brian Birdwell, citado por la CNN. Las autoridades han desalojado al menos 50 edificios a la redonda por si se producía una nueva explosión.

La gran preocupación ahora parece ser el amoníaco anhidro, un gas inflamable que ya fue causa de denuncia y multa contra esta planta en 2006 por no tener un plan de riesgos adecuado. Ese mismo gas parece ser el motivo del incendio registrado ahora. Había más de 24,5 toneladas de este amoníaco en total antes de producirse la primera explosión, según ha confirmado la compañía West Fertilizer al diario Dallas Morning News.

El amoníaco anhidro es inflamable y su contacto con una simple chispa puede ser fatal, según la ficha sobre este elemento químico del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT) de España. “Las mezclas de gas/aire son explosivas”, añade. Por ello, ya han advertido las autoridades tejanas de que si el viento cambia de dirección, la evacuación de la ciudad tendrá que ser mayor.

El amoníaco puede causar quemaduras en contacto directo con la piel; si toca la piel en forma líquida puede llegar a congelar la zona afectada, añade el INSHT.

Mantener el amoníaco de anhidro “en un lugar frío y bien ventilado” es esencial para prevenir cualquier accidente, algo que ahora se antoja difícil en la devastada planta de Texas.

La explosión en planta China pudo ser por acumulación de gas amoniaco

<http://mexico.cnn.com>

Martes, 04 de junio de 2013 a las 08:44. Las autoridades investigan las posibles causas del accidente que mató a 120 trabajadores de una planta de aves de corral. Los investigadores creen que el incendio que mató a al menos 120 personas en una planta de procesamiento de aves de corral en el noreste de China, pudo haber sido iniciado por una explosión debido a la acumulación de gas amoníaco, informaron medios oficiales.



Las llamas comenzaron en un matadero en la planta de Mishazi en la provincia de Jilin, según la agencia de noticias Xinhua, que lo describió como uno de los accidentes de trabajo más mortales en los últimos años.

Los testigos dijeron que oyeron un gran estruendo y vieron que el edificio se llenó de humo. También hay informes de que muchos de los trabajadores dentro de la planta tuvieron dificultades para salir por las puertas pues estaban cerradas o bloqueadas.

El empleado Guo Yan dijo a Xinhua que la salida de emergencia estaba bloqueada cuando se produjo el incendio.

"Parecíamos un hervidero de camino hacia el otro taller. Estaba tan lleno que me empujaron con dureza y me aplastaron", aseguró. "Pero no se detuvieron ni un segundo, aun cuando tropecé y perdí mis zapatos".

No está claro por qué estaban bloqueadas las salidas. Algunos relatos sugieren que cuando se fue la electricidad durante el incendio las puertas quedaron selladas.

"De repente, las luces se apagaron y en el interior de la planta estaba bastante oscuro", dijo a Xinhua un trabajador llamado Wang Fengya. "Cuando por fin salí corriendo y volví a mirar a la planta, vi que las llamas eran altas".

Los informes sobre las dificultades de los trabajadores para salir del edificio han reavivado las preocupaciones sobre la seguridad en el trabajo en Jilin y otras partes de China. El Servicio Estatal de noticias de China dijo que el incendio fue el último de una serie de accidentes de trabajo en el país en el mes pasado. Una explosión en una fábrica de

explosivos en la provincia de Shandong el 20 de mayo mató a 33 personas y una explosión en una mina de carbón en la provincia de Sichuan provocó la muerte de 28 trabajadores.

Cuando los bomberos extinguieron el incendio en la planta avícola los rescatistas encontraron dificultades para entrar en el matadero para buscar sobrevivientes, debido a que su "estructura interna y salidas estrechas eran complicadas para ingresar", informó la agencia de noticias Xinhua. El presidente chino, Xi Jinping, quien se encuentra de visita en Costa Rica, hizo un llamado a las autoridades para minimizar las bajas, encontrar la causa del fuego y detener a los responsables, según medios estatales.

"Los trabajos de rescate todavía están en marcha", dijo Zhao Xian, director adjunto de la oficina de emergencia local. "Los equipos de rescate están haciendo todo lo posible para buscar a los sobrevivientes del incendio. Haremos nuestro mejor esfuerzo para atender a los heridos, identificar a las víctimas e investigar la causa del incidente".

II.8 Metodologías de identificación y jerarquización

En el análisis de la estimación de las consecuencias de las emisiones accidentales a la atmósfera de contaminantes o sustancias peligrosas como puede ser el amoniaco anhidro, hidrógeno, etc., uno de los aspectos clave a considerar es su dispersión en el medio ambiente.

Una de las características principales que condiciona la evolución de un gas/vapor en la atmósfera es su densidad, distinguiéndose tres posibilidades:

- Gases ligeros. Densidad inferior a la del aire.
- Gases pasivos o neutros. Densidad similar a la del aire.
- Gases pesados. Densidad mayor que la del aire.

Para efectos prácticos no se puede hablar, en la mayoría de los casos, de un comportamiento puro de gas ligero neutro o pesado, ya que los factores que influyen en él son múltiples y variables en el tiempo y una mezcla gas/aire puede evolucionar como un gas pesado sin serlo debido a:

- Peso molecular del gas.
- Temperatura del gas.
- Temperatura y humedad del aire ambiente.
- Presencia de gotas líquidas arrastradas en la emisión.
- Reacciones químicas en la nube, etc.

Otra característica es la duración de la fuga, que puede dar lugar a:

- Fugas instantáneas formando una bocanada ("puff").
- Fugas continuas sin depender del tiempo, formando un penacho ("plume").
- Fugas continuas dependiendo del tiempo.

La mayoría de los incidentes por fuga empiezan con una descarga de un producto peligroso desde su fuente original. Estos incidentes se pueden originar por orificios o roturas de recipientes de proceso, por juntas de unión en bridas, o por válvulas y venteos de emergencia, por destacar las causas más frecuentes.

Los escapes pueden ser en forma de gas, de líquido o en fase mixta líquido-gas; nosotros trataremos únicamente el primer tipo, si bien debe señalarse que en fase líquida y mixta la aportación másica del escape es muy superior y la velocidad de evaporación determinará

la cantidad aportada para la formación de la nube. De ahí la peligrosidad de escapes de gases licuados o refrigerados. Cabe señalar que la fase líquida de las sustancias químicas consideradas se evaporarán por lo que se tendría el mismo tipo de escape.

Fuga puntual continúa.

El modelo Gaussiano de fuente puntual continua que se va a analizar en este documento supone como hipótesis de partida que las concentraciones del gas natural y amoniaco en cualquier punto considerado viento abajo están estabilizadas y no dependen del tiempo. Este modelo describe el comportamiento de los gases/vapores de fuerza ascensional neutra, que se dispersan en la dirección del viento y son arrastrados a la misma velocidad.

Respecto a los gases pesados una configuración típica de una fuga a nivel del suelo se muestra en la figura 29.

Los gases pesados muestran una elevación inicial del penacho debido al impulso de salida, como sucede en toda fuga, seguida de una cierta caída en curva por influencia de su densidad. Comparándolos con los gases neutros se ve que los gases pesados presentan en los momentos iniciales un comportamiento distinto. Sin embargo, al cabo de un cierto tiempo y a medida que se diluyen en el aire, las características y el comportamiento se pueden asimilar a los de un gas neutro. Si la fuga de un gas pesado es de una proporción o intensidad de descarga moderadas, se puede tratar aceptablemente con el modelo Gaussiano de gas neutro que es de aplicación mucho más sencilla, especialmente si lo que queremos es estudiar lo que sucede en puntos que no sean excesivamente próximos al punto de emisión.

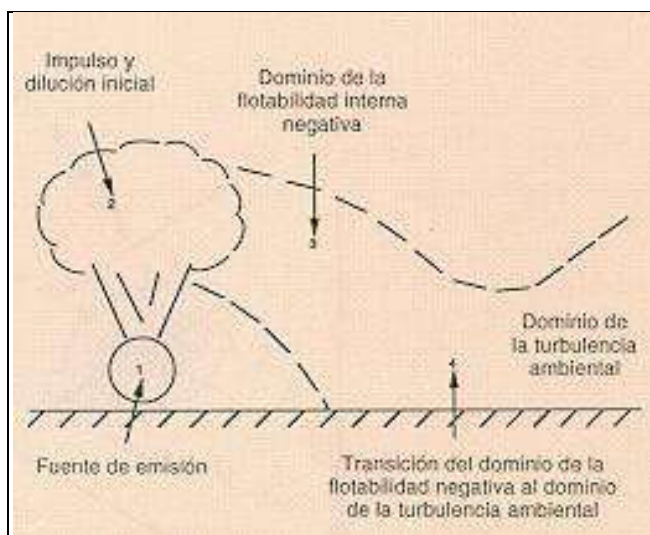


Figura 29 Desarrollo y dispersión de una nube de gas pesado.

En resumen en caso de que se presente una fuga de amoniaco, el mayor peligro proviene del repentino escape masivo de gas, el cual produce una gran nube de vapor tóxico. Los efectos tóxicos hacia la población expuesta dependerán de múltiples factores, entre ellos la velocidad del viento y la medida en que la nube de gas este diluida con el aire. Estos riesgos pueden causar un gran número de víctimas y daños al lugar en donde se producen e inclusive más allá de sus fronteras (zona de influencia).

De acuerdo con el Manual del Programa Simulación de Contaminación y Riesgos en Industrias (SCRI), para el caso de líquidos con un punto de ebullición inferior o igual a la temperatura ambiente (considerada de 21.1°C), se asume que se produce una vaporización total del 100% del material que se escapa, en este caso amoniaco.

Las dimensiones de la toxicidad se verán directamente relacionadas a la cantidad de material fugado y su tiempo de desarrollo.

Las condiciones meteorológicas y la duración del escape tienen una gran importancia en el alcance de la dispersión de la nube de gas. Los factores principales son: la velocidad del viento y la estabilidad atmosférica.

La estabilidad atmosférica viene definida en función del gradiente vertical de temperatura de las capas del aire.

Dado que no siempre es posible disponer de esta información, a través de una tabla establecida por Pasquill (Tabla 25 puede obtenerse la categoría de estabilidad atmosférica estimada según las condiciones de insolación y velocidad del viento).

Tabla 24 Condiciones de estabilidad meteorológica de Pasquill.

VELOCIDAD km/h (m/s)	INSOLACIÓN DIURNA			CONDICIONES NOCTURNAS	
	FUERTE	MODERADA	LIGERA	FINAMENTE CUBIERTO Ó MÁS DE LA MITAD CUBIERTO	NUBOSIDAD ≤ 3/8
<2	A	A-B	B		
2-3	A-B	B	C	E	F
3-4	B	B-C	C	D	E
4-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Notas	
* Se aplica siempre a cielos cubiertos de día o de noche	
**Gradación del cielo cubierto medida en octavos de cielo que está cubierto por nubes	
A: Condiciones muy estables	D: Condiciones neutras*
B: Condiciones inestables	E: Condiciones estables
C: Condiciones ligeramente inestables	F: Condiciones muy estables

Tabla de estabilidades atmosféricas según la velocidad del viento considerada.

La emisión de contaminantes a la atmósfera y el importante manejo de sustancias peligrosas debido a las actividades industriales, son actualmente un aspecto de gran atención ambiental, salud y seguridad. Por lo que la siguiente etapa del análisis de riesgo ambiental es determinar cuáles serían las consecuencias de los posibles eventos no deseados, para ello se utilizó un programa electrónico de simulación a manera de poder cuantificar sus efectos.

El aspecto de manejo, transporte o almacenamiento de sustancias peligrosas es de importancia debido a los efectos que se pueden presentar en caso de accidente; de particular interés es el referente a la liberación en la atmósfera de un gas o vapor tóxicos provenientes de una fuga. Al respecto, el factor crítico a considerar es la posible exposición de la gente a concentraciones que puedan afectar severamente su salud o incluso provocar su muerte.

Una situación parecida a la anterior es la relativa a la liberación masiva e instantánea de un gas tóxico el cual forma una nube o "puff" que es transportada por el viento. Aquí es también importante poder prevenir la exposición de la población a niveles peligrosos o letales.

En este caso, es importante estimar los radios de afectación y la magnitud de los daños potenciales por la ocurrencia de una **fuga de gas amoníaco**, considerando el personal expuesto y las características de las instalaciones y procesos existentes.

En general, los riesgos potenciales tendrán una probabilidad de ocurrencia dependiendo de los siguientes parámetros:

- Presión
- Corrosión
- Flujo
- Agentes externos
- Errores humanos

La falla se puede detectar automáticamente por la caída de presión en el sistema, por la presencia de detectores de amoníaco en diferentes puntos del proceso, o por un tercero que notifique la fuga.

Es importante señalar que las simulaciones que se presentan, fueron realizadas observando las condiciones climatológicas y meteorológicas extremas del sitio en estudio (Anexo 9 del presente estudio), así como las propiedades específicas de la sustancia

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

estudiada (Anexo 7). La importancia de esta observación radica en el hecho de que, en caso de presentarse alguno de los eventos definidos, no significa que se presentará el comportamiento que se determinó con la simulación, ya que las condiciones pueden ser completamente diferentes y pueden generar situaciones de menor riesgo.

Juegan un papel importante entre los criterios a observar en la evaluación de riesgo ambiental, el establecimiento de parámetros de medición mediante los cuales se fijan valores tope que permitan salvaguardar la salud de quienes se encuentran en los alrededores de instalaciones de alto riesgo, así como proteger sus bienes.

En lo relativo a afectación por riesgo de actividades en las cuales se utilizan sustancias con características tóxicas, tal es el caso del proyecto en comento para la determinación de la **Zona de Alto Riesgo**, se establece como límite de vapor tóxico el valor **IDLH** (*Peligro Inmediato a la Salud o a la Vida*) (300 ppm), tomando como zona de afectación, el área de un círculo con un radio que considera la distancia desde el punto donde se origina la nube tóxica y cuyo extremo representa la distancia a la cual se alcanza la concentración equivalente a dicho límite.

Para el establecimiento de la **Zona de Amortiguamiento**, se establece como límite de vapor tóxico el valor **TLV** (*Valor Límite Umbral*) (35 ppm), tomando como zona de afectación, el área de un círculo con un radio que considera la distancia a la cual se alcanza la concentración equivalente a dicho límite.

Ambos valores aparecen en las *Hojas de Seguridad*.

Las metodologías que se utilizaron para la determinación del riesgo involucrado en el manejo de la sustancia química peligrosa relacionada a la operación del sistema de transporte, son los métodos conocidos como **Lista de verificación** y **HAZOP (Hazard and Operability Study)**. En el presente estudio se realizó un HAZOP Preliminar debido a que no se cuenta con la información de la ingeniería de detalle del proyecto.

Lista de verificación,

Se utilizan para determinar la adecuación de los equipos, procedimientos, materiales, etc. a un determinado procedimiento o reglamento establecido por la propia organización industrial basado en experiencia y en los códigos de diseño y operación. Se pueden aplicar en cualquier fase de un proyecto o modificación de una instalación: diseño, construcción, puesta en marcha, operación y paradas.

Permite comprobar con cierto detalle la adecuación de las instalaciones y constituye una buena base de partida para complementarlas con otros métodos de identificación que tienen un alcance superior al cubierto por los reglamentos e instrucciones técnicas.

HAZOP

El **HAZOP** (*HAZard and OPerability Study*) es una técnica cualitativa que permite identificar los puntos "peligro potencial" de una instalación y como resultado de ello las hipótesis de accidentes luego de una valoración y jerarquización estaremos en posibilidades de encontrar los riesgos más relevantes en una planta.

Los **peligros** que representan las actividades, operaciones y procesos llevados a cabo en las instalaciones industriales, están asociadas directamente a la naturaleza de los materiales y tipos de energía empleados, por ejemplo, si un material es inflamable existe siempre el peligro de que esa característica se vuelva en contra nuestra o del ambiente convirtiéndose en conato y si no es controlado en su primer etapa se extenderá hasta convertirse en un incendio.

El **riesgo** por otra parte es una expresión matemática que nos ayuda a valorar los factores que provocan que el peligro se transforme en una emergencia, por otra parte existen elementos de diseño que se colocan en el **sistema** para; prevenir, proteger, combatir o mitigar los posibles riesgos a los que llamaremos **salvaguardas** y que ayudan a controlar el riesgo hasta cierto nivel quedando un remanente que podremos evaluar. Para fines del presente estudio definimos **frecuencia** como el resultado de la cantidad de veces que se presenta un determinado evento o desviación del flujo operativo en un periodo largo de un proceso, derivado de la frecuencia podremos obtener la **probabilidad**, que es uno de los factores del riesgo, otro factor se asocia a los daños a la producción o a las instalaciones y que pueden repercutir en la imagen que una instalación, adicionalmente a las pérdidas se pueden presentar como consecuencias en los trabajadores y habitantes próximos las lesiones, muertes o la simple evacuación, todas ellas son llamadas **consecuencias** que se generan al presentarse el evento; cabe aclarar que tales riesgos son manifestaciones o valoraciones matemáticas del peligro o de desviación no deseada de un modo normal de operación, y son originados cuando el proceso cae fuera de sus **condiciones normales de operación**, o es llevado accidental o imprudencialmente fuera de los rangos establecidos en la **filosofía de operación**.

La definición dada por la Chemical Industry Association [CIA-85] en su guía es:

HAZOP es:

"La aplicación de un examen crítico, formal y sistemático a un proceso o proyecto de ingeniería"

PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

de nueva instalación, para evaluar el riesgo potencial de la operación o funcionamiento incorrecto de los componentes individuales de los equipos, y los consiguientes efectos sobre la instalación como conjunto.”

[CIA85] CHEMICAL INDUSTRY ASSOCIATION. *A Guide to Hazard and Operability Analysis*. 1985.

Los objetivos principales de este método, son:

1. El identificar posibles desviaciones de las condiciones normales de operación que puedan significar un peligro potencial de accidente mayor.
2. Encontrar las posibles causas y efectos de dichas desviaciones.
3. Describir las características del sistema que impiden que se presente la desviación.
4. Valorar la probabilidad y consecuencias de la desviación en caso de que se presentara para que al multiplicarlas se obtenga el riesgo.
5. Verificar que las salvaguardas previstas son suficientes para considerar el diseño como aceptable desde el punto de vista de riesgos mayores.
6. Jerarquizar los posibles riesgos para llevar a cabo un plan de modificaciones tanto en plano como en la construcción dando importancia a los riesgos críticos.

De esa forma, a continuación se muestra el desarrollo de la citada metodología, aplicada a las sustancias de interés:

1. Para su aplicación, se partió de considerar a todo el proyecto como un sistema; el cual se dividió en partes, que fueron analizadas independientemente con la finalidad de detectar las posibles desviaciones que se pudieran presentar; así como sus causas, efectos y alcance; en función de las características de operación, del equipo involucrado, de los posibles factores externos y fenómenos naturales que pudieran influir en la desviación de su funcionamiento o condiciones normales. Por lo tanto, el propósito consiste en determinar si el diseño ofrece desde el punto de vista de seguridad las garantías suficientes para minimizar los riesgos de un accidente grave.
 - Las “Desviaciones” son cambios que se presentan al propósito y puestas al descubierto por la aplicación sistemática de palabras claves (que pasa sí se reduce, sí se aumenta, sí se para, sí se arranca, sí se rompe, sí se descompone, etc.).

- Las “Causas” son los motivos por los que se pueden presentar las desviaciones, cuando se demuestra que una desviación tiene una causa real, se considera como una desviación significativa.
- Las “Consecuencias” son los resultados que se obtendrían en caso de que se presentaran las desviaciones.

El primer paso de la metodología consiste en seleccionar una serie de nudos que son lugares de proceso con condiciones similares; donde se analizan las posibles desviaciones de las principales variables que caracterizan el proceso (PRESIÓN, TEMPERATURA, CAUDAL, NIVEL, COMPOSICIÓN). Las desviaciones son establecidas de forma sistemática recurriendo a una lista de palabras guía (NO, MÁS, MENOS, OTRO, INVERSO).

La siguiente tabla extraída del libro Análisis del Riesgos en Instalaciones Industriales de Joaquim Casal - Helena Montiel, Eulália Planas y Juan A. Vílchez (ARII-99) nos ayudan a visualizar el análisis.

<i>Palabra guía</i>	<i>Significado</i>	<i>Parámetro de proceso</i>	<i>Ejemplos de desviación</i>
NO	Negación de la intención del diseño	Temperatura	“No” + “Caudal” = Falta de caudal
MENOS	Disminución cuantitativa	Presión	
MÁS	Aumento cuantitativo	Nivel	“Menos” + “Nivel” = Bajo nivel
OTRO	Sustitución parcial o total Composición	Reacción	“Más” + “Presión” = Presión excesiva
		Caudal	“Otra” + “Composición” =Presencia de impurezas
INVERSA	Función opuesta a la intención de diseño	Velocidad	
		Tiempo	“Inverso” + “Caudal” = Flujo inverso
		Mezcla	
		Voltaje	
		Adición	
		Separación	
		pH	

El análisis crítico de cada parámetro asociado a la palabra guía nos muestra una desviación importante y para cada desviación se reseña la siguiente información:

- La lista de las posibles causas que la provocan.
- La lista de las consecuencias factibles, que se pueden producir con relación a cada una de las causas planteadas.

- La respuesta del sistema ante la desviación estudiada, provocada por los elementos del sistema que permiten detectar el fenómeno o contrarrestar sus efectos tales como: válvulas, controladores, indicadores, alarmas, etc.
- Se valoran la probabilidad y consecuencia numéricamente utilizando las tablas de valor y se multiplican para obtener el riesgo
- Los valores de riesgo obtenidos se comparan ante la matriz de aceptabilidad de riesgos para determinar si son o no aceptables.
- En el caso del riesgo sea inaceptable se dictan Acciones que se podrían tomar para evitar las causas o limitar las consecuencias.
- Los comentarios son: cualquier tipo de anotación para completar o aclarar algunos de los puntos anteriores.
- En cuanto a las recomendaciones que se podrían tomar para evitar las causas o limitar las consecuencias, se realiza una clasificación para evitar la duplicidad y se editan las recomendaciones que forman parte del estudio Haz Op.
- Para referenciar las recomendaciones se incluye el NUDO en la columna REF el número de referencia de la recomendación precedido de la letra R. Las ACCIONES a realizar, los COMENTARIOS de que pueden llevar a los alcances y el responsable de llevar a cabo las acciones en la columna A REALIZAR POR, donde queda implícito el compromiso y aceptación del cumplimiento de dicha recomendación.

En el siguiente diagrama, se observan las iteraciones que se realiza durante las sesiones del HAZOP.

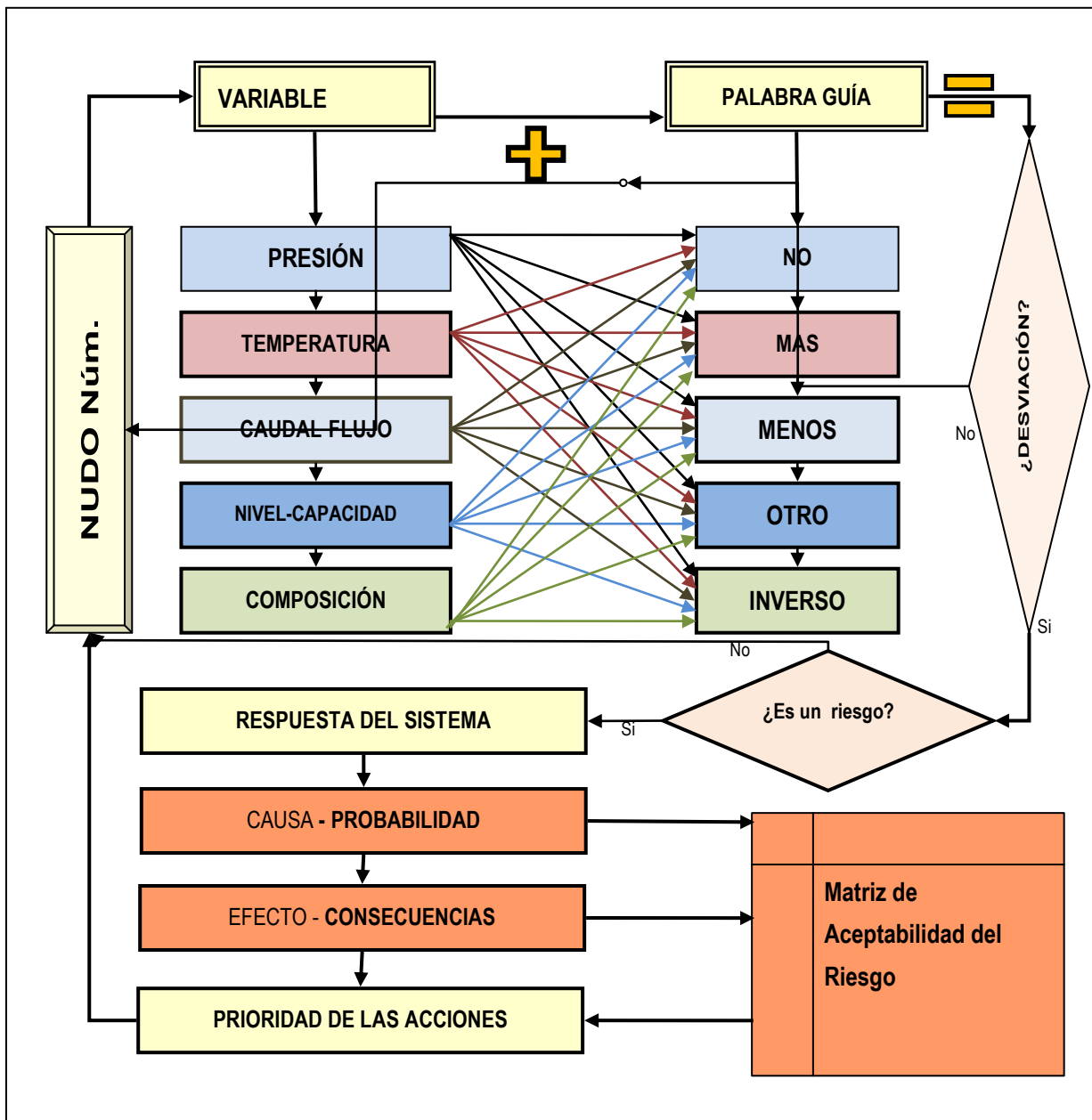


Diagrama Iteraciones del HAZOP.

El proceso final de la aceptabilidad del riesgo, está conformado por el cálculo del riesgo y la evaluación de la probabilidad mediante la Causa y el efecto, mediante la evaluación de las consecuencias.

Para estandarizar el proceso de evaluación se utilizan las siguientes tablas de valores patrón contra los que se evalúan los riesgos y la respuesta del sistema.

Valoración

General Matrix

Matrix | General | Severidad | Probabilidad | Riesgo | Usage | Statistics |

SEVERIDAD	4	4	8	12	16	
	3	3	6	9	12	
	2	2	4	6	8	
	1	1	2	3	4	
		1	2	3	4	
		PROBABILIDAD				

Software utilizado

Para facilitar el desarrollo de la metodología y al mismo tiempo la elaboración del reporte se emplea el software llamado PHA-Pro6, “Expert Guidance for Process Hazard Analysis”.



Dicho programa contiene las siguientes librerías y tablas de evaluación de la gravedad y probabilidad de dichos fenómenos en ellas se introducen los siguientes valores.

Tabla de valores de Gravedad

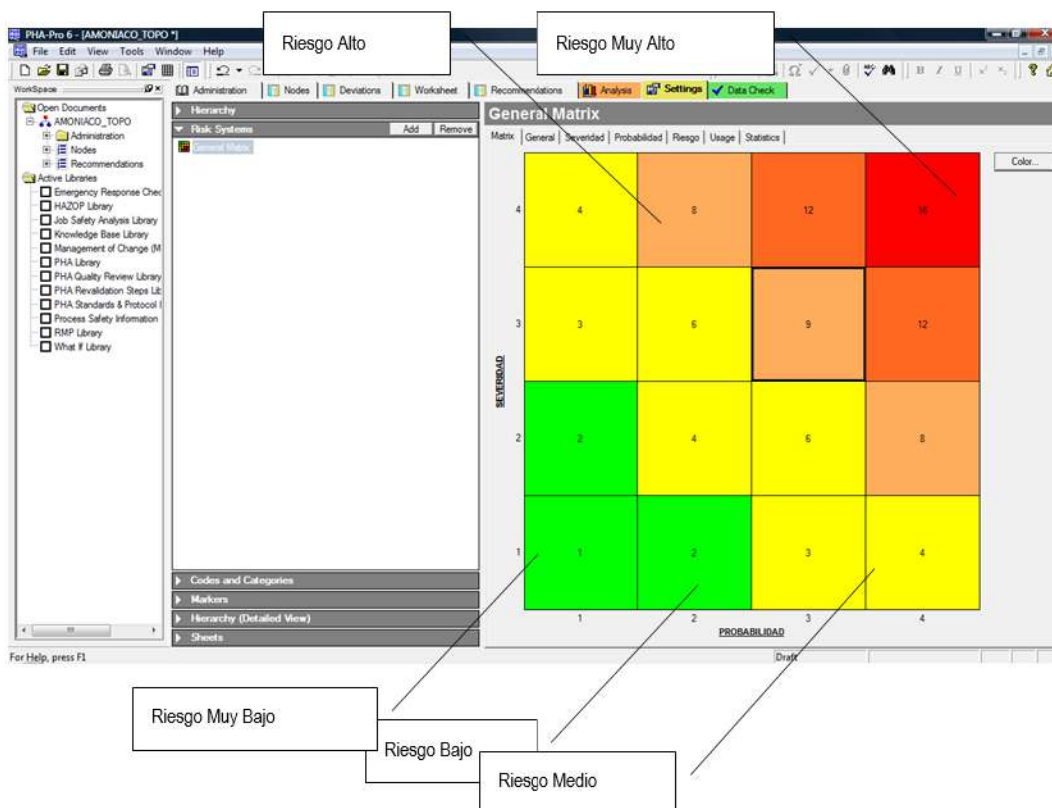
Gravedad	Descripción
1	Sin impactos a la salud o lesiones
2	Lesiones menores o impactos a la salud menores
3	Lesiones o impactos a la salud moderada
4	Muerte o lesiones graves

Tabla de valores de Probabilidad

Probabilidad	Descripción
1	No se espera que ocurra durante la vida de la instalación
2	Podría ocurrir una vez durante la vida de la instalación
3	Puede ocurrir varias veces durante la vida de la instalación
4	Podrían producirse sobre una base anual (o más a menudo)

Los riesgos de proceso deben eliminarse mediante sistemas automatizados de control electrónico o computarizado y de sus correspondientes instrumentos, tanto pasivos (detección) como activos.

Adicionalmente las librerías del programa PHA Pro6 cuentan con tabla para la siguiente matriz que es la de “aceptabilidad del riesgo”.



En ésta matriz, se establecen los rangos de riesgo, así como las condicionantes del mismo o los cambios que deben establecerse para lograr un balance y con ello una aceptabilidad. El tipo de riesgo se identifica con la primera letra del tipo de acción y solo se clasifica en 4 rangos.

Clasificación de riesgo		Descripción
A	1, 2	Aceptable - No hay medidas de control del riesgo son necesarios
C	3, 4 y 6	Aceptable con Control - Control de riesgos, las medidas están en su lugar
N	8 y 9	No deseable - Las medidas de control de riesgo que se introducirá dentro de un período de tiempo especificado
U	12 y 16	Inacceptable

Para poder cuantificar cada parte del sistema y obtener como conclusión, su jerarquización, no se han considerado las medidas de seguridad que tendrá cada parte del sistema; ya que para minimizar los riesgos, en la parte correspondiente a medidas de seguridad, se indican todas aquéllas que se han considerado dentro del proyecto y las que se tendrían que implementar para conseguir una instalación y operación segura, se pueden ver con más detalle **HAZOP Preliminar** en el Anexo 8.

De acuerdo a lo anterior se pueden jerarquizar los riesgos en el presente proyecto, tabla resumen, de la siguiente manera:

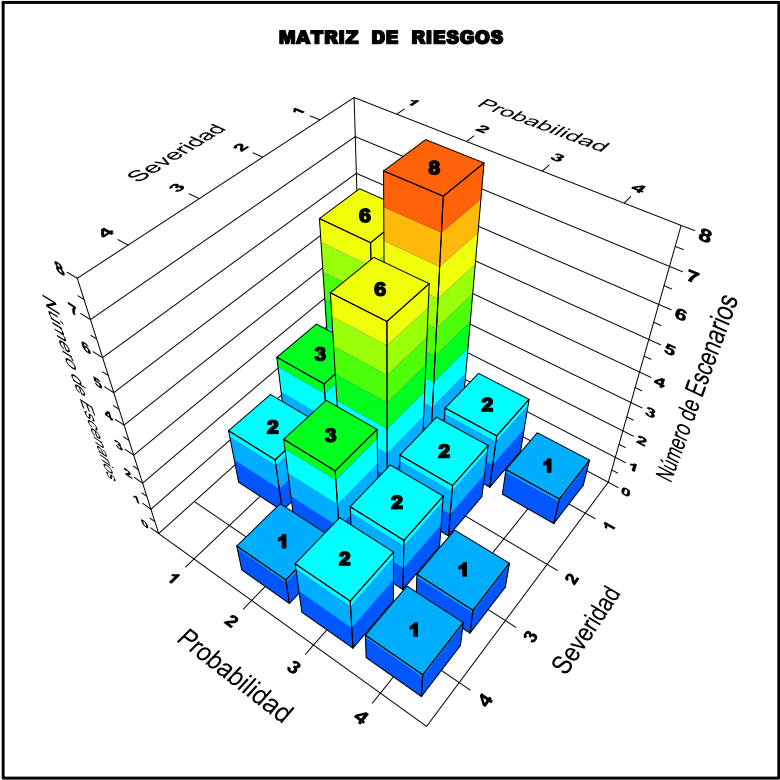
Tabla resumen del Análisis de desviaciones

Nodo	Desviación	Análisis		
		Causes	Consecuencias	Salvaguardas
1. Desulfuración y compresión de gas natural	1. Alta concentración de azufre	1	1	1
2. Compresión del Aire de proceso	1. Presión baja	1	2	1
	2. Alta presión	1	1	1
	3. Menos de flujo de aire	1	2	1
3. Reformador de vapor y recuperación de calor	1. menor temperatura en el gas natural precalentado	1	1	4
4. Reformador Primario y recuperación de calor	1. degradación del catalizador de níquel	1	2	1
	2. no se lleva a cabo la reacción en presencia del catalizador de níquel	1	1	1
5. Conversión de CO	1. baja eficiencia en la conversión de CO	2	2	3
6. Remoción de CO2 Enfriamiento del Gas de Proceso	1. Cambios en temperatura de aMDEA	3	3	3
7. Remoción de CO2 Regeneración de aMDEA	1. menor nivel de aMDEA en el reactor.	1	1	1
	2. Temperatura alta en la aMDEA.	1	1	1
8. Remoción de CO2 Absorción	1. menor nivel de aMDEA en el reactor	1	1	1
9. Metanización	1. Temperatura alta	1	1	1
	2. alta concentración de CO y CO2	1	1	2
10. Síntesis y convertidor de amoniac (NH ₃)	1. mayor concentración de hidrógeno	1	1	3
11. Compresión del gas de síntesis	1. menos nivel en el separador 07F001	1	1	2
	2. mas nivel en el separador 07F001	1	1	2
12. Recuperación del amoniac	1. la eficiencia de recuperación del amoniac disminuye	1	1	1
13. Refrigeración	1. no hay condensación	1	1	3
	2. Fuga de amoniac en conexiones o bridas	1	1	1
14. Recuperación del Hidrógeno	1. no se atomiza la corriente entrante al absorbedor de purga de gas 10C002	1	1	1
15. Almacenamiento de amoniac	1. Fuga de amoniac en conexiones o bridas	1	1	1
16. Amonioducto	1 Fuga accidental de amoniac anhidro (en fase gaseosa al contacto con la atmósfera) por ruptura parcial en la estructura de la pared del ducto de transporte de 18" de diámetro.	6	5	11
	2. Fuga accidental de amoniac anhidro (en fase gaseosa al contacto con la atmósfera) por ruptura parcial en la estructura de la pared del ducto de transporte de 18" de diámetro ubicado en el corredor de ductos a un costado del camino al muelle de PEMEX, durante un tiempo promedio de 20 minutos, que es el tiempo máximo estimado de una fuga.	1	2	2
17. Gasoducto	1. Deterioro de instalaciones (corrosión o fractura) sin ser detectadas oportunamente.	1	1	1

Nodo	Desviación	Análisis		
		Causas	Consecuencias	Salvaguardas
	2. El montaje de líneas y accesorios es deficiente. Alineación y distribución de carga defectuosa.	1	2	1
	3. Falta de señalamiento e identificación del gas.	1	1	1
	4. Falta de precaución en la purga del ducto para su reparación.	1	2	1
	5. Fuga accidental de gas natural por un orificio equivalente a 1" de diámetro, por problemas con la válvula en el punto de interconexión entre la estación de medición y regulación del gasoducto de 30" de C.F.E. El Encino-Topolobampo.	1	1	2

S x P (Matriz de Riesgo)

En la gráfica se observa que se identificaron una gran cantidad de peligros pero al evaluarlos mediante su probabilidad y severidad la mayor parte de ellos no representan un riesgo grave, por otra parte solo algunos de ellos requieren de medidas sobre el diseño o la operación de gran relevancia y son 4, aquellos cuya multiplicación es superior a 12 (3x4, 4x3 o 4x4) como es el caso del amonioducto y gasoducto.



Conclusiones:

1.- **Instrumentación.-** Una de las recomendaciones recurrentes es la calibración de instrumentos de medición y alarma, esto se debe a la relación directa que existe entre la falla de los equipos de control en concatenación con la falla de operabilidad lo cual resulta poco probable pero posible, es por esto que el programa de calibración de instrumentos de detección se vuelve prioritario. Adicionalmente se sugiere elaborar un Análisis SIL a fin de establecer el grado de confiabilidad que deberán tener ya sea por característica propia o por duplicación del sistema (redundante).

2.- **Evacuación, Escape y Atención a Emergencias.-** La preparación del personal en todo procedimiento de emergencia es de importancia relevante. En primer lugar el escape considerado como pieza vital en caso de emergencia; ya que cada persona expuesta deberá contar con mascarillas que le permita desplazarse hasta el refugio más próximo. Después estarán aquellas personas que sin encontrarse expuestas deberán capacitarse para evacuar las instalaciones sin necesidad de equipo de protección respiratoria hasta el punto de reunión o refugio, esto en cuanto suene la alarma. Y la formación de la brigada de atención a emergencias deberá tomar un papel preponderante en la organización. Es importante considerar que todo personal debe contar con la capacitación en el uso de equipo de respiración de aire autónomo (SCBA), ya sea contratista o visitante, de tal forma que ninguna persona se encuentre libre de la capacitación en la planta.

3.- **Paro y Arranque.-** Una de las recomendaciones de planta, la de paro y arranque, representa mayor riesgo que las variaciones durante la operación, por lo que deberán estar sujetos a prácticas de tipo simulacro de gabinete y físicas a fin de identificar los puntos débiles y cambios en el procedimiento, por lo que ya se cuenta con sistema de cómputo (los cuales están descritos en el apartado de Medidas de Seguridad - SCD y SIS-) mediante el cual es posible modificar las fallas y las condiciones de operación a fin de que el personal adquiera las capacidades necesarias para la toma de decisiones adecuadas aún en el caso de emergencia, desastre o contingencia que altere el equilibrio mental. Adicionalmente el personal que atienda la emergencia contará con radio banda civil portátil para mantener una comunicación directa.

4.- **Alarma.-** Se contará con alarmas audible y visibles con su instalación tanto en cuartos de control como en el área de operación; así como estaciones manuales a fin de contar con los medios en caso de evacuación y con la opción de voz.

5.- **Sistema de diluvio.-** Uno de los sistemas que es más eficiente en el control de fugas es el sistema de diluvio y/o espuma ya que de esta forma se disuelve o encapsula el amoniaco que ha escapado durante un accidente por lo que se contará con equipo portátil.

Una vez identificados y jerarquizados estos riesgos, se simulan en forma matemática por medio del software. Una vez determinados los riesgos, definidos como escenario de accidentes o escenario accidentales más significativos de la instalación bajo estudio, se deberá evaluar el alcance de las consecuencias derivadas de los mismos, el análisis de consecuencias se efectuará mediante un software ARCHIE (**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation**), versión 1.0 de Microsoft Corp. 1982-1986; este Software ha sido aceptado por Occupational Safety and Health Administration (OSHA) y United States Environmental Protection Agency (USEPA), y la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Este software también predice las huellas de radiación térmica y sobrepresiones, resultando muy útil en la evaluación del impacto de liberaciones accidentales, en el diseño de planes de respuesta a emergencias e implementando programas de entrenamiento.

GAS NATURAL

La simulación o modelación de estos eventos con el paquete ARCHIE (**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation**) (Anexo 9), para el caso de gas natural, se integró por los siguientes modelos:

- G) Evaluación del riesgo de chorros de flama o dardos de fuego.
- H) Evaluación del riesgo de fuego por nube o pluma de vapor.
- I) Evaluación del riesgo de explosión de nubes de vapor (no confinadas).

Los tres modelos de dispersión son del tipo Gaussiano y permiten obtener estimaciones de concentraciones en el aire, considerando condiciones de emisión y estabilidad atmosférica particulares. Este paquete de simulación debe considerarse primariamente como herramienta de evaluación preliminar para el análisis detallado de posibles situaciones de dispersión de un contaminante a través del cual se pueden simular o representar condiciones específicas de un emisor y su entorno.

Consideraciones primarias

Es muy importante mencionar los siguientes aspectos considerados en la determinación del evento de riesgo:

- El modelo que se utilizará para simular este escenario es de la una nube de explosiva de vapor sin confinar, mencionado anteriormente. El efecto de

explosividad que se puede producir por la ignición de una nube de vapor inflamable sin confinar, es una de las menos frecuentes pero con consecuencias más severas.

- Es importante mencionar que, en la mayoría de los programas de simulación, es común expresar la energía liberada de la sustancia explosiva relacionada a una carga equivalente de TNT, así como también se emplean los datos disponibles de sobrepresión producidas en explosiones por TNT.
- Derivado de la aplicación de la metodología HAZOP y la jerarquización de riesgos, se determinó que los eventos más probables son los siguientes:

Las condiciones de las fugas de gas natural que pueden provocar las condiciones explosión, inflamabilidad, son:

1. Calculo De Distancias De Afectación Potencial Al Entorno Del Gasoducto De Acero Al Carbón De 18" De Diámetro Nominal De 1.1 Kilómetros De Longitud Total Aproximada, Para Suministro De Gas Natural A La Nueva Planta De Producción De Amoniaco, Estado De Sinaloa, Mediante El Uso Del Paquete De Simulación De La E.P.A. (ARCHIE, 1986) (Anexo 9).

- **CASO NO. 1:** FUGA **ACCIDENTAL** DE **GAS NATURAL** POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A 1" DE DIAMETRO, POR PROBLEMAS CON LA VÁLVULA EN EL PUNTO DE INTERCONEXIÓN ENTRE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DEL GASODUCTO DE 30" EL ORO - TOPOLOBAMPO. EL ENCINO-TOPOLOBAMPO, UBICADA A UN COSTADO DE LA CARRETERA LOS MOCHIS-TOPOLOBAMPO, Y EL GASODUCTO DE 18" DE LA PLANTA DE AMONIAO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **10 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SEA CONTROLADA POR EL OPERADOR DEL SISTEMA.
- **CASO No. 2:** FUGA **ACCIDENTAL** DE **GAS NATURAL** POR UN ORIFICIO DE 2" DE DIAMETRO, EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 18" UBICADO A UN COSTADO DEL DDV DEL FERROCARRIL, CERCA DE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DEL PUNTO DE INTERCONEXIÓN CON EL GASODUCTO DE 30" EL ORO - TOPOLOBAMPO. EL ENCINO-TOPOLOBAMPO, DEBIDO A **UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA**, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **5 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.

2. CALCULO DE DISTANCIAS DE AFECTACION POTENCIAL AL ENTORNO DE LA RED DE GAS NATURAL DE ACERO AL CARBÓN DE 10" DE DIAMETRO NOMINAL, EN EL INTERIOR DE LA NUEVA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE

AMONIACO, EN TOPOLOBAMPO, ESTADO DE SINALOA, MEDIANTE EL USO DEL PAQUETE DE SIMULACION DE LA E.P.A. (ARCHIE, 1986).

- **CASO No. 3:** FUGA **ACCIDENTAL** DE **GAS NATURAL** POR UN ORIFICIO DE **2"** DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 10" UBICADO EN EL INTERIOR DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMONIACO DEL MUNICIPIO DE AHOME, DEBIDO A **UN PORO DE CORROSIÓN**, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **1 MINUTO**, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.

AMONIACO ANHIDRO

La simulación o modelación de estos eventos con el paquete ARCHIE (**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation**) (Anexo 9), para el caso de amoniaco anhidro, se integró por los siguientes modelos:

- A) Estimación de la tasa de descarga del gas.
- D) Evaluación del riesgo de dispersión de vapores tóxicos (por inhalación).

Consideraciones primarias

Concentraciones IDLH (Peligro Inmediato a la Salud o a la Vida) del Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH por sus siglas en inglés) de los Estados Unidos de Norteamérica, en su libro de bolsillo intitulado NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards, publicado en junio de 1994, menciona que los criterios y fuentes originales de la información para sustentar la determinación de las concentraciones de IDLH, por otra parte aparecen descritos en la publicación "Documentation for Immediately Dangerous to Life or Health Concentrations" las concentraciones inmediatamente peligrosas para la vida o la salud para diversas sustancias (NTIS Publication No. PB-94-196-195047).

La definición de la IDLH que se gestó durante el programa de Standards Completion, estuvo basada en la definición estipulada por el Colegio Federal de Regulaciones (30CRF 11.3 T) de la Administración de la Seguridad y Salud en las Minas (MSHA por sus siglas en inglés), con el propósito de asegurar que un trabajador pudiera escapar sin daño o efectos irreversibles a la salud durante una exposición IDHL, en el caso de una falla de su equipo de protección respiratoria.

Por lo anterior, la IDHL fue considerada a partir de ese momento como la concentración máxima arriba de la cual sólo podría permitirse la exposición a ella con un equipo de respiración altamente confiable que provea la máxima protección a un trabajador. Al mismo tiempo se consideraron en el establecimiento de dichas concentraciones, la posibilidad de irritación severa de los ojos, de las vías respiratorias u otros efectos como la desorientación o descoordinación motriz que pudieran evitar al trabajador escapar del área de riesgo.

Con un margen de seguridad, los valores IDLH se basaron en la mortandad a consecuencia de una exposición de 30 minutos, lo cual no implica que se considere que los trabajadores deben permanecer expuestos más del tiempo necesario, de hecho se indica que se deben realizar todos los esfuerzos necesarios para que los trabajadores salgan inmediatamente del área o zona en la que se produjo una exposición de ésta índole. De acuerdo a lo anterior la definición de NIOSH respecto a una exposición IDLH es la siguiente:

IDLH: Exposición a una concentración de contaminantes del aire que representa una amenaza, porque puede causar la muerte o efectos adversos permanentes inmediatos o de manifestación diferida, o porque impide escapar de tal ambiente. Por lo tanto una atmósfera que amenaza la vida se considera IDLH cuando:

- ♦ Es una atmósfera que se conoce o sospecha tiene sustancias tóxicas con concentraciones por encima del nivel IDLH;
- ♦ Es un espacio confinado que contiene menos de la cantidad normal de 20.9 % de oxígeno, a menos de que la fuente de reducción del oxígeno se entienda y controle;
- ♦ Condición o lugar cuyo contenido de oxígeno se encuentra por abajo del 12.5% (95 mm Hg pp O₂) a la presión atmosférica del nivel del mar: o
- ♦ Lugar que contiene una presión atmosférica total menor a 450 mm Hg (8.6 psi), equivalente a 4270 metros de altitud o cualquier combinación de un porcentaje reducido de oxígeno o de presión disminuida que conduce a una presión parcial de oxígeno menor a 95 mm Hg.
- ♦ Se tomaron en cuenta los valores de IDLH (300 ppm) y TLV (35 ppm) para llevar a cabo las modelaciones

Las condiciones de las fugas de amoniaco que pueden provocar las condiciones IDLH y TLV son:

1. **Calculo de Distancias de Afectación Potencial al Entorno del Amonioducto de 18” de Diámetro y 3 Kilómetros de Longitud Aproximada que Transporta Amoniaco Refrigerado desde la Planta Productora de Amoniaco Anhidro, hasta el Muelle de Pemex En Topolobampo, Sinaloa, Mediante El Uso Del Paquete de Simulación de La E.P.A. (ARCHIE, 1986) (Anexo 9).**

CASO No. 1:

- FUGA **ACCIDENTAL** DE **AMONIACO ANHIDRO** (EN FASE GASEOSA AL CONTACTO CON LA ATMÓSFERA) POR RUPTURA PARCIAL EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DEL **DUCTO DE TRANSPORTE DE 18” DE DIÁMETRO** UBICADO EN EL CORREDOR DE DUCTOS A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE DE PEMEX, DEBIDO A **UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA** LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE **3.6”** DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **20 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO ESTIMADO DE UNA FUGA DESPUÉS DE QUE SE ACTIVEN LAS VALVULAS DE EMERGENCIA PARA CORTE DE FLUJO.

CASO No. 2:

- FUGA **ACCIDENTAL** DE **AMONIACO ANHIDRO** (EN FASE GASEOSA AL CONTACTO CON LA ATMÓSFERA) POR RUPTURA PARCIAL EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DEL **DUCTO DE TRANSPORTE DE 18” DE DIÁMETRO** UBICADO EN EL CORREDOR DE DUCTOS A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE DE PEMEX, DEBIDO A **UN GOLPE POR IMPACTO DE UN VEHÍCULO** LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE **9”** DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 50% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **10 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO ESTIMADO DE UNA FUGA DESPUÉS DE QUE SE ACTIVEN LAS VALVULAS DE EMERGENCIA PARA CORTE DE FLUJO.

CASO No. 3:

- FUGA **ACCIDENTAL** DE **AMONIACO ANHIDRO** (EN FASE GASEOSA AL CONTACTO CON LA ATMÓSFERA) POR RUPTURA TOTAL DEL **DUCTO DE TRANSPORTE DE 18” DE DIÁMETRO** UBICADO EN EL CORREDOR DE DUCTOS A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE DE PEMEX, FRENTE AL

ACCESO PRINCIPAL A LA PLANTA DE C.F.E., DEBIDO A **UN GOLPE POR IMPACTO DE UN VEHÍCULO** LIBERÁNDOSE PRODUCTO DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE **5 MINUTOS**, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO ESTIMADO DE UNA FUGA DESPUÉS DE QUE SE ACTIVEN LAS VALVULAS DE EMERGENCIA PARA CORTE DE FLUJO.

2. Calculo De Distancias De Afectación Potencial Al Entorno De Los Tanques De Almacenamiento De Amoniac Refrigerado De 75,000 Toneladas De Capacidad Total De La Planta Productora De Amoniac Anhidro, En Topolobampo, Sinaloa, Mediante El Uso Del Paquete De Simulación De La E.P.A. (ARCHIE, 1986).

- **CASO No. 1: CASO No. 1:** FUGA DE AMONIACO ANHIDRO (FASE GASEOSA) POR RUPTURA EN LA ESTRUCTURA DEL TECHO DE UNO DE LOS TRES TANQUES CILINDRICO VERTICALES TIPO FULL CONTAINER PARA ALMACENAMIENTO DE AMONIACO REFRIGERADO DE 25,000 TONELADAS MÉTRICAS DE CAPACIDAD, DEBIDO A **UNA SOLDADURA DEFECTUOSA** LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE **0.5"** DE DIÁMETRO, DURANTE UN TIEMPO APROXIMADO DE 45 MINUTOS, ANTES DE TRASVASAR EL PRODUCTO HACIA OTRO TANQUE Y REPARAR LA ESTRUCTURA DEL TANQUE DAÑADO.

En el anexo 9 se encuentran los resultados de las modelaciones para los casos identificados para el proyecto.

III. DESCRIPCIÓN DE LAS ZONAS DE PROTECCIÓN EN TORNO A LAS INSTALACIONES

III.1 RADIOS POTENCIALES DE AFECTACIÓN

AMONIODUCTO. Debido a las condiciones de presión y diámetro de la tubería, las áreas de afectación por amoniaco anhidro se pueden ver en el Anexo 9. Como se puede observar el área de alto riesgo para el caso del amonioducto se sitúa a 297.79 metros (**Caso 1 RUPTURA PARCIAL EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DEL DUCTO DE TRANSPORTE DE 18" DE DIÁMETRO DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE 3.6" DE DIÁMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 20 MINUTOS**) y el área de amortiguamiento a 890.93 metros con una estabilidad B, en el caso del catastrófico abarcan el área de las instalaciones de PEMEX, CFE. Para el caso del amortiguamiento abarcan el área de las instalaciones de PEMEX, CFE y el extremo norte de Topolobampo.

Como se puede observar el área de alto riesgo para el caso del amonioducto se sitúa a 758.65 metros (**Caso 2 RUPTURA PARCIAL EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DEL DUCTO DE TRANSPORTE DE 18" DE DIÁMETRO DEBIDO A UN GOLPE POR IMPACTO DE UN VEHÍCULO LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE 9" DE DIÁMETRO -EQUIVALENTE AL 50% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA-, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 10 MINUTOS**) y el área de amortiguamiento a 2,194.25 metros con una estabilidad B, en ambos casos abarcan el área de los predios y más allá de esta como es el caso de Topolobampo, Ejido Rosendo Castro, las instalaciones de PEMEX, CFE y el API.

Se puede observar el área de alto riesgo para el caso del amonioducto se sitúa a 1,407.26 metros (**Caso 3 RUPTURA TOTAL DEL DUCTO DE TRANSPORTE DE 18" DE DIÁMETRO, POR UN GOLPE POR IMPACTO DE UN VEHÍCULO LIBERÁNDOSE PRODUCTO DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 5 MINUTOS,**) y el área de amortiguamiento a 3,218.69 metros con una estabilidad B, en ambos casos abarcan el área de los predios y más allá de esta como es el caso de Topolobampo, Ejido Rosendo Castro, las instalaciones de PEMEX, CFE y el API.

TANQUE. El área de alto riesgo para el caso de **tanque** de almacenamiento se sitúa 132.28 metros (**Caso 1 RUPTURA EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DE UNO DE LOS TRES TANQUES CILINDRICO VERTICALES PARA ALMACENAMIENTO DE AMONIACO REFRIGERADO DE 25,000 TONELADAS MÉTRICAS DE CAPACIDAD, DEBIDO A UNA SOLDADURA DEFECTUOSA LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE 5" DE DIAMETRO, DURANTE UN TIEMPO APROXIMADO DE 45 MINUTOS**) y el área de amortiguamiento a 795.14 metros con una estabilidad B, en el primer caso abarca el área de los predios propios del proyecto como el de PEMEX y en el caso del segundo alcanza a las instalaciones de CFE.

GASODUCTO. El área de alto riesgo para el caso del **Gasoducto** se sitúa entre los 37.79 metros zona de alto riesgo a 5 kw/m² con una estabilidad F por FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (**FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A 1" DE DIAMETRO, POR PROBLEMAS CON LA VÁLVULA EN EL PUNTO DE INTERCONEXIÓN ENTRE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DEL GASODUCTO DE 30" EL ORO - TOPOLOBAMPO. EL ENCINO-TOPOLOBAMPO, UBICADA A UN COSTADO DE LA CARRETERA LOS MOCHIS-TOPOLOBAMPO, Y EL GASODUCTO DE 18" DE LA PLANTA DE AMONIACO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 10 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SEA CONTROLADA POR EL OPERADOR DEL SISTEMA**) y la distancia de separación segura a 54.86 metros, en el primer caso abarca el área de los predios de PEMEX y las vías de ferrocarril.

El área de alto riesgo para el caso del **Gasoducto** se sitúa entre los 77.72 metros zona de alto riesgo a 5 kw/m² con una estabilidad F FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (**FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO DE 2" DE DIAMETRO, EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 18" UBICADO A UN COSTADO DEL DDV DEL FERROCARRIL, CERCA DE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DEL PUNTO DE INTERCONEXIÓN CON EL GASODUCTO DE 30" EL ORO - TOPOLOBAMPO. EL ENCINO-TOPOLOBAMPO, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 5 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA "SLAM-SHUT" DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.**) y la distancia de separación segura a 112.78 metros, en

ambos casos abarcan área de los predios propios del proyecto y algunos partes de las instalaciones de PEMEX.

RED INTERNA DE GAS NATURAL

El área de alto riesgo para el caso del **Gasoducto** se sitúa entre los 81.69 metros zona de alto riesgo a 5 kw/m² con una estabilidad F FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (**Caso 3 FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO DE 2" DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 10" UBICADO EN EL INTERIOR DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMONIAO DEL MUNICIPIO DE AHOME, DEBIDO A UN PORO DE CORROSIÓN, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 5 MINUTOS**) y la distancia de separación segura a 118.57 metros, en ambos caso abarca áreas del predio propio del proyecto y en el segundo caso alcanzaría parte del predio de amortiguamiento de PEMEX.

La zona de amortiguamiento distancia de separación segura se encontró hasta los 143.56 metros en el caso de la modelación por **FLAMA O DARDOS DE FUEGO**, este dato puede ser un poco engañoso, ya que si bien la distancia es muy grande, no se están considerando el cerro de Topolobampo que se localiza en línea recta hacia el sur del predio del proyecto y las turbulencias propias que se generan por los vientos.

Para efectos de la modelación, se consideró que todo el líquido derramado durante una fuga se transforma casi inmediatamente en gas.

Como ya se señaló en la Manifestación de Impacto Ambiental la cual acompaña el presente estudio, el predio en el que se pretende realizar la construcción se encuentra al oeste de la bahía de Ohuira teniendo como colindancias al oeste las instalaciones de la terminal de PEMEX y al sur las instalaciones de Comisión Federal de Electricidad.

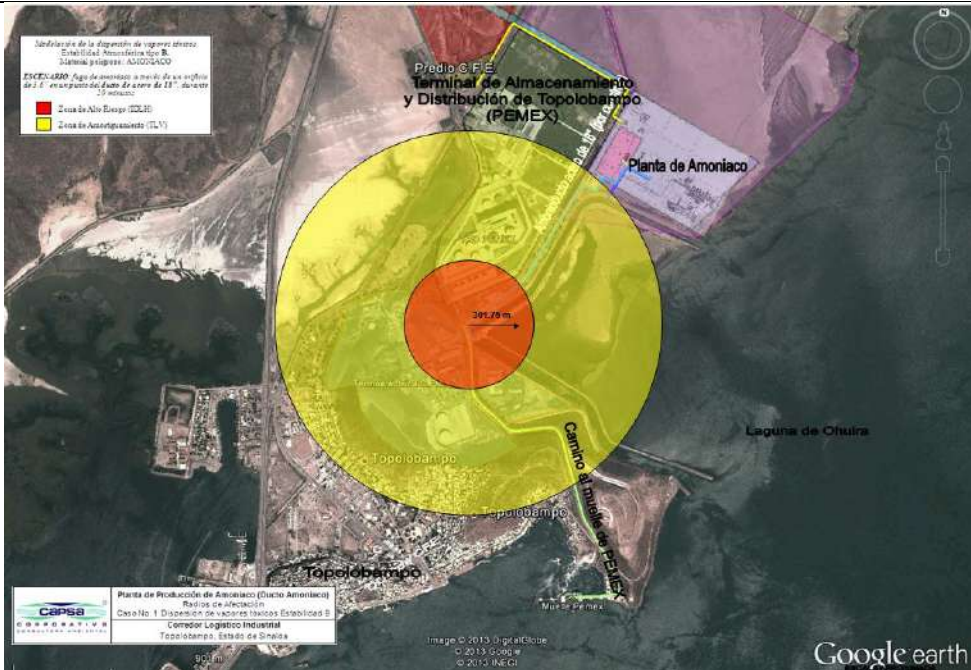
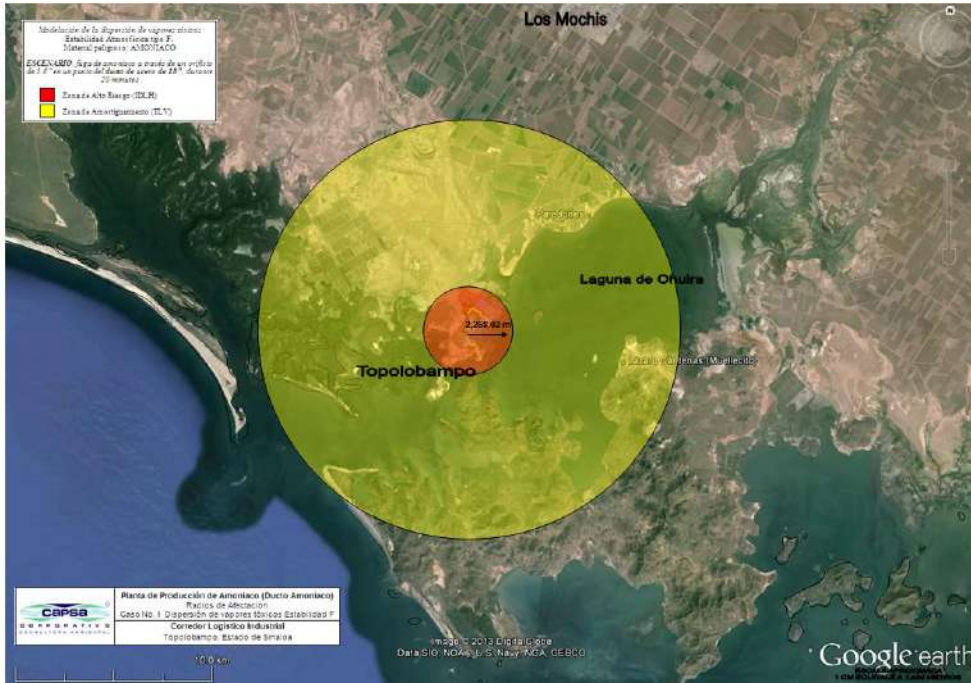
Por lo que durante las sesiones de HAZOP Preliminar se tomaron en cuenta el ambiente corrosivo del mar y los fenómenos perturbadores propios de la costa del pacífico.

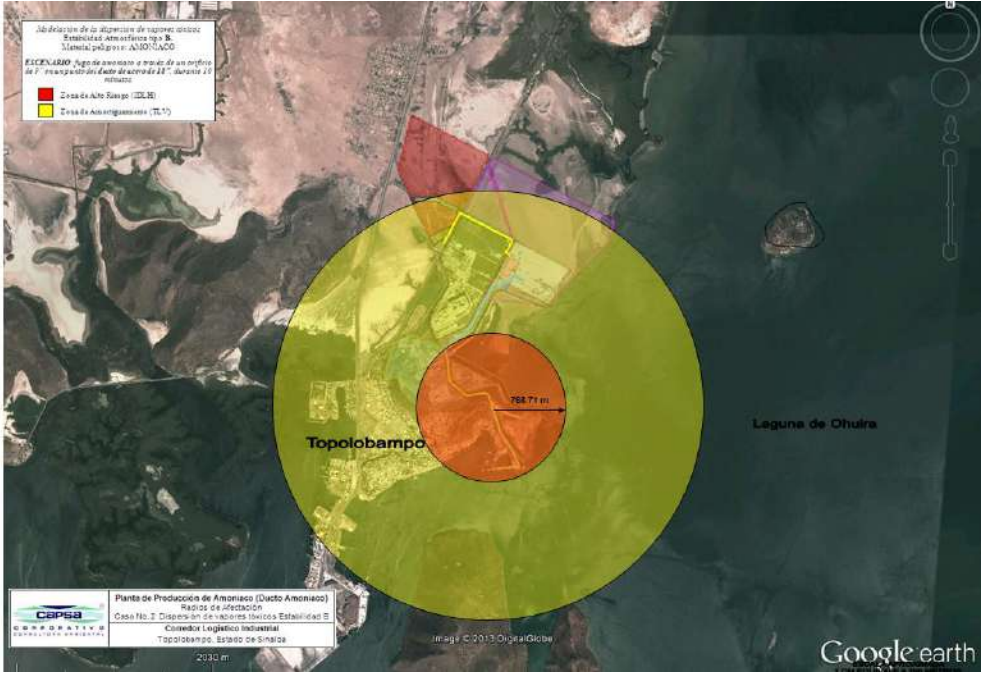
Por otra parte también se tomó en cuenta que la distancia de amortiguamiento se incrementa ya que los asentamientos humanos regulares e irregulares no son posibles ya que el proyecto estaría rodeada de instalaciones industriales por un lado y mar por el otro.

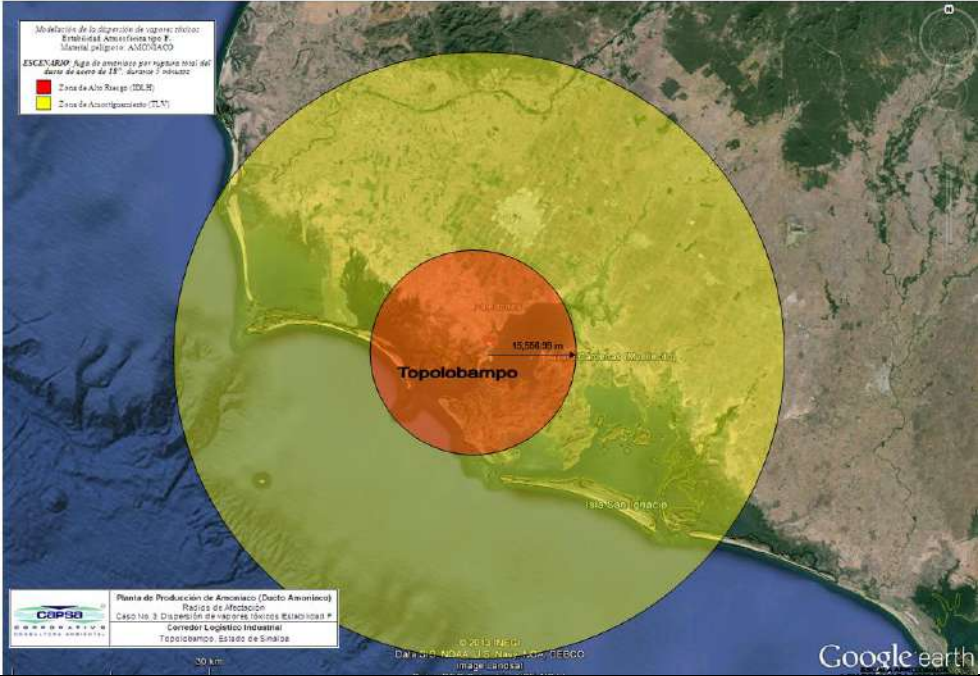
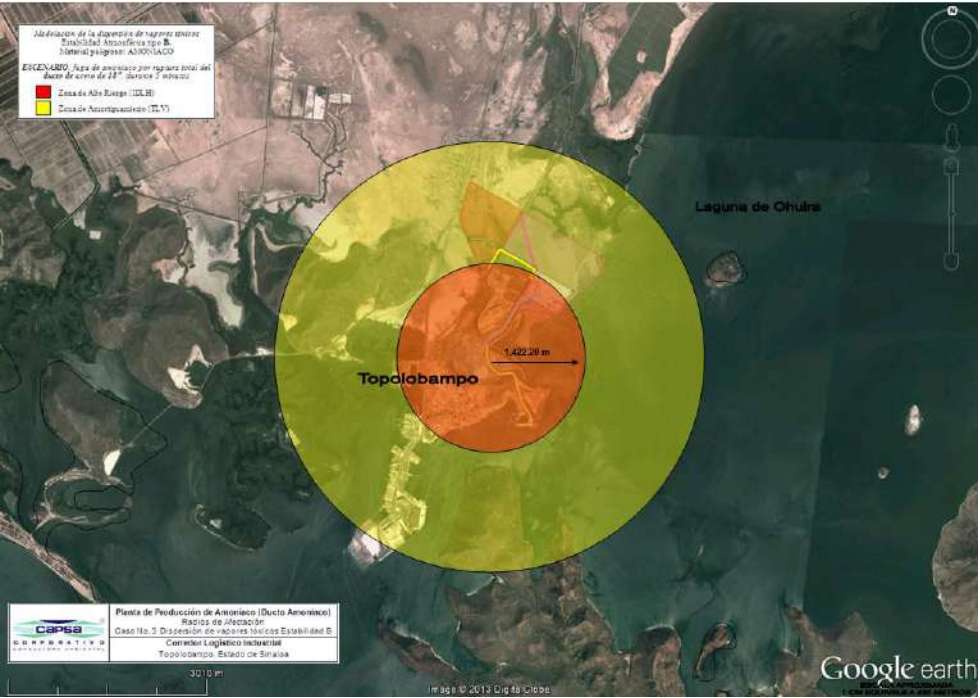
La topografía muestra dos colinas próximas a las instalaciones que dificultan la dispersión en tierra de posibles fugas.

A manera de resumen se presenta la siguiente tabla donde se pueden observar las condiciones generales de cada uno de los eventos, de igual forma se pueden ver en el Anexo 9.

Tabla 25 Resultados de la modelación de riesgo con amoniaco anhidro con el programa ARCHIE.

SUSTANCIA	Zona de Alto Riesgo (Zona de influencia del valor IDLH 300 ppm)		Determinación de la Zona de Amortiguamiento (Zona de influencia del valor TLV 35 ppm)		Radios de afectación
	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	
AMONIODUCTO					
CASO No. 1: FUGA ACCIDENTAL DE AMONIACO ANHIDRO (EN FASE GASEOSA AL CONTACTO CON LA ATMÓSFERA) POR RUPTURA PARCIAL EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DEL DUCTO DE TRANSPORTE DE 18” DE DIÁMETRO UBICADO EN EL CORREDOR DE DUCTOS A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE DE PEMEX, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE 3.6” DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 20 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO ESTIMADO DE UNA FUGA DESPUÉS DE QUE SE ACTIVEN LAS VALVULAS DE EMERGENCIA PARA CORTE DE FLUJO.	977 pies (297.79 metros)	7,313 pies (2,229.00 metros)	2,923 pies (890.93 metros)	34,617 pies (10.551.26 metros)	 

SUSTANCIA	Zona de Alto Riesgo (Zona de influencia del valor IDLH 300 ppm)		Determinación de la Zona de Amortiguamiento (Zona de influencia del valor TLV 35 ppm)		Radios de afectación
	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	
CASO No. 2: FUGA ACCIDENTAL DE AMONIACO ANHIDRO (EN FASE GASEOSA AL CONTACTO CON LA ATMÓSFERA) POR RUPTURA PARCIAL EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DEL DUCTO DE TRANSPORTE DE 18” DE DIÁMETRO UBICADO EN EL CORREDOR DE DUCTOS A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE DE PEMEX, DEBIDO A UN GOLPE POR IMPACTO DE UN VEHÍCULO LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE 9” DE DIAMETRO (<u>EQUIVALENTE AL 50% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA</u>), DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 10 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO ESTIMADO DE UNA FUGA DESPUÉS DE QUE SE ACTIVEN LAS VALVULAS DE EMERGENCIA PARA CORTE DE FLUJO.	2,489 pies (758.65 metros)	26,985 pies (8,225.03 metros)	7,199 pies (2,194.25 metros)	100,822 pies (30.730.55 metros)	 

SUSTANCIA	Zona de Alto Riesgo (Zona de influencia del valor IDLH 300 ppm)		Determinación de la Zona de Amortiguamiento (Zona de influencia del valor TLV 35 ppm)		Radios de afectación
	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	
CASO No. 3: FUGA ACCIDENTAL DE AMONIACO ANHIDRO (EN FASE GASEOSA AL CONTACTO CON LA ATMÓSFERA) POR RUPTURA TOTAL DEL DUCTO DE TRANSPORTE DE 18” DE DIÁMETRO UBICADO EN EL CORREDOR DE DUCTOS A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE DE PEMEX, FRENTE AL ACCESO PRINCIPAL A LA PLANTA DE C.F.E., DEBIDO A UN GOLPE POR IMPACTO DE UN VEHÍCULO LIBERÁNDOSE PRODUCTO DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 5 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO ESTIMADO DE UNA FUGA DESPUÉS DE QUE SE ACTIVEN LAS VALVULAS DE EMERGENCIA PARA CORTE DE FLUJO.	4,617 pies (1,407.26 metros)	50,378 pies (15,355.21 metros)	10,560 pies (3,218.69 metros)	149,463 pies (45,556.32 metros)	

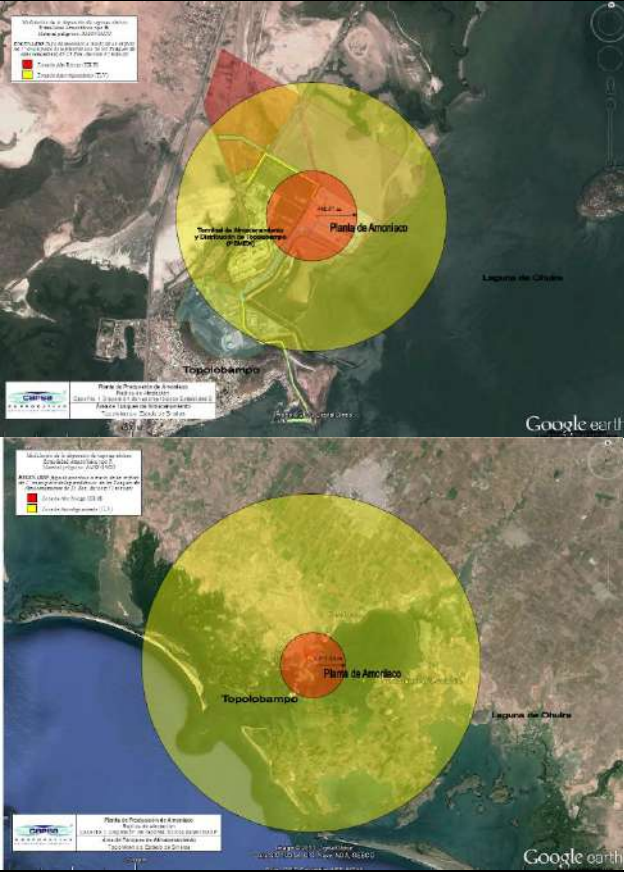
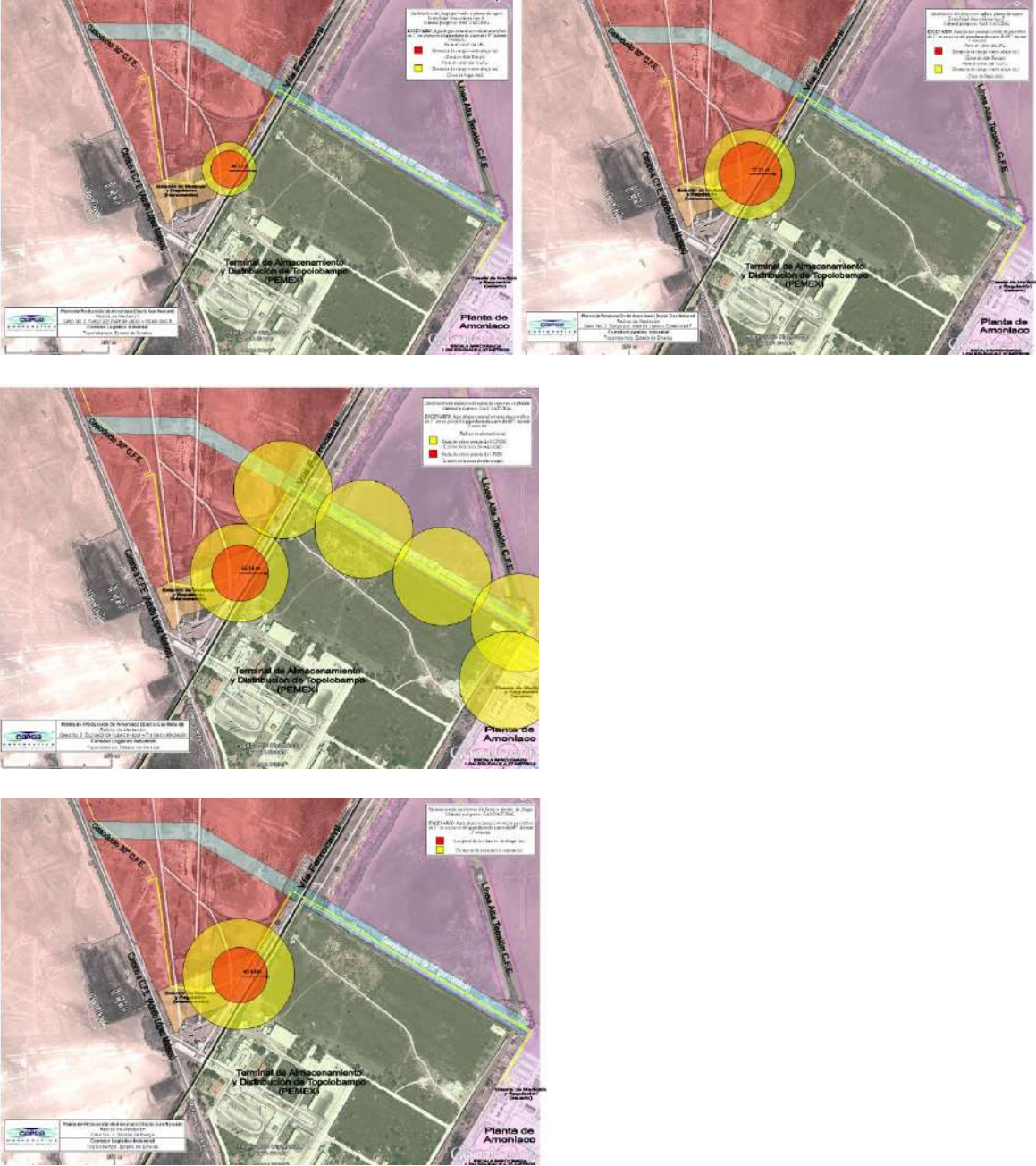
SUSTANCIA	Zona de Alto Riesgo (Zona de influencia del valor IDLH 300 ppm)		Determinación de la Zona de Amortiguamiento (Zona de influencia del valor TLV 35 ppm)		Radios de afectación
	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo B	Distancia de riesgo tóxico viento abajo considerando una estabilidad tipo F	
TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ANHIDRO					
CASO No. 1: FUGA DE AMONIACO ANHIDRO (FASE GASEOSA) POR RUPTURA EN LA ESTRUCTURA DEL TECHO DE UNO DE LOS TRES TANQUES CILINDRICO VERTICALES TIPO FULL CONTAINER PARA ALMACENAMIENTO DE AMONIACO REFRIGERADO DE 25,000 TONELADAS MÉTRICAS DE CAPACIDAD, DEBIDO A UNA SOLDADURA DEFECTUOSA LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE 0.5” DE DIÁMETRO, DURANTE UN TIEMPO APROXIMADO DE 45 MINUTOS, ANTES DE TRASVASAR EL PRODUCTO HACIA OTRO TANQUE Y REPARAR LA ESTRUCTURA DEL TANQUE DAÑADO.	434 pies (132.28 metros)	2,612 pies (796.14 metros)	a nivel del piso=1,770 pies (539.50 metros) a la altura de salida=1,690 pies (515.11 metros)	a nivel del piso=14,335 pies (4.369.31 metros) a la altura de salida=12,761 pies (3,889.55 metros)	

Tabla 26 Resultados de la modelación de riesgo con gas natural con el programa ARCHIE.

SUSTANCIA	FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (ESTABILIDAD B)		FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (ESTABILIDAD F)		EXPLOSIÓN DE NUBES DE VAPOR NO CONFINADAS (SOBREPRESIÓN)		FLAMA O DARDOS DE FUEGO		Radios de afectación
	Zona de alto riesgo 5 kw/m2	Zona de amortiguamiento 1.4 kw/m2 (m)	Zona de alto riesgo 5 kw/m2	Zona de amortiguamiento 1.4 kw/m2 (m)	Zona de alto riesgo 1 psig	Zona de Amortiguamiento 0.5 psig	Longitud de los dardos de fuego	Distancia de separación segura	
GASODUCTO									
CASO NO. 1: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO EQUIVALENTE A 1” DE DIAMETRO, POR PROBLEMAS CON LA VÁLVULA EN EL PUNTO DE INTERCONEXIÓN ENTRE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DEL GASODUCTO DE 30” EL ORO - TOPOLOBAMPO. EL ENCINO-TOPOLOBAMPO, UBICADA A UN COSTADO DE LA CARRETERA LOS MOCHIS-TOPOLOBAMPO, Y EL GASODUCTO DE 18” DE LA PLANTA DE AMONIACO, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 10 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SEA CONTROLADA POR EL OPERADOR DEL SISTEMA.	22.55 m	32.62 m	37.79 m	54.86 m	26.52	46.03	108 pies (32.92 m)	216 (65.84m)	

SUSTANCIA	FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (ESTABILIDAD B)		FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (ESTABILIDAD F)		EXPLOSIÓN DE NUBES DE VAPOR NO CONFINADAS (SOBREPRESIÓN)		FLAMA O DARDOS DE FUEGO		Radios de afectación
	Zona de alto riesgo 5 kw/m2	Zona de amortiguamiento 1.4 kw/m2 (m)	Zona de alto riesgo 5 kw/m2	Zona de amortiguamiento 1.4 kw/m2 (m)	Zona de alto riesgo 1 psig	Zona de Amortiguamiento 0.5 psig	Longitud de los dardos de fuego	Distancia de separación segura	
CASO No. 2: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO DE 2" DE DIAMETRO, EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 18" UBICADO A UN COSTADO DEL DDV DEL FERROCARRIL, CERCA DE LA ESTACIÓN DE MEDICIÓN Y REGULACIÓN DEL PUNTO DE INTERCONEXIÓN CON EL GASODUCTO DE 30" EL ORO - TOPOLOBAMPO. EL ENCINO-TOPOLOBAMPO, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 5 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA “SLAM-SHUT” DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.	46.33 m	67.06 m	77.72 m	112.78 m	52.73	91.13	216 pies (65.84 m)	431 pies (131.37 m)	

SUSTANCIA	FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (ESTABILIDAD B)		FUEGO POR PLUMA DE VAPOR O NUBE DE GAS INFLAMABLE (ESTABILIDAD F)		EXPLOSIÓN DE NUBES DE VAPOR NO CONFINADAS (SOBREPRESIÓN)		FLAMA O DARDOS DE FUEGO		Radios de afectación
	Zona de alto riesgo 5 kw/m2	Zona de amortiguamiento 1.4 kw/m2 (m)	Zona de alto riesgo 5 kw/m2	Zona de amortiguamiento 1.4 kw/m2 (m)	Zona de alto riesgo 1 psig	Zona de Amortiguamiento 0.5 psig	Longitud de los dardos de fuego	Distancia de separación segura	
RED INTERNA DE GAS NATURAL									
CASO No. 3: FUGA ACCIDENTAL DE GAS NATURAL POR UN ORIFICIO DE 2" DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), EN UN SEGMENTO DEL DUCTO DE ACERO DE 10" UBICADO EN EL INTERIOR DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE AMONIACO DEL MUNICIPIO DE AHOME, DEBIDO A UN PORO DE CORROSIÓN, DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 1 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO DE UNA FUGA ANTES DE QUE SE ACTIVE LA VALVULA “SLAM-SHUT” DE CIERRE AUTOMATICO POR UNA CAIDA DE PRESION ANORMAL EN EL SISTEMA.	48.46 m	70.41 m	81.69 m	118.57 m	55.17	95.71	236 pies (71.93 m)	471 pies (143.56 m)	

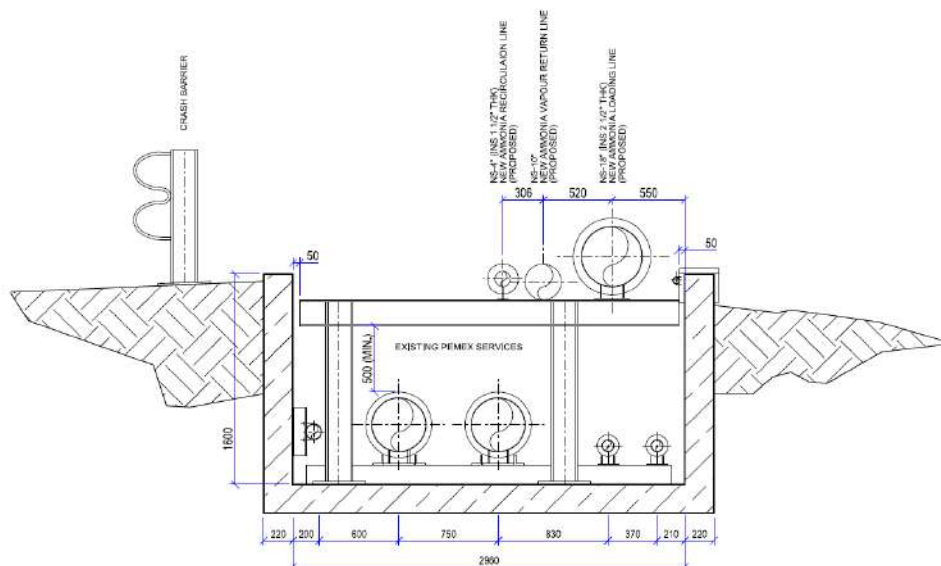
III.2. INTERACCIONES DE RIESGO

AMONIODUCTO Y TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ANHIDRO.

Las posibles interacciones de riesgo que ocasionaría una fuga de amoniaco en la tubería, dependerá del momento en que éste se presente, de lo que lo ocasione y del efecto que este ocasionaría, así como del tiempo en atención que se le dé a la contingencia. Dentro de la zona denominada como alto riesgo y de amortiguamiento, para los eventos planteados, se localizan tuberías que pueden verse afectadas en caso de una situación de riesgo, específicamente en el destino de la misma. De manera que la tubería que se vería afectada al presentarse una fuga sería la de proyecto, así como las que cruzan en el sitio donde se interconectará el Amonioducto.

Si sucediera una eventualidad de riesgo en el punto de origen del Amonioducto, las instalaciones afectadas sería el Área de Tanques de las propias instalaciones del proyecto. De no suceder un riesgo en el origen si no en el destino, afectaría la zona del muelle de PEMEX, en la cual llega actualmente el mismo Amonioducto del 10" de diámetro de PEMEX, esta se localiza en línea recta hacia el sureste, con respecto al proyecto 1,335 m.

Específicamente, la interacción sería con las tuberías de PEMEX, ya que se pretenden utilizar las trincheras de PEMEX para adosar sobre esta, una plataforma sobre la que descansaran los ductos del proyecto, tal como se muestra en la siguiente ilustración.



PROTEGIDO POR LA LFTAIPG

Otra posible interacción con tuberías ajenas al proyecto se localizan dentro de las instalaciones de CFE y PEMEX que en caso de encontrar un punto de ignición (mecheros), se podría dar un efecto domino en aquellos casos que pudiesen alcanzar estos, como es el CASO No. 1: FUGA ACCIDENTAL DE AMONIAO ANHIDRO (EN FASE GASEOSA AL CONTACTO CON LA ATMÓSFERA) POR RUPTURA PARCIAL EN LA ESTRUCTURA DE LA PARED DEL DUCTO DE TRANSPORTE DE 18" DE DIÁMETRO UBICADO EN EL CORREDOR DE DUCTOS A UN COSTADO DEL CAMINO AL MUELLE DE PEMEX, DEBIDO A UN GOLPE DE UNA PALA MECÁNICA LIBERÁNDOSE PRODUCTO POR UN ORIFICIO DE 3.6" DE DIAMETRO (EQUIVALENTE AL 20% DEL DIÁMETRO DE LA TUBERÍA), DURANTE UN TIEMPO PROMEDIO DE 20 MINUTOS, QUE ES EL TIEMPO MAXIMO ESTIMADO DE UNA FUGA DESPUÉS DE QUE SE ACTIVEN LAS VALVULAS DE EMERGENCIA PARA CORTE DE FLUJO.

En caso de suceder una eventualidad de riesgo cualquier punto del Amoniaco su trazo, las posibles interacciones de riesgo serian directamente hacia el terreno donde ésta se presente.

Respecto a interacciones con asentamientos humanos, durante la trayectoria de la tubería, no se localizan asentamientos de tipo regular e irregular, sin embargo si dentro de los radios potenciales de afectación: las zonas de alto riesgo y de amortiguamiento. Cabe señalar que el cerro donde se localiza la chimenea de la termoeléctrica "Juan de Dios Batiz Paredes" de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), ubicada sobre un cerro de 50 metros de altura, el cual tiene un efecto barrera hacia las comunidades de Topolobampo, el Chivero principalmente.



Figura 30 Panorámicas de colindancias.

En caso de suceder alguno de los eventos planteados con anterioridad, la dimensión del riesgo que este ocasione, dependerá de los siguientes puntos:

1. Tiempo de detección de la fuga y atención del punto de la misma.
2. Condiciones ambientales que prevalezcan en el sitio en el momento, que suceda la eventualidad.
3. Accesibilidad al sitio de contingencia.
4. Tiempo de respuesta por la Unidad Respuesta a Emergencias de la empresa, de PEMEX Petroquímica y de CFE.
5. Y principalmente de la magnitud del daño que el producto fugado, puede ocasionar en alguno de los eventos planteados.

La finalidad de identificar las eventualidades de riesgo que se puedan presentar en la tubería, es identificar y definir un procedimiento preventivo y predictivo, basado en recomendaciones sustentadas por la percepción de las interacciones de riesgo citadas, para tratar de minimizar situaciones de riesgo, por un evento no deseado.

A continuación se menciona las medidas preventivas orientadas a reducir el riesgo en caso de que se presente el evento de fuga.

1. Realizar los procedimientos para el cierre de válvulas en caso de presentarse fugas, notificando el evento a los departamentos operativos y de mantenimiento.
2. Cumplir con los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo y capacitar al personal en la aplicación del mismo.
3. Cumplir con los programas de celaje terrestre.
4. Llevar a cabo el programa de mantenimiento de la tubería, con especial atención en la medición de espesores.
5. Efectuar el programa de reemplazo de tramos apropiadamente y con seguridad.
6. Capacitación al personal de operación y mantenimiento respecto a seguridad.
7. Evaluar la factibilidad de instalación de un sistema de detención y control de fugas de alta sensibilidad.
8. Evaluación continua de la calidad de la protección externa para corroborar que cumple con las especificaciones establecidas en el diseño.
9. Supervisar durante la etapa de construcción, el cumplimiento de especificaciones y certificar que los materiales cumplan con lo establecido según el fluido a manejar.

10. Verificar durante la construcción, la correcta instalación de los sistemas de protección.
11. Dar a conocer a la población aledaña los riesgos a los que se exponen, en caso de realizar actividades sobre el derecho de vía de la tubería y en caso de fuga.
12. Instalación de señalamientos a lo largo del trazo de la tubería, con énfasis particular en instalaciones de origen, destino y, cruzamientos.
13. Realizar campañas de concientización al personal operativo, de las consecuencias en caso de abandono de su área de trabajo o irresponsabilidad en sus actividades.
14. Cumplir con el rol de personal para evitar fatiga en el trabajo y llevar a cabo un estudio para seleccionar las áreas de mayor ausentismo y sus causas.
15. Contar con una flotilla de personal para sustituir los ausentismos.

GASODUCTO Y RED INTERNA DE GAS NATURAL

El medio de transporte masivo de hidrocarburos más utilizado en el mundo son los ductos. No obstante el avance tecnológico patente en toda la infraestructura del transporte por ductos, el riesgo está siempre presente en la operación de los mismos.

Los accidentes en tuberías de conducción de hidrocarburos se distribuyen aproximadamente de la siguiente manera: 41% corrosión, falla de material 25%, golpes de maquinaria 13%, toma clandestina 4.5%, fisura en soldaduras 3%, otras causas 13.5%.

Si bien el riesgo existirá siempre, su cuantificación es una parte esencial para su mejor administración y prevención, por lo que se debe contar con herramientas adecuadas para evaluarlo de la mejor manera posible.

Los métodos actuales de diseño toman en cuenta la parte aleatoria de las variables únicamente mediante factores de seguridad. Este nivel de aproximación es muy limitado.

Los análisis de consecuencias y riesgos, consisten en generar situaciones de riesgo o los denominados posibles escenarios de riesgo. En la simulación de los peores escenarios no se consideró intencionalmente ninguna de las medidas de seguridad con que se cuenta (sistemas de control y mecanismos o procedimientos de respuesta) con el fin de visualizar el grado de afectación que tendría lugar en cada uno de los eventos máximos catastróficos considerados durante la modelación.

El análisis de riesgo se efectuó considerando los siguientes aspectos: la naturaleza del proceso, las características físico-químicas del **gas natural** a utilizar; las características de manejo y las condiciones de operación.

Es de suma importancia, se aplique y observe a detalle la descripción y actualización de las especificaciones técnicas de los equipos, materiales, instalaciones y demás dispositivos utilizados en el sistema de transporte a que serán sujetos en el diseño y la construcción del sistema, así como los métodos y procedimientos de seguridad que serán utilizados para la construcción, operación y el mantenimiento del mismo, incluyendo los procedimientos relativos a las pruebas que llevará a cabo para comprobar que el sistema cumple con las especificaciones técnicas, la periodicidad para la realización de dichas pruebas, así como la forma y los plazos para informar a la autoridad sobre los resultados obtenidos. Cumpliendo siempre con las especificaciones técnicas establecidas por la NOM-007-SECRE-1997 y el Código ASME B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping System,, API STD 1104 Standard for Welding Pipelines and Related Facilities, los cuales se utilizan internacionalmente en las instalaciones de tuberías para la conducción de gas; también se incluye la DOT Part. 192, Transportation of Natural and Other Gas by Pipeline; de manera adicional, se cumplirá con las especificaciones de Nom-008-SECRE-1999, Control de la corrosión externa en tuberías de acero en terradas y/o sumergidas; Nom-009-SECRE-2002, Monitoreo, detección y clasificación de fugas de gas natural y gas L.P. en ductos. Con esto será suficiente y adecuado para garantizar la seguridad de su sistema de transporte. En caso de modificaciones al sistema de las especificaciones técnicas, los equipos, materiales, instalaciones y demás dispositivos utilizados en el sistema de transporte y los métodos y procedimientos de seguridad en la medida que las necesidades de seguridad así lo ameriten y, para tal efecto, solicitar a la Comisión la modificación del permiso.

El fundamento matemático y científico del citado simulador, así como las instrucciones para su utilización están contenidas en el Software correspondiente. Ver resumen de simulación, contenido en el **Anexo 9**.

Adicionalmente se recurrió a la aplicación de ecuaciones utilizadas para estimación de los parámetros de riesgo, ecuaciones citadas en la publicación "Control de Riesgo de Accidentes Mayores" editado por la Organización Internacional del Trabajo OIT, basadas a su vez en datos del Banco Mundial, así mismo también citadas en diversos textos y artículos técnicos de análisis de riesgo.

Una vez identificados y jerarquizados los riesgos, se simularon en forma matemática por medio del software **ARCHIE versión 1.0** de la Agencia de Protección Ambiental de Estados Unidos (USEPA), utilizando los criterios especificados en el Anexo 9.

Debido a que la hoja de datos de seguridad de Pemex del gas natural no reporta valores de TLV y de IDLH, no se corrió el modelo de evaluación del riesgo de dispersión de vapores tóxicos. Sin embargo, para la modelación de eventos de fuga, incendio y explosión, se consideró una fuga inicial de gas natural.

Para realizar la modelación de una fuga de **gas natural**, se consideraron las peores condiciones posibles, es decir el caso de una fuga que no es detectada y atendida a tiempo, fugándose el **gas natural**, con una **estabilidad atmosférica tipo B y F**, o sea muy estable, de noche, con nubosidad poco densa y sin capa de inversión.

III.3. EFECTOS SOBRE EL SISTEMA AMBIENTAL

La fabricación de amoníaco es un proceso muy limpio no existen vertidos líquidos. Es un proceso que consume mucha energía, por lo que, es necesario máxima recuperación y el eficiente empleo del aire liberado.

Las aguas resultantes de la operación de la planta serán tratadas antes de ser reutilizadas o vertidas al mar a través del canal de descarga de CFE.

La fabricación de amoniaco, implica impactos ambientales y riesgos de incendios, explosiones, intoxicaciones, etc., para los cuales se plantean medidas generales de mitigación, adecuación y seguimiento ambiental.

El transporte de amoniaco a los mercados potenciales, se realizará principalmente por vía marina a través de un ducto de 18" que llegará hasta el muelle de PEMEX, y de ahí se carga a los buques tanques a través de garzas de descarga. Aunque los equipos y sistemas contarán con tecnología de punta, no se descarta la posibilidad de un evento de fuga de producto a lo largo de sus 3 kilómetros de ducto, o en el muelle de descarga.

Un aspecto muy importante es que las medidas de seguridad y control integradas en el proceso de producción desde la etapa de diseño, contribuyen en gran manera a reducir los impactos adversos del proyecto.

IV. SEÑALAMIENTO DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD Y PREVENTIVAS EN MATERIA AMBIENTAL.

IV.1. RECOMENDACIONES TÉCNICO-OPERATIVAS

AMONIODUCTO

Las recomendaciones en sí, surgen del análisis de identificación de los posibles eventos que se pueden presentar en la etapa operativa del Amonioducto, misma que se analizó en la metodología de riesgo HAZOP, y evaluaron de manera específica en las matrices de jerarquización de riesgo para cada categoría, en la cual se realiza una identificación de los riesgos que pueden presentar cada evento, evaluando las consecuencias y frecuencias de estos eventos analizados.

Es por eso que una vez desarrollada la metodología para la identificación de riesgo y con el fin de evitar al máximo la presencia de accidentes, se deberá verificar que durante la etapa operativa del Amonioducto, se cumplan las recomendaciones técnico – operativas surgidas de la aplicación de las metodologías de identificación de riesgos, las cuales se mencionan a continuación:

Etapas de construcción

- Todo el material de tubería utilizado en esta etapa, tendrá certificado de calidad, incluyendo el número de lote, composición química, propiedades mecánicas y espesor.
- Llevar a cabo un análisis radiográfico de las soldaduras en la tubería.
- Verificar la aplicación a la tubería de la protección anticorrosiva exterior, establecer criterios rigurosos de supervisión e inspección en taller y en campo.
- Para evitar el inicio de procesos corrosivos por intemperismos, se deberá aplicar la normatividad vigente para protección exterior de la tubería, con recubrimiento.
- Supervisar que el personal tenga la capacitación adecuada y que éstos verifiquen la correcta instalación del ensamblado, doblado, cortado y soldado de la tubería.
- Verificar la instalación de todos los señalamientos informativos para la tubería a campo traviesa, desde su punto de origen hasta el punto de destino.
- Todos los accesorios que el contratista suministre (válvulas, bridas, accesorios para tuberías, espárragos, tuercas, empaques y ánodos, entre otros), deberán

contar con un certificado de calidad, el cual deberá entregarse a la supervisión de la empresa, previo a su instalación.

- Supervisar todas las fases de la prueba hidrostática, así como corregir las fallas presentadas.
- Realizar una inspección general para corroborar que la tubería y equipo a los que se le realizó la prueba hidrostática, sean drenados y soplados al finalizar la prueba, además de eliminar los residuos o desperdicios durante las labores de limpieza.

Etapas de operación.

- No exceder la presión de operación establecida en la tubería, para evitar fracturas que conduzcan a situaciones de peligro al ambiente o a las instalaciones.
- Capacitar al personal para que opere en forma correcta los manuales de control, y los fundamentos básicos de operación de las instalaciones en que se encuentra la tubería y así, evitar errores humanos en la operación.
- Efectuar los celajes terrestres en forma periódica con la finalidad de detectar condiciones anormales de operación.
- Avisar de manera inmediata a personal responsable en la etapa de operación de la tubería, la presencia de posibles fugas, para realizar los procedimientos de seguridad pertinentes.

Etapas de Mantenimiento Preventivo y Predictivo.

- Efectuar la supervisión y el celaje terrestre de la tubería como lo especifica el programa de mantenimiento, para evitar invasión y también que se realicen trabajos con equipo y/o maquinaria pesada sin dañar el mismo.
- Cumplir en forma estricta con el programa de mantenimiento preventivo, la inspección de potenciales catódicos y la medición de espesores, para tomar acciones inmediatas cuando se presenten desviaciones a las condiciones normales de operación.
- Capacitar periódicamente al personal que opera las instalaciones de origen y destino, así como a los que realizan los celajes terrestres del derecho de vía, para la identificación de los puntos de fugas.
- Restablecer los señalamientos preventivos, restrictivos e informativos al derecho de vía y de protección catódica cada vez que se detecten en mal estado.

Etapas de mantenimiento correctivo.

- Efectuar de manera inmediata las reparaciones de los daños que la tubería pueda presentar.
- Continuar con la capacitación periódica, al personal que realiza los cortes de la tubería en caso de alguna reparación.
- Mantener la capacitación periódica, al personal que interviene cuando ocurre los eventos de fugas.
- Detener de forma inmediata el funcionamiento de la tubería, en caso de presentarse una fuga, para proceder a su reparación.
- Aplicar de manera correcta y eficiente el Plan de Emergencias para Ductos, el cual es aplicable para casos de fugas y/o derrames en los sistemas de transporte.

TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AMONIACO ANHIDRO

Llevar a cabo inspecciones de riesgo, así como efectuar la verificación y control de posibles puntos de desgaste de las placas de los tanques de almacenamiento

Realizar inspecciones preventivas de riesgo, recorridos de la comisión local mixta de seguridad e Higiene.

Llevar a cabo la verificación de espesores y control de desgaste de los tanques.

Realizar los mantenimientos programados de acuerdo al mantenimiento preventivo (MP) de inspección y mantenimiento y verificar su cumplimiento

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

- Establecer un procedimiento de control de calidad de los equipos a instalar por el responsable de la obra, en él se deberá incluir el número de lote, composición química, propiedades mecánicas, espesores, etc.
- Llevar a cabo un análisis radiográfico de las soldaduras.
- Se realizará una prueba hidrostática para cada tanque.
- Cada tanque contará con un sistema de aislamiento que cumplirá con los estándares y/o especificaciones de la empresa.
- Diseñar y aplicar un procedimiento de soldadura y uno similar para la calificación de los soldadores, de acuerdo a las características de los tanques, accesorios y a los estándares nacionales e internacionales vigentes.

- Los posibles accidentes se pueden dar durante la obra, para lo cual se tomarán las medidas de prevención reglamentarias de construcción, así como las dispuestas por el reglamento de seguridad e higiene en el trabajo. El personal será dotado de equipos protectores tales como cascos, zapatos de seguridad, goggles, arneses y guantes.
- Se colocarán señalizaciones con cinta fluorescente para delimitar las áreas peligrosas o restringidas. Se dotará de un botiquín en obra para accidentes menores y se aseguró la vacunación antitetánica del personal.
- Deberá de tomar las medidas de seguridad adecuadas para evitar descargas eléctricas en los trabajos de soldadura.
- En el proceso de traslado de material, de excavación y de desperdicio, en el caso de cruce con caminos se colocarán bandereros para prevenir a los vehículos. Se integrará una cuadrilla de limpieza en el entorno del trazo para mantenerlo limpio de tierra.

ETAPA DE OPERACIÓN

- Se contará con un Plan de Contingencias Ambientales que se implementará durante la ejecución de los trabajos.
- Evaluar la factibilidad de instalar un sistema centralizado de instrumentación (SCD), que permita una rápida detección y control de fugas, minimizando así los riesgos al ambiente y a las instalaciones.
- Cumplir cabalmente con las actividades incluidas en el Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema.
- Monitoreo continuo, inspección y limpieza de las instalaciones exteriores.
- Capacitar al personal para que opere en forma correcta los dispositivos manuales de control, conozca los caminos de acceso y los fundamentos básicos de operación de las instalaciones que se encuentran en el área del proyecto y así evitar al máximo errores humanos de operación.

GASODUCTO

El manejo adecuado y seguro del gas natural es posible, siempre y cuando se conozcan sus peligros y las diferentes formas en que estos pueden presentarse; esto no quiere

decir que no existe riesgo alguno; sí existen, por lo que siempre se tendrán al alcance de todas las personas involucradas en la operación del gasoducto, así como las medidas preventivas para su rápido control, por si llegase a ocurrir algún evento inesperado.

Algunas recomendaciones serían las siguientes, algunas de ellas en etapas que ya fueron ejecutadas:

ETAPA DE CONSTRUCCIÓN

- Establecer un procedimiento de control de calidad de los equipos a instalar por el responsable de la obra, en él se deberá incluir el número de lote, composición química, propiedades mecánicas, espesores, etc.
- Diseñar y aplicar un procedimiento de soldadura y uno similar para la calificación de los soldadores, de acuerdo a las características de la tubería, accesorios y a los estándares nacionales e internacionales vigentes.
- Aplicar la normatividad vigente para protección de secciones superficiales de tubería con recubrimiento para evitar el inicio de procesos corrosivos por intemperismo.
- Supervisar el proceso de apertura de zanja, alojamiento de tubería y tapado de la misma se haga de acuerdo a la normatividad aplicable, reportando cualquier anomalía o desviación que se presente.
- Supervisar por medio de una unidad verificadora y documentar las pruebas que se realicen al ducto en campo en todas sus fases.
- Los posibles accidentes se pueden dar durante la obra, para lo cual se tomaran las medidas de prevención reglamentarias de construcción, así como las dispuestas por el reglamento de seguridad e higiene en el trabajo. El personal será dotado de equipos protectores tales como cascos, zapatos de seguridad, goggles, arneses y guantes.
- Se colocarán señalizaciones con cinta fluorescente para delimitar las áreas peligrosas o restringidas. Se dotará de un botiquín en obra para accidentes menores y se aseguró la vacunación antitetánica del personal.
- Durante la construcción, como en toda obra, existen riesgos para los trabajadores, por quemaduras eléctricas o de combustible, en el manejo de la herramienta y equipo, etc., sin embargo todos estos riesgos son comunes en todo proceso de construcción, por lo que existirán residentes y supervisores de la construcción

quienes, además de vigilar la calidad y procesos constructivos, vigilaran la seguridad de las operaciones. Se tomarán todas las medidas de seguridad y de prevención de accidentes conforme a lo dispuesto en el Reglamento de Construcciones y en el Reglamento de Prevención de accidentes en el trabajo.

- El posible riesgo de incendio estará cubierto con la utilización de materiales incombustibles en la mayoría de las actividades a realizarse, así como con la existencia de las instalaciones contra incendio.
- En el proceso de traslado de material, de excavación y de desperdicio, en el caso de cruce con caminos se colocarán bandereros para prevenir a los vehículos. Se integrara una cuadrilla de limpieza en el entorno del trazo para mantenerlo limpio de tierra.

ETAPA DE OPERACIÓN

- Se contará con un Plan de Contingencias Ambientales que se implementará durante la ejecución de los trabajos.
- Supervisar la correcta implementación del sistema de detección de fugas, de tal manera que se minimice el tiempo de respuesta para evitar daño.
- No exceder la presión de operación establecida para evitar fracturas en las líneas que conduzcan a situaciones de peligro al ambiente o a las instalaciones.
- Evaluar la factibilidad de instalar un sistema centralizado de instrumentación, que permita una rápida detección y control de fugas, minimizando así los riesgos al ambiente y a las instalaciones.
- Cumplir cabalmente con las actividades incluidas en el Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema, así como revisarlo anualmente por medio de una Unidad de Verificación acreditada por la Comisión Reguladora de Energía.
- Iniciar una bitácora de accidentes y/o fugas en caso que se presenten en el gasoducto para aplicar posteriormente un programa específico que ataque y evite eventos y consecuencias no deseadas.
- Monitoreo continuo, inspección y limpieza de las instalaciones exteriores, tales como estación de regulación y control, y sus equipos (medidores, reguladores, filtros, etc.)

- Capacitar al personal para que opere en forma correcta los dispositivos manuales de control, conozca los caminos de acceso y los fundamentos básicos de operación de las instalaciones que se encuentran en el área del proyecto y así evitar al máximo errores humanos de operación.
- Será indispensable llevar a cabo supervisión periódica del Derecho de Vía para evitar invasión al mismo y evitar también que se realicen trabajos con maquinaria pesada sobre el trayecto del gasoducto.
- Observar estrictamente el cumplimiento del programa anual de mantenimiento preventivo en el que aparte de supervisar el Derecho de Vía se incluya, el sondeo para la verificación de la profundidad de la línea en el terreno, para tomar acciones inmediatas cuando se presenten desviaciones a las condiciones normales de operación.
- Revisión y reposición (en caso de requerirse) de los señalamientos que indican la trayectoria a lo largo del derecho de vía, contemplando que se mencione el tipo de producto manejado y los teléfonos para comunicarse en caso de emergencia.
- La empresa tomara las medidas preventivas y de control para evitar:
 - Incendios, emisiones y/o descargas de cualquier naturaleza, que pudieran
 - Ocasionar daños a los ecosistemas circundantes al sitio de trabajo, así como a la propiedad de terceras personas.
- La empresa será el responsable de los daños que se lleguen a ocasionar como consecuencia de una ejecución mal planeada o derivada de maniobras, descuidos, secuelas o problemas que generan otro tipo de contaminación a la que se pretenda eliminar o que incremente los daños ecológicos ya existentes o que repercutan en daños materiales a instalaciones, áreas superficiales o subterráneas tanto de PEMEX exploración y producción como de terceras personas.

Área de Seguridad:

- Será necesario establecer cursos intensivos de capacitación, entrenamiento de personal y elaboración de simulacros.
- Revisión y reposición (en caso de requerirse) de los señalamientos que indican la trayectoria a lo largo del derecho de vía, contemplando que se mencione el tipo de producto manejado y los teléfonos para comunicarse en caso de emergencia.

- Cumplir cabalmente con un Programa para Prevención de Accidentes, en el que se considere Educación Pública, Capacitación interna y Externa, Simulacros, comunicación con autoridades, etc. Generar las alianzas necesarias con PEMEX, CFE, API y las autoridades locales de atención a emergencias, así como la promoción de un Comité Local de Ayuda Mutua con las empresas vecinas y localidades cercanas.
- Los riesgos en general pueden reducirse aún más mejorando continuamente el mantenimiento, inspección y auditorias de seguridad y ambiental tanto internas y externas, lo que es recomendable incluir en los procedimientos normales de la empresa.
- Informar a la comunidad, a las autoridades municipales, estatales y federales sobre los horarios de operación y los riesgos del sistema, así como la coordinación de acciones de emergencia ante un siniestro.
- Implantar rigurosamente los planes y programas de capacitación, seguridad, inspección, controles de operación, vigilancia, etc., de tal forma que se garantice un involucramiento total de los recursos humanos, al esquema de seguridad.
- Contar con un número de atención a emergencias, en un tarjetón protegido por la humedad, el cual deberá colocarse en lugares estratégicos y que se difunda perfectamente bien entre las autoridades locales y estatales, así como las comunidades vecinas del gasoducto.

IV.1.1. NORMAS Y PROCEDIMIENTOS

Es importante mencionar que la planta contará con procedimientos para el manejo, operación de la planta, se desarrollará el programa para la prevención de accidentes que incluye un plan de contingencias para la planta, donde se cuenta con los siguientes puntos enlistados a continuación, tomando en cuenta las características de cada una de las áreas y equipos de la planta y el grado de riesgo que estas involucran.

Las principales normas, procedimientos a las que se apegará la planta son:

IV.1.1.1.- Reglamentación Interna

Existirán normas y procedimientos conforme a los riesgos identificados en este capítulo, para cada parte de los diferentes sistemas de la planta.

IV.1.1.2.- Documentación Disponible

1) En las oficinas administrativas se tendrán siempre disponibles:

- La reglamentación interna de labores, siempre actualizada.
- Un Plano con la ubicación de extintores, rutas de evacuación, puntos de reunión los cuales se colocarán en sitios seleccionados previamente, sin que se expongan a su destrucción; continuamente deben ser actualizados, se recomienda que estén acompañados con teléfonos de emergencias.

IV.1.1.3.- Asignación de Funciones y Responsabilidades.

1) Existirá un responsable de la seguridad.

Basados en la experiencia de Trinidad y Tobago, se considera que se requiere el siguiente personal:

Tabla 27 Personal requerido para la operación de la planta

Categoría	Cantidad
Administración y Dirección	19
Seguridad, Higiene y Medioambiente	16
Operación	58
Mantenimiento	30
Servicios técnicos	8
Materiales	6
Servicios corporativos	6
Marketing (comercialización)	por terceros
Subtotal	143
Outsourcing	
Seguridad	50
Limpieza	20
Catering/comedor	20
Coffee Maids	10
Choferes	4
Jardineros	3
Mantenimiento	15
Subtotal	122
TOTAL	265

Figura 31 Diagrama de Organización de la Planta

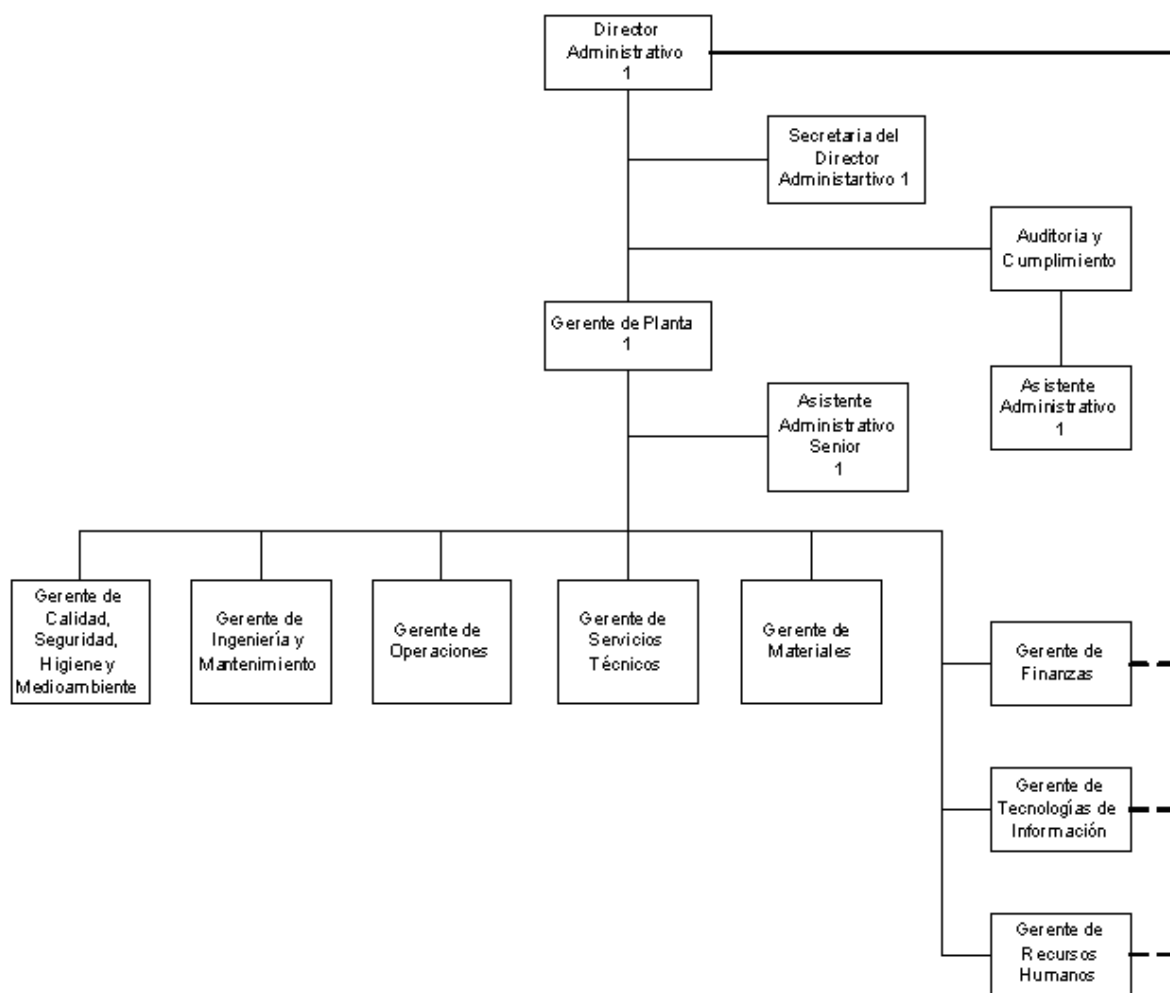


Figura 32 Administración de Calidad, Medio Ambiente, Higiene y Seguridad (CSH y MA).

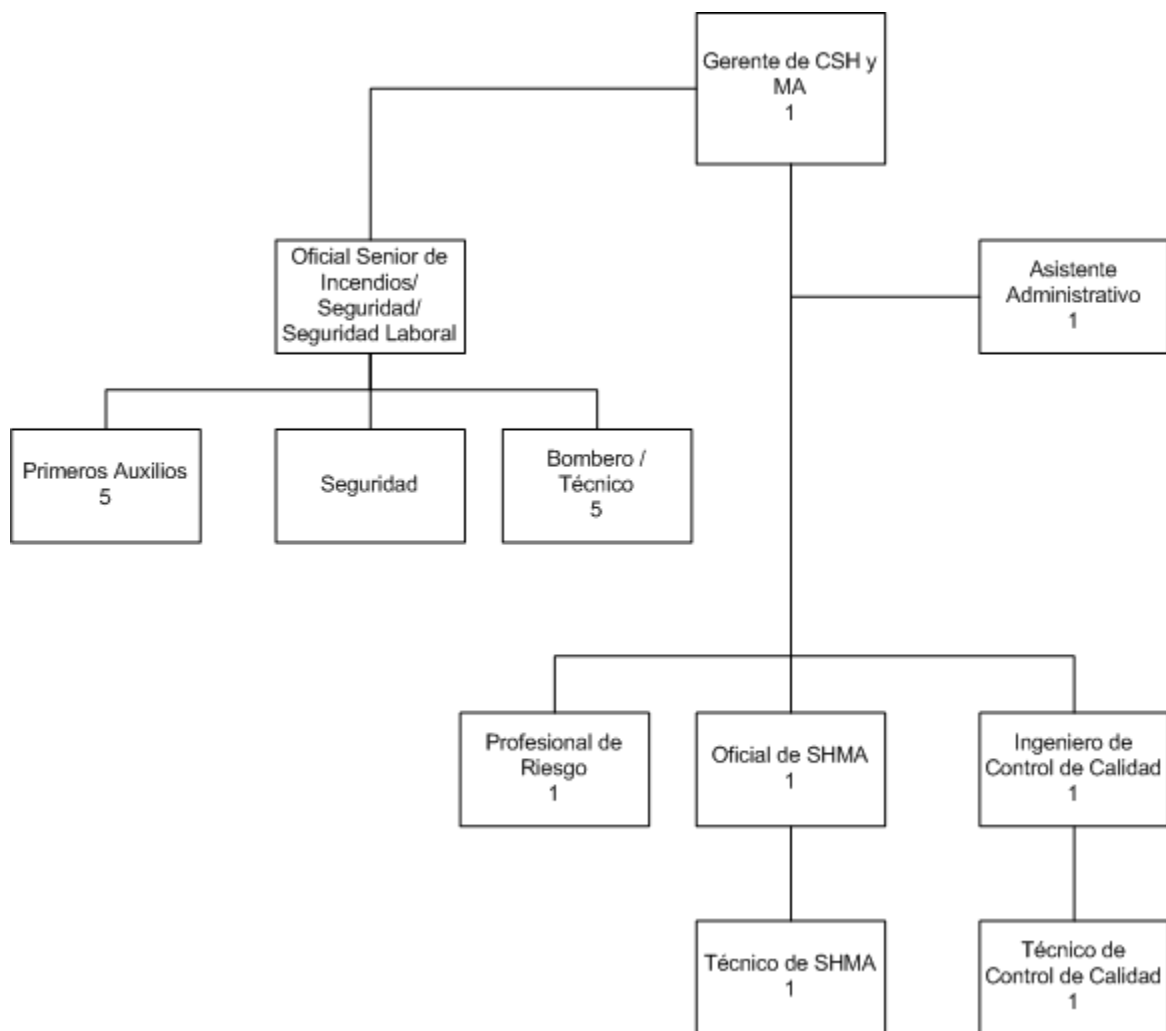


Figura 33 Operaciones.

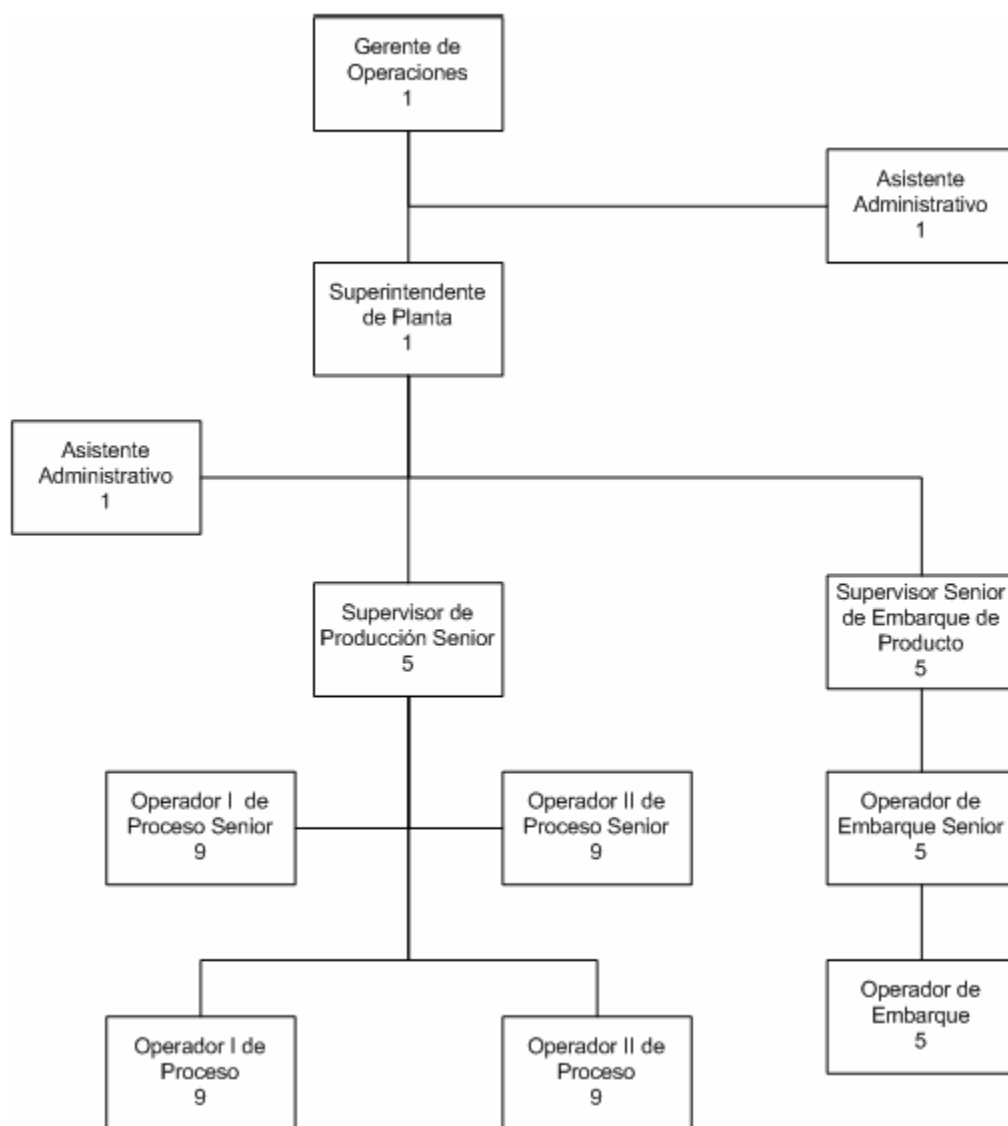


Figura 34 Ingeniería y Mantenimiento.

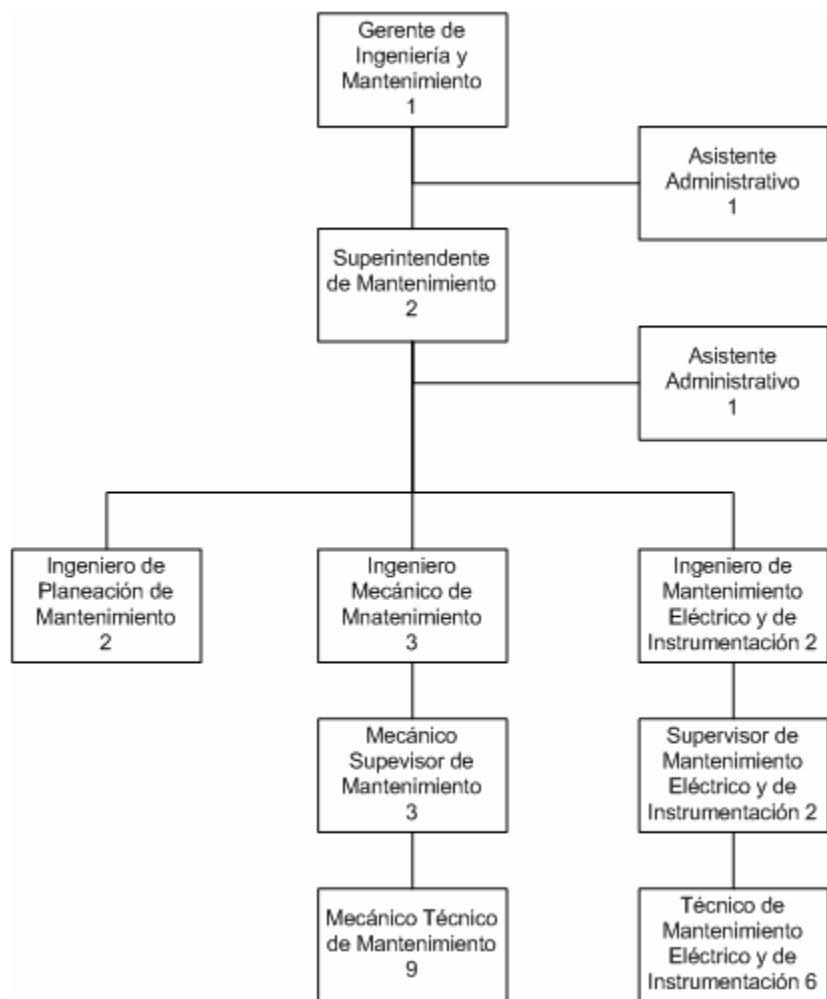


Figura 35 Servicios Técnicos.

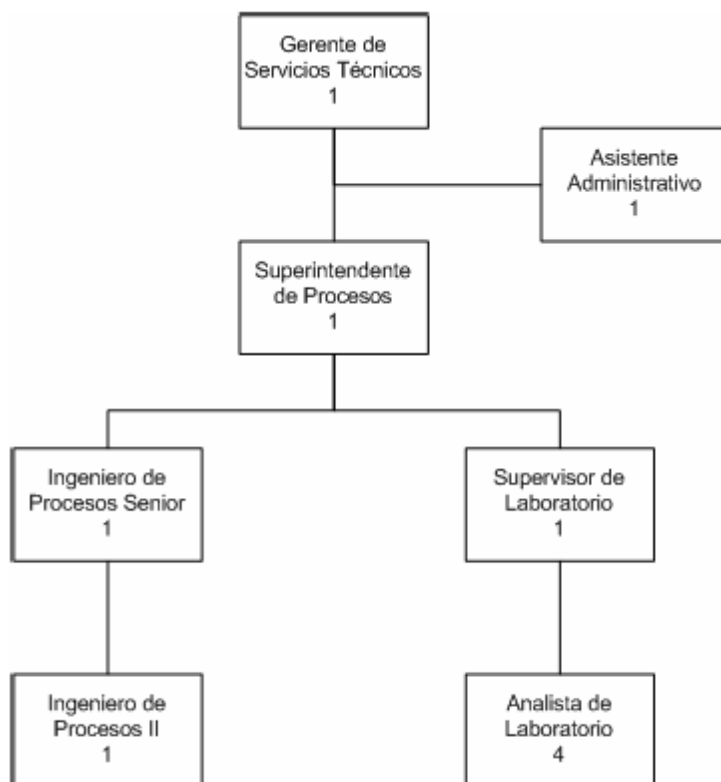


Figura 36 Materiales.

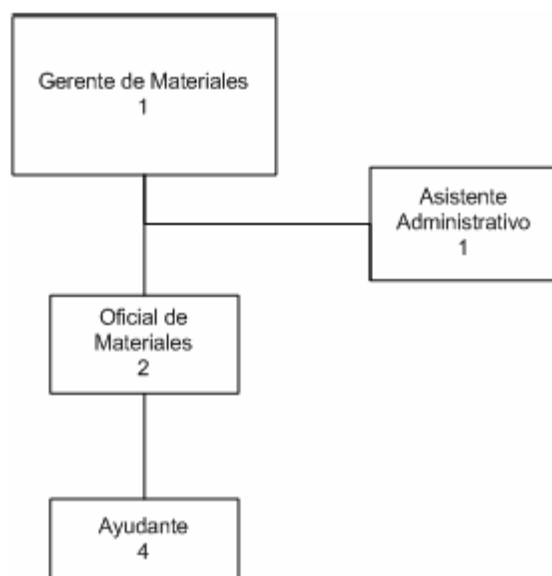


Figura 37 Servicios Corporativos.



- 2) No puede recaer la responsabilidad completa de la seguridad del sistema en una sola persona.
- 3) Sólo con el apoyo técnico en estas ramas se puede lograr la creación de un programa continuo y eficaz para la operación segura del sistema.
- 4) El área de Seguridad, Higiene y Medioambiente debe ser responsable de que este cuenta con el equipo contra incendio y que se encuentren siempre en las mejores condiciones de funcionamiento; además de que las señalizaciones necesarias siempre estén en perfecto estado (fácilmente visibles).
- 5) Existirá un responsable de la Seguridad, Higiene y Medioambiente que se encargará de la minimización y control de los contaminantes que puedan ser generados por las diversas actividades que se desempeñarán en la planta, el cual se deberá coordinar con el responsable de Operación y Mantenimiento.

IV.1.1.4.- Apoyo a los Responsables de la Seguridad

- 1) Debe contar con apoyo suficiente a los encargados de Seguridad, Higiene y Medioambiente de la planta, para que lleven a cabo sus funciones eficientemente y para que sea posible descubrir y corregir de inmediato las condiciones de riesgo.
- 2) Se debe contar con equipo de protección adecuado y en cantidades suficientes.
- 3) Se debe disponer de instrumentos de medición y de detección de fugas de gases.
- 4) Se debe contar un con programa calendarizado para la capacitación y prácticas a realizar en relación al plan de contingencias.

IV.1.1.4.1. Supervisión y Auditorías de Seguridad y Ambiental

- 1) El área responsable de Seguridad, Higiene y Medioambiente de la planta, se encargará de supervisar periódicamente que se cumpla con todas las medidas de seguridad y que se opere correctamente.
- 2) El área responsable de Seguridad, Higiene y Medioambiente de la planta, deberá realizar con la colaboración de personas especializadas auditorías de seguridad, por lo menos una vez al año. Con el objeto de asegurar la integridad de todos los componentes de la planta.
- 3) Una vez en operación es conveniente que se realicen Auditorías Ambientales, para cumplir con la legislación ambiental mexicana y en su caso con la que le aplique internacionalmente.

IV.2. Sistemas de seguridad

La planta de amoniaco junto con las correspondientes instalaciones y servicios fuera del sitio se diseñará de forma que cumplan los requisitos de seguridad descritos a partir de aquí.

Se instalará un sistema instrumentado de seguridad SIS. Un sistema crítico del proceso se puede identificar como aquel en si ocurre una falla durante su operación, pasa a una "condición segura" para evitar efectos adversos a la salud, seguridad y medioambiente.

IV.1.2.1. Área de Procesos

Se pondrá atención especial a las salidas de emergencia de la planta de proceso.

El inventario de líquidos inflamables que se conserve en los equipos del proceso será el mínimo, lo que es consistente con una operación segura y confiable de la planta.

IV.1.2.2. Sistema de Quemadores

Se requieren de quemadores elevados (uno en la planta y uno en los tanques) para disponer de forma segura de los vapores inflamables descargados por el equipo de proceso durante condiciones alteradas o condiciones de emergencia en la planta.

IV.1.2.3. Otros Sistemas de Seguridad

Por toda la unidad de proceso se ubicarán estratégicamente estaciones de lavajos y regaderas de emergencia, de forma que sean fácilmente accesibles desde áreas con riesgos potenciales. El aprovisionamiento de agua para dichas unidades se garantizará mediante la energía del tablero de servicios esenciales para una de las bombas.

Se requiere un sistema de alarma, que inicie dentro del cuarto de control y que alerte al personal de la planta en caso de que ocurra una emergencia en la planta.

La sirena será un aparato multi-frecuencia con nivel de dB adecuado para permitir que en las instalaciones se distingan entre fuego y otras emergencias con dos frecuencias principales: fuego y amoniaco.

La sirena será de aire accionado por electricidad con el suministro eléctrico proporcionado por el tablero de servicios esenciales.

IV.1.2.4. Características de Diseño del Cuarto de control.

En la planta se tendrá un edificio de control. El cuarto de control se diseñará con las siguientes características.

- Se instalarán detectores de gas amoniaco en los ductos de aire acondicionado para apagar las unidades de aire acondicionado en caso de una fuga de gas tóxico.
- El muro frente a la planta no tendrá ventanas.
- Las puertas se instalarán con los sellos apropiados.
- El cuarto de control se mantendrá siempre con presión positiva.
- Sobre las puertas de salida se colocarán señales.
- Las entradas del edificio principal contarán con esclusas de aire.
- Sistema de alarma y detección de incendios.

La planta será diseñada para que opere de forma completamente automatizada, controlada por tecnología de punta como es Sistema de Control, el cual consiste de estaciones remotas, estaciones de operación, comunicaciones y todo el equipo y software requerido para la operación normal de la planta. La distribución del equipo de las estaciones remotas, se limitara al cuarto de equipo de instrumentos. La consola del

control, en el Centro de Control de Operador (CCO) permitirá al operador, monitorear y controlar el proceso.

La instrumentación conectada al SCD, proveerá de información de proceso de forma continua. El control se realiza por medio de circuitos cerrados, que son parte integral de SCD.

También se contará con una Instalación Central de Procesamiento, esta será capaz de obtener información desde el SCD, realizando cálculos y formateo de los datos presentados al operador y las impresoras. De igual manera, será capaz de realizar operaciones especializadas, que involucren más de una estación remota y que no sean parte de la operación normal de la planta.

Así mismo el SISTEMA INSTRUMENTADO DE SEGURIDAD (SIS), se localizará en el edificio de control y debe poder ser activados en forma manual y automática, para implementar apagados del sistema para proteger al personal, el medio ambiente y la planta; de igual manera, debe ser capaz de realizar sus funciones de seguridad, independientemente de cualquier otro sistema de control de la planta. Este sistema, debe tener como mínimo:

- Arrancadores de instrumentos de campo dedicados.
- Botones de paro para el operador.
- Lógica centralizada de apagado.
- Dispositivos de actuación dedicados
- Panel de Soporte de apagado
- Indicadores de alarma (independiente del SCD)
- Instalaciones de anulación para mantenimiento
- Reportes de secuencia de eventos
- Terminales de visualización (Ingeniería)

El SIS debe contar con un alto nivel de integración con la interface de usuario, no deben resultar en pérdida del sistema completo.

El Nivel de Requerimientos de la Integridad del Sistema (NIS) debe ser diseñado para cumplir los Niveles de Integridad del Sistema (NIS). El *IEC-61508 Functional Safety of Electrical/Electronic/Programmable Electronic Safety Related Systems* (Seguridad Funcional de los sistemas eléctricos, electrónicos, y eléctricamente programados) considera los riesgos potenciales al personal operativo y el medio ambiente, relacionando el fallo, a las condiciones de peligro en cada lazo.

El resultado de dicha consideración, si se toma, podría dar a cada lazo de control un nivel de integridad de sistema (NIS) un valor entre 1 y 4, que puede ser empleado para

determinar el más apropiado tipo de SIS a emplear, para proteger al personal, el medio ambiente y el proceso.

No se establecerán niveles de integridad del sistema individuales (NIS), ya que tomando el peor escenario para la planta, conforme a IEC 61508, la falla de un lazo puede derivar en una condición peligrosa y con la muerte de muchas personas dentro de la misma. Este tipo de incidentes son de poca probabilidad de ocurrencia y muy poco frecuentes de suceder. En todo caso, estos factores dan para esta condición, un nivel 2.

Por tanto, el SIS debe ser programado y aprobado para sistemas de seguridad IEC 61508, NIS Nivel 2.

IV.1.2.5. Señales de Dirección

Todas las salidas de emergencia se identificarán con la señalización apropiada.

IV.1.2.6. Puntos de Reunión

Se especificarán los puntos de reunión.

IV.1.2.7. Combate a incendios

IV.1.2.7.1. General

A continuación se describen los sistemas de protección contra incendios que se instalarán en la planta de amoniaco en Topolobampo, junto con las instalaciones externas y de servicios.

El diseño de los sistemas de protección contra incendio, se hará con base a las recomendaciones de la *National Fire Protection Association* (NFPA) de los Estados Unidos de Norteamérica.

IV.1.2.7.2. Almacenamiento del sistema de agua contra incendio

El agua requerida, se almacenara en un tanque de almacenamiento de agua que servirá tanto para el sistema contra incendio y el agua para servicios, con una capacidad de 3,000 m³, para un mínimo de 4 horas de agua en servicio (4 horas x 570 m³/h =2,280m³) más 10 horas para agua de servicio a un ritmo de 20 m³/h máximo, más 500 m³ para el sistema cerrado de agua de enfriamiento, después de la inyección del agente anticorrosivo. El agente anticorrosivo es requerido para mantener en buenas condiciones de integridad, la tubería de acero al carbón y las bombas.

Las boquillas de succión para la bomba de agua de servicio, estarán localizadas en un nivel elevado, para asegurar un volumen mínimo de agua dentro de la base del tanque, dedicada para el agua del sistema contra incendio.

Durante la operación normal, se espera que el tanque de almacenamiento de agua para incendio/servicios, opere a casi nivel lleno, y en consecuencia, la capacidad total de agua disponible para combate de incendios se aproximara a las 20 horas, mayor al mínimo de 4 horas mencionado.

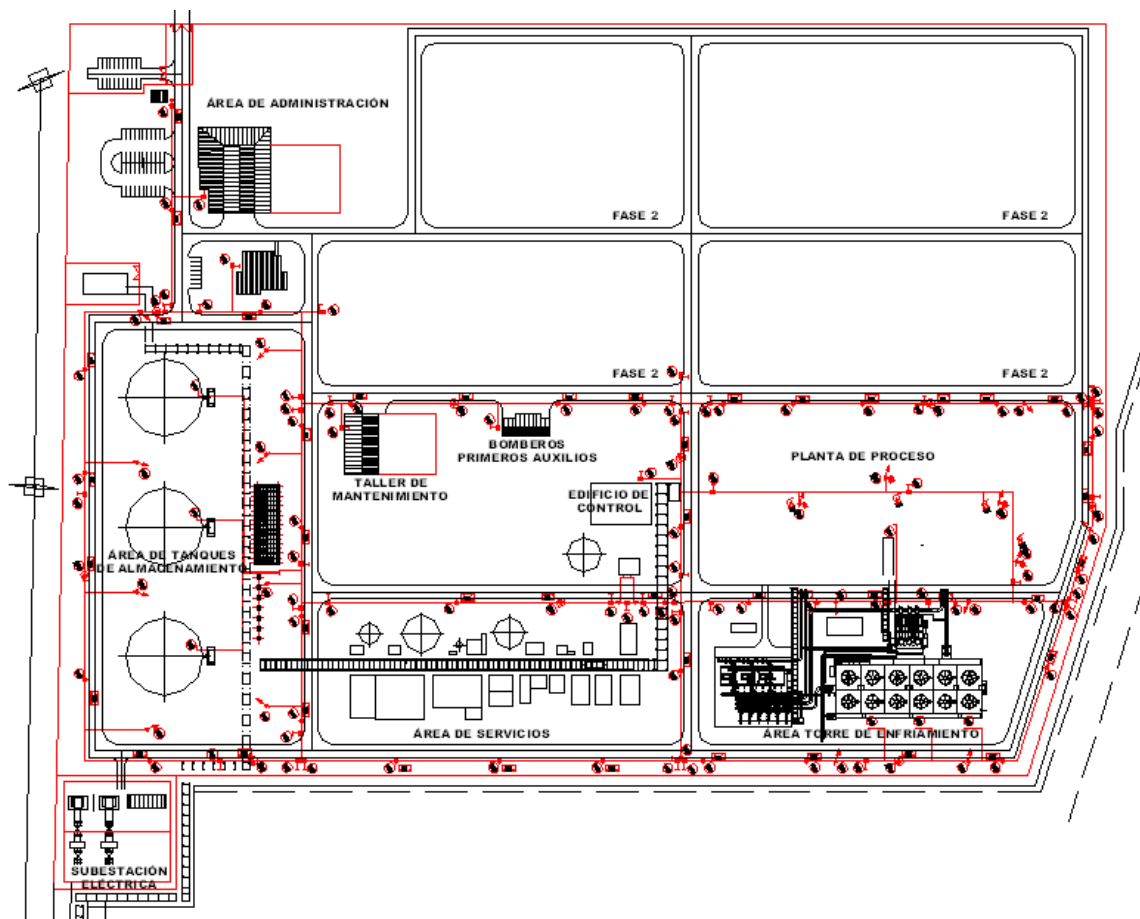


Figura 38 Distribución del sistema de agua contra incendios.

IV.1.2.7.3. Sistema de Tuberías de Agua contra Incendios

Sistema de Tubería. El sistema de agua contra incendios, consiste de un cabezal principal de tubería, construido en forma de rejilla. Esta tubería será suministrada con agua desde el tanque de almacenamiento de agua contra incendios/servicios.

Se planea instalar la red del sistema de agua contra incendios de forma aérea en toda la instalación. Se instalarán válvulas de seccionamiento en forma estratégica, en diferentes puntos de la red, para minimizar el riesgo de dejar inoperante la red, en caso de una falla en la línea o en etapas de mantenimiento.

El cabezal del sistema contra incendio, será dimensionado para suministrar una presión residual mínima de 7 bar g en el punto, hidráulicamente, más remoto, cuando el sistema este trabajando al nivel de flujo requerido. De ninguna manera, el cabezal principal será menor a 6" de diámetro.

Hidrantes. Se instalarán hidrantes en un intervalo máximo de 45 metros alrededor de la unidad de proceso y a 60 metros alrededor del embarcadero, edificios administrativos y áreas de almacenamiento. En los sitios donde haya estructuras o equipos, que sean fuentes potenciales de fuego, los hidrantes se colocarán a 15 metros de los mismos. Los hidrantes se localizarán cerca de caminos de acceso, de manera que no se requieran más de 7 metros de manguera de succión de gran diámetro, para conectar el hidrante al camión bomba. Todos los hidrantes tendrán dos conexiones de 2½" y una de 4½" conexión de bombeo. Todas las conexiones empleadas, deberán poderse encontrar localmente.

Monitores fijos, del tipo fijo y montado sobre hidrante, serán instalados para suministrar un alto volumen de agua de cobertura en los equipos de proceso de la unidad de procesamiento de amoníaco. Los monitores serán de bronce, operados por palanca, con una capacidad de giro de 360° y equipados con una boquilla de nebulización maestra ajustable, a un ritmo de 2 m³/min. Con una presión residual disponible de 7 bar g, los monitores tendrán una corriente efectiva de descarga de 30 metros en condiciones de cero viento. Para mejorar la accesibilidad durante un incendio, los monitores se localizarán a un mínimo de 15 metros de los equipos de procesamiento que estén destinados a proteger.

Carretes para mangueras serán instalados en ubicaciones seleccionadas, dentro de la unidad de amoníaco. Cada carrete será equipado con 30 metros de manguera de caucho no colapsable, de 2½" y boquillas ajustables de dispersión. Los carretes y mangueras serán protegidos del medio ambiente, por medio de cubiertas de vinil para trabajo pesado, o un gabinete.

Un sistema de extinción de incendio por rocío, tipo deluge, será diseñado e instalado de acuerdo a los requerimientos de NFPA-15, para los edificios donde estén las cajas de rodamientos, los rodamientos de giro de las turbinas y las consolas de aceite lubricante, asociado con los compresores siguientes:

- Compresor de Aire de Proceso
- Compresor de Gas Natural
- Compresor de Gas de Síntesis (Syngas)
- Compresor de refrigeración

Los sistemas de rociado deluge son empleados en zonas donde se requiere una protección total cubierta de una zona con agua. De esta forma, la tubería del sistema no está presurizada y todas las boquillas de descarga están abiertas. El sistema se activa de forma neumática o eléctrica por detectores de calor o por detectores separados de calor/humo/ópticos.

En el caso de un incendio, una válvula de control, permite que el agua se descargue en forma simultánea en todas las boquillas de una zona determinada. La velocidad de estos sistemas es muy rápida, lo que permite una reacción mayor a la velocidad de propagación del fuego.

Cada sistema deluge, será actuado en forma automática por un sistema de detección de calor (fuego) que consiste de tuberías de aire presurizado o de un cable de detección y fusible sellado para las cabezas de rociado localizadas del equipo a ser protegido. También será posible actuar el sistema de forma manual desde la ubicación de la válvula deluge; desde diferentes localizaciones alrededor del equipo y desde el cuarto de control. Las válvulas automáticas del sistema deluge, serán instaladas a un mínimo de 15 metros del equipo a ser protegido.

Cada sistema deluge será capaz de generar una alarma remota al cuarto de control, así como un interruptor de alta presión (seco) instalado en cada válvula, para proporcionar a alarma remota de incendio. Se podrá actuar el sistema de forma remota, desde el cuarto de control, por medio de un interruptor manual que actuara una válvula solenoide incluida en el paquete de cada válvula automática deluge.

La torre de enfriamiento de agua de mar es del tipo multiceldas y a contraflujo, hecha de madera. Cada torre de enfriamiento está equipada con su propio sistema deluge con

rociadores abiertos y válvula deluge. El sistema está diseñado conforme a los NFPA 15 y NFPA 214. De forma adicional al sistema deluge, la torre de enfriamiento está protegida por hidrantes y monitores localizados alrededor de ella. El dibujo del sistema de agua contraincendios, puede verse en Figura 38.

Se contará con dos bombas para incendios: una a motor y una a diesel de repuesto, ambas con la misma capacidad. Una bomba tipo jockey mantendrá la presión en el sistema, a una presión de 7 bar g, en forma constante.

IV.1.2.7.4. Protección contra Incendios en los Edificios

Se instalará un sistema de detección de incendios en los edificios principales. En general, cada sistema consistirá de una combinación de detectores de humo y de calor, cajas de alarmas manuales, indicadores de activación de alarma y un panel de control con respaldo de la fuente de energía por baterías.

Se instalará un detector de amoniaco en la toma elevada de aire del edificio de control. La detección de amoniaco hará que las alarmas se activen y que automáticamente se cierren la toma de aire para aislar el edificio, dejando el HVAC (aire acondicionado, calefacción y ventilación) en modo de recirculación.

Los edificios de control, de almacén/administración y de bomberos/enfermería contarán con extintores de mano portátiles.

Para la subestaciones eléctricas se contará con las siguientes medidas de protección contra incendios:

El cuarto de interruptores con equipos de voltaje alto, medio y bajo tendrá extintores con carga de dióxido de carbono.

Las bahías de transformadores tendrán diques para retener el aceite en caso de un derrame. Estas bahías tendrán válvulas manuales de bloqueo para facilitar la salida del agua de lluvia. Además, los transformadores de aceite que se encuentren adyacentes estarán separados por muros de bloqueo.

IV.1.2.7.5. Estación de Bomberos/Equipos contra Incendio Móviles

Se considera necesario el acceso a los siguientes equipos móviles:

- Camión bomba, equipado con mangueras y equipo auxiliar.

IV.1.2.7.6. Sistema de Alarmas de Incendio

Se colocarán activadores manuales de las alarmas de incendio por toda la planta.

IV.1.2.7.7. Panel de Control de Alarmas de Incendios

Todos los elementos de los sistemas de protección y detección de incendios serán presentados de forma adecuada en un Panel de Control de Alarmas de Incendios que estará localizado dentro de la cuarto de control.

IV.1.2.7.8. Limpiezas

Con relación a la prevención de incendios, la frecuencia de limpieza de materiales impregnados de aceite, papeles y los contenedores de residuos será la siguiente:

Los trapos aceitosos se incluyen en el contrato para la remoción de residuos sólidos, con limpieza y remoción diariamente durante los periodos normales. En los periodos de alta actividad (p.e. turnaround) el ciclo de limpieza/remoción se incrementará al doble o más si es necesario.

El papel de desecho se recolectará en contenedores especiales para y serán reciclados. La frecuencia de recolección será de una vez por semana.

IV.1.2.7.9. Simulacros de Incendio

Se realizarán simulacros de incendio en forma regular y preplanificada para los miembros del cuerpo de bomberos y emergencias simuladas aleatorias para el resto del personal.

Se harán arreglos para que comandante de bomberos vea los simulacros de incendio en el lugar, a fin de asegurarse que son aplicados los procedimientos adecuados de seguridad de incendios.

IV.1.2.7.10. Inclusión de Dependencias Públicas en Situaciones de Emergencia

Como ya se mencionó parte del plan general de respuesta a emergencias, las dependencias públicas serán informadas, es decir, de manera conjunta con las autoridades locales (Presidencia Municipal, Protección Civil, Bomberos) la planta de fertilizantes desarrollará un programa para la impartición de cursos al personal de la empresa y circunvecinas, con la finalidad de que estén informados sobre el amoniaco. Gas natural y los posibles riesgos existentes.

También se tiene contemplado llevar a cabo juntas con las autoridades del Gobierno del estado de Sinaloa y del municipio de Ahome y la localidad de Topolobampo, para coordinar actividades en las posibles emergencias.

IV.1.2.7.11. Programas de Mantenimiento

La planta será diseñada para operar de forma continua durante un mínimo de quince años con paros programados cada tres años. La vida útil requerida como mínimo para la planta es de 40 años, empleando el estándar de diseño y materiales del proyectista.

Donde se construyan redundancias de la planta o en cualquier elemento sujeto a desgaste, la vida de diseño será acorde con los códigos y estándares aplicables. Tales elementos requerirán reemplazarse de forma periódica de acuerdo con un programa de mantenimiento.

IV.1.2.7.12 Plan de Respuesta a Emergencias

La compañía operadora será contratada para dar servicios de seguridad y de procesos a la planta de amoniaco propuesta. Esta establecerá un equipo de respuesta conjunta para mejorar el nivel y la calidad de la respuesta primaria (bomberos, ambulancias y personal con entrenamiento).

El Plan de Respuestas a Emergencias (PRE) busca optimizar los recursos disponibles para responder ante las emergencias de manera efectiva mediante la creación de Grupos de Respuesta con líneas de autoridad claramente definidas. Sin embargo, el éxito del Plan depende de mantener los siguientes elementos esenciales:

1. Apoyo administrativo;
2. La atención constante de los empleados al Plan de Respuestas a Emergencias;
3. Los equipos de combate a incendios y otras emergencias deben mantenerse listos de forma permanente.
4. El Plan debe probarse y revisarse cada año.
5. El personal de respuesta estará completamente entrenado para el combate a incendios, primeros auxilios y resucitación cardiopulmonar y participará con regularidad en simulacros para asegurarse de que estén preparados para manejar situaciones de respuesta a emergencias.

6. Por su propia naturaleza, el PRE identifica los puntos potencialmente vulnerable en las plantas. Dado el potencial real para ataques terroristas en instalaciones industriales internacionales.

Equipo de protección personal de emergencia

Se contará con equipos de protección personal para bombero, los cuales consistirán en chaquetón, pantalón y casco con pantalla facial y botas, localizados en el cobertizo de contra incendio.

Asimismo, se contará con Trajes aluminizados de acercamiento al fuego, en el almacén de materiales.

Existirán equipos de protección respiratoria del tipo autónomo con duración de media hora c/u, distribuidos de la manera siguiente:

- Cuatro en planta de amoniaco,
- Dos en calles de acceso a planta de amoniaco,
- Y tres en el cobertizo contra incendio.

Se contarán con trajes encapsulados Nivel “A” para fugas de gases tóxicos:

- Cuatro en la planta de amoniaco
- Cuatro en el cobertizo de contra incendio
- Y seis en el almacén de materiales.

Equipos de primeros auxilios

Existirán botiquines de primeros auxilios con material de curación básica, ubicados en las áreas de oficinas generales, oficina de seguridad industrial, etc. Así como una camilla en el Edificio de Bomberos y primeros auxilios.

Sistemas y equipo de comunicación y alarma

Las emergencias y/o simulacros se comunicarán al ser detectados, activándose la alarma sonora y luminosa más cercana para alertar a todo el personal de la Planta y también se comunicará a las jefaturas de área, y se activará el Plan de Respuestas a Emergencias, el cual se integrará con el Plan de Ayuda Mutua (API, PEMEX, Municipio, etc.) del Programa para la Prevención de Accidentes (PPA).

Unidades de emergencia y evacuación del personal.

Se contará con una ambulancia propia y con vehículos e instalaciones del Comité del Plan de Ayuda Mutua,

Rutas de evacuación y centros de concentración.

Se tendrán cuadros instalados en las instalaciones marcando las rutas de evacuación, así como un plano a escala en el cual se muestran estas rutas, y los puntos de conteo o reunión.

Evacuación del personal.

A) El personal que se encuentre laborando en el área de oficinas, procederá a la evacuación de la planta, a través de rutas de evacuación hacia los centros de concentración.

El personal contratista que se encuentre laborando en las instalaciones, procederá la evacuación de la planta, por las rutas que asigne el brigadista, siguiendo las rutas de evacuación más seguras. Cada supervisor contratista deberá efectuar la evacuación de su personal, así como llevar su conteo.

B) El personal interno que participa en apoyo de la atención y control de la emergencia (ver Anexo 2, Plan de Respuesta a Emergencias).

Salidas de emergencia

A) Puerta de acceso peatonal de planta, a un costado de la caseta de vigilancia.

B) Puerta de acceso de vehículos del Centro de Trabajo.-

Rutas de evacuación

A) Desde las oficinas administrativas generales de la Planta, a la caseta de Vigilancia Peatonal, dirigiéndose por la puerta interna.

B) El Personal Contratista y visitante la evacuación deberá efectuarla siempre en contra de la dirección del viento, y evitando transitar por las áreas de emergencia.

C) Los vehículos transitarán desde las áreas operativas hacia la puerta de acceso de vehículos del Centro de Trabajo.

V. RESUMEN

V.1 SEÑALAR LAS CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DE RIESGO AMBIENTAL

El presente estudio de riesgo se realizó con la ingeniería conceptual que se tenía hasta el momento, cabe señalar que la información proporcionada fue suficiente para realizar el Estudio de Riesgo.

Se realizó una revisión y evaluación comparativa de la información proporcionada por la empresa Gas y Petroquímica de Occidente S. A. de C. V., referente a tres planta similares construidas por ellos en la República de Trinidad y Tobago, donde se tiene en operación desde hace varios años, en la que se utilizaron los más altos estándares internacionales de calidad, seguridad y respeto al medio ambiente. Lo anterior, permite garantizar la experiencia adquirida por el grupo técnico de la empresa, así como la certeza de que se utilizará en esta nueva planta la más reciente tecnología que respalde una operación confiable y exitosa.

Se deberá realizar la revaloración de los riesgos considerando las medidas preventivas y de control a fin de verificar si las medidas propuestas llevan a resultados de aceptabilidad de riesgos.

Desde el punto de riesgo ambiental y de acuerdo con las identificaciones y evaluaciones realizadas a la **etapa de operación** conforme a la información proporcionada por el promovente para la **planta de producción de amoniac anhidro**, los riesgos generados a los componentes del medio ambiente, daño al personal, daño a la población, pérdida de producción y daños a la instalación, fueron considerados la mayoría de los riesgos como **riesgos aceptables**; para el caso del **amonioducto** y **gasoducto** se obtuvo un riesgo alto.

La aceptabilidad y en su caso la reducción de los posibles riesgos analizados dependerá de la utilización de tecnología de punta e instalaciones de primer nivel, la estricta aplicación de los programas de mantenimiento preventivo y correctivo de toda la planta (incluyendo el amonioducto, el muelle de carga y el gasoducto), con la finalidad de garantizar una eficiente etapa operativa así como de los sistemas de seguridad a

implementar en todas y cada una de las instalaciones de la planta, tanto en el interior como en el exterior de la misma.

De igual manera dependerá de la correcta implementación del Plan de Atención a Contingencias, entre otros planes de emergencias. Esto con la finalidad de reducir los daños a las instalaciones, a la integridad de las personas y al ambiente en caso de presentarse alguna eventualidad de riesgo.

Como resultado del análisis de riesgo, se concluye que la **Planta de Producción de Amoniaco en Topolobampo, Sinaloa**, presenta riesgo aceptable.

Sin embargo, se considera de alto riesgo en función a la cantidad de Amoniaco que se producirá, almacenará y distribuirá, así como a la cantidad de gas natural que consumirá de acuerdo al Primer Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado el 28 de marzo de 1990 y Segundo Listado de Actividades Altamente Riesgosas publicado el 7 de mayo de 1992, por lo que contará con los sistemas, equipos, programas y procedimientos operativos y de seguridad necesarios, además, de un programa completo de mantenimiento preventivo y correctivo, y personal capacitado, para establecer un régimen operativo confiable para el personal, la comunidad, las instalaciones y el ambiente. En base a lo antes señalado, la **Planta de Producción de Amoniaco en Topolobampo, Sinaloa**, se puede calificar como empresa segura, eficiente y responsable, y sobre todo comprometida con la seguridad industrial y el medio ambiente, con estándares de calidad, seguridad e higiene que cumplen con las normas internacionales aplicables para el manejo de amoniaco y de gas natural.

Las medidas preventivas que se implementarán en la Planta de Amoniaco, proporcionarán los controles suficientes para evitar la cadena de eventos o conjunto de condiciones que conduzcan a una pérdida de contención del producto almacenado en los tanques refrigerados o del amoniaco transportado por ducto hacia el muelle de Pemex. De igual forma, se consideran medidas preventivas para el caso del gasoducto que entrega gas natural a alta presión a la planta, a partir del cual se lleva a cabo la producción de amoniaco.

1. La Planta contará con la normatividad en materia de seguridad industrial, operación y mantenimiento, para evitar riesgos al personal, a la población aledaña, al ambiente y a sus propias instalaciones.
2. La Planta contará con sistemas de detección de mezclas explosivas conectado a un sistema de cómputo (SCD y SIS) que ayuda a minimizar y/o eliminar un evento de riesgo como incendio y/o explosión.
3. Para realizar la identificación de riesgos se utilizó la metodología HAZOP en donde se recomienda cumplir con los programas de mantenimiento preventivo y correctivo para instrumentos de control de flujo, nivel, equipos eléctrico, mecánico y dinámico.
4. La Planta contará también con un sistema de protección formado por detectores, indicadores y alarmas las cuales estarán distribuidas en toda la planta, estos dispositivos se encontrarán conectados al Sistema de Control Distribuido para su registro y monitoreo desde el cuarto de control. Además, estas áreas se encontrarán protegidas por los sistemas contraincendio, monitores e hidratantes ubicados estratégicamente. Los tanques de almacenamiento contarán con membrana estática de aislamiento, alarmas por alto y bajo nivel. Todo esto hace a la instalación operar con seguridad y eficiencia.
5. La Planta de producción de amoniaco en Topolobampo, Sinaloa, se considera una empresa de Alto Riesgo por la cantidad de almacenamiento de amoniaco anhidro (75 000 toneladas métricas), sin embargo, debido a todos los sistemas y dispositivos de seguridad y a los programas de capacitación y simulacros, se puede calificar de **EMPRESA SEGURA** siempre y cuando mantengan los equipos en óptimas condiciones y den seguimiento a los programas de seguridad, mantenimiento y medio ambiente.

Para el caso del **amonioducto** y **gasoducto**, como se mencionó anteriormente se obtuvo un riesgo alto, para disminuir dicho riesgo se consideró lo siguiente:

1. Para la evaluación de riesgo, se utilizó el simulador aceptado por la USEPA y la OSHA para la evaluación de riesgos, ARCHIE (**Automated Resource for Chemical Hazard Incident Evaluation**), versión 1.0 de Microsoft Corp. 1982-1986; el cual nos permitió delimitar las zonas de riesgo y amortiguamiento de cada uno de los eventos supuestos.

2. En el Análisis de Riesgo efectuado se identificaron y Jerarquizaron los eventos de riesgo que pudieran presentarse, en especial las fugas de amoniaco y gas natural que en determinado caso podrían conllevar a la formación de nubes tóxicas, incendios y/o explosiones, que de acuerdo con los datos arrojados por el simulador (ARCHIE) las consecuencias al presentarse estos eventos abarcan zonas fuera de las instalaciones.
3. Realizar los procedimientos para el cierre de válvulas en caso de presentarse fugas, notificando el evento a los departamentos operativos y de mantenimiento.
4. Cumplir con los programas de mantenimiento predictivo, preventivo y correctivo y capacitar al personal en la aplicación del mismo.
5. Cumplir con los programas de celaje terrestre.
6. Llevar a cabo el programa de mantenimiento de la tubería, con especial atención en la medición de espesores.
7. Dar a conocer a la población aledaña los riesgos a los que se exponen, en caso de realizar actividades sobre el derecho de vía de la tubería y en caso de fuga.
8. Instalación de señalamientos a lo largo del trazo de la tubería, con énfasis particular en instalaciones de origen, destino y, cruzamientos.

Finalmente, las recomendaciones y observaciones (además de las ya mencionadas), que se dan para un óptimo funcionamiento, así como la certeza de minimizar incidentes y contaminación al medio ambiente son:

- Se elaborará y establecerá por escrito un manual de seguridad e higiene para la operación y mantenimiento de los equipos, sus accesorios y dispositivos, conforme al artículo 130 párrafo tercero del Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo. El manual debe contener: Medidas de seguridad durante el arranque, operación, paro, y para el mantenimiento de los equipos, dispositivos, accesorios y equipos auxiliares y los procedimientos para el control y manejo en situaciones de emergencia y retorno a condiciones normales, así como su difusión.
- Los trabajadores participarán en los cursos de capacitación y adiestramiento para el manejo de los equipos.

- Los pisos y accesos a los equipos deben mantenerse libres de obstáculos y materiales que entorpezcan el libre acceso, de tal manera que sea posible realizar fácilmente maniobras en su cercanía.
- Los accesos a los dispositivos de seguridad y equipos auxiliares deben mantenerse libres en todo momento.
- La presión de la calibración de las válvulas de seguridad utilizadas en ningún caso debe rebasar la presión de trabajo máxima permisible.
- Implementar un monitoreo periódico de emisiones contaminantes.
- Se contará con instalaciones eléctricas a prueba de explosión en donde sea necesario.