

## ÍNDICE

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

- 1.1. Datos generales del proyecto
  - 1.1.1. Nombre de de los proyectos
  - 1.1.2. Ubicación del proyecto
  - 1.1.3. Superficie total de los predios y de los proyectos
  - 1.1.4. Duración del Proyecto
- 1.2. Datos generales del promovente
  - 1.2.1. Nombre o razón social
  - 1.2.2. Registro Federal de Contribuyente del promovente
  - 1.2.3. Nombre y cargo del representante legal
  - 1.2.4. Registro Federal de Contribuyentes del representante legal
  - 1.2.5. Clave Única de Registro de Población del representante legal
  - 1.2.6. Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones.
- 1.3. Responsable del estudio de impacto ambiental
  - 1.3.1. Nombre o razón social
  - 1.3.2. Registro Federal de Causantes
  - 1.3.3. Nombre del responsable técnico del estudio.
  - 1.3.4. Dirección del responsable del estudio.

### **II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

- 2.1. Información general del proyecto
  - 2.1.1. Naturaleza del proyecto
  - 2.1.2. Ubicación física de los proyectos y planos de localización.
  - 2.1.3. Inversión requerida
- 2.2. Características particulares del proyecto.
  - 2.2.1. Información biotecnología de la especie a cultivar.(Trucha)
    - 2.2.1.1. Estrategias de manejo de la especie a cultivar.
  - 2.2.2. Información biotecnología de la especie a cultivar (Bagre)
  - 2.2.3. Descripción de obras y actividades principales del proyecto
  - 2.2.4. Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas
  - 2.2.5. Descripción de obras provisionales del proyecto.
- 2.3. Programa de trabajo
  - 2.3.1. Programa general de trabajo
  - 2.3.2. Descripción de actividades de acuerdo a la etapa del proyecto
  - 2.3.3. Etapa de abandono del sitio.
  - 2.3.4. Otros insumos
- 2.4. Requerimiento de personal e insumos
  - 2.4.1. Personal
  - 2.4.2. Alimentos y fertilizantes:
  - 2.4.3. Energía y combustibles
  - 2.4.4. Generación, manejo y disposición de residuos, descargas y control de emisiones

### **III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO.**

- 3.1. Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo.
  - 3.1.1. San Juan, Santa Catarina y San Miguel, Mpio. Acaxochitlan.
  - 3.1.2. San Pedrito, Mpio. Agua Blanca.
  - 3.1.3. San Simón, Mpio Tepehuacán (UGA XIV)

- 3.1.4. Criterios y recomendaciones ecológicas para las Unidades de Gestión Ambiental anteriormente indicadas.
- 3.2. Áreas Naturales Protegidas
- 3.3. Información sectorial.
- 3.4. Análisis de los instrumentos jurídico - normativos
- 3.5. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto

**IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

- 4.1. Delimitación del área de estudio
- 4.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental.
  - 4.2.1. Delimitación del área de estudio (proyectos San Miguel, San Pedrito, Santa Catarina y San Juan)
    - 4.2.1.1. Clima
    - 4.2.1.2. Geología y Geomorfología
    - 4.2.1.3. Edafología
    - 4.2.1.4. Hidrología Superficial
    - 4.2.1.5. Vegetación
    - 4.2.1.6. Fauna
    - 4.2.1.7. Aspectos socioeconómicos.
  - 4.2.2. Delimitación del área de estudio (proyecto San Simón)
    - 4.2.2.1. Climatología
    - 4.2.2.2. Temperatura promedio
    - 4.2.2.3. Precipitación promedio anual (mm)
    - 4.2.2.4. Intemperismos severos
    - 4.2.2.5. Geología
    - 4.2.2.6. Suelos.
    - 4.2.2.7. Hidrología
    - 4.2.2.8. Vegetación
    - 4.2.2.9. Fauna
    - 4.2.2.10. Medio socioeconómico
- 4.3. Descripción y análisis de los componentes ambientales
  - 4.3.1. Descripción y análisis de los componentes ambientales de los sistemas de las áreas de los proyectos.
  - 4.3.2. Descripción de la estructura del sistema.
  - 4.3.3. Análisis de los componentes ambientales relevantes y/ o críticos
  - 4.3.4. Diagnóstico ambiental

**V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

- 5.1. Metodología para evaluar los impactos ambientales
- 5.2. Impactos ambientales generados en las diferentes etapas de desarrollo de las Granjas Acuícolas.
- 5.3. Construcción del escenario modificado por el proyecto
- 5.4. Identificación de los efectos en el sistema ambiental
- 5.5. Caracterización de los impactos
- 5.6. Evaluación de los impactos.

**VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.**

- 6.1. Medidas preventivas
- 6.2. Descripción de la medida o sistema de medidas de mitigación
  - 6.2.1. Análisis de simulación de los eventos máximos probables y su posibilidad de ocurrencia.

- 6.2.2 Programa preventivo para evitar la fuga de organismos al sistema
  - 6.2.3 Programa de monitoreo en de la granja para verificar la eficiencia de las medidas
  - 6.2.4 Localización de elementos auxiliares temporales y permanentes
  - 6.2.5 Tratamiento y gestión de residuos
  - 6.2.6 Criterios para la restauración vegetal
    - 6.2.6.1 Selección de especies
    - 6.2.6.2 Plantaciones
  - 6.2.7 Adecuación del diseño de determinados elementos constructivos
  - 6.2.8 Criterios generales de restauración paisajística
  - 6.2.9 El manejo de residuos derivados de la construcción
  - 6.2.10 Prevención de la contaminación atmosférica
  - 6.2.11 Prevención de la contaminación por ruido
  - 6.2.12 Prevención de la contaminación por residuos peligrosos.
  - 6.2.13 Criterios para la protección de la fauna.
- VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.**
- 7.1. Pronóstico de escenario
  - 7.2. Programa de monitoreo
- VIII. CONCLUSIONES**
- IX. BIBLIOGRAFÍA**
- X. GLOSARIO DE TÉRMINOS**

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

### 1.1. Datos generales del proyecto

#### 1.1.1 Nombre del proyecto.

**“CONSTRUCCIÓN DE SISTEMAS DE ESTANQUES PARA EL CULTIVO DE TRUCHA Y BAGRE”**

**Cuadro1.** Sistemas de cultivo que se consideran en este proyecto.

|   |  |
|---|--|
| 1 | Sistema de cultivo de trucha arco iris en estanques circulares– <b>San Miguel</b>                |
| 2 | Sistema de cultivo de trucha arco iris en estanques circulares– <b>San Juan</b>                  |
| 3 | Sistema de cultivo de trucha arco iris en estanques circulares– <b>San Pedrito La Golondrina</b> |
| 4 | Sistema de cultivo de bagre en estanques circulares– <b>San Simón.</b>                           |
| 5 | Sistema de cultivo de trucha arco iris en estanques circulares– <b>Santa Catarina.</b>           |

#### 1.1.2 Ubicación del proyecto (calle, número o identificación postal del domicilio), código postal, localidad, municipio o delegación)

Los diferentes sistemas de cultivo se localizan en los municipios de Acaxochitán, Agua Blanca y Tepehuacán de Guerrero, en el cuadro siguiente se indica su domicilio.

**Cuadro 2.** Domicilio de los diferentes proyectos considerados en este estudio.

|   |   |
|---|---|
| 1 | <i>Domicilio conocido San Miguel, Mpio. Acaxochitlán, Hidalgo.</i>                  |
| 2 | <i>Domicilio conocido San Juan Mpio. Acaxochitlán, Hidalgo.</i>                     |
| 3 | <i>Domicilio conocido San Pedrito Mpio. Agua Blanca, Hidalgo.</i>                   |
| 4 | <i>Domicilio conocido San Simón. Mpio. Tepehuacán de Guerrero, Hidalgo.</i>         |
| 5 | <i>Domicilio conocido Santa Catarina (ampliación). Mpio. Acaxochitlán, Hidalgo.</i> |

#### 1.1.3 Superficie total del predio y del proyecto

**Cuadro3.** Superficies de los diferentes sistemas de cultivos considerados en este estudio.

| No. | Localidad                   | Superficie del predio (m <sup>2</sup> ) | Superficie del proyecto (m <sup>2</sup> ) |
|-----|-----------------------------|---|---|
| 1   | San Miguel                  | 20,000                                  | 2000                                      |
| 2   | San Juan                    | 1,740.50                                | 704.96                                    |
| 3   | San Pedrito La Golondrina   | 20,000                                  | 2000                                      |
| 4   | San Simón.                  | 240,000                                 | 2000                                      |
|     | Santa Catarina (ampliación) | 3,000                                   | 2000                                      |

#### 1.1.4 Duración del Proyecto

En los proyectos se buscará tenga una vida útil de 50 años, lo cual dependerá del manejo y mantenimiento que se de a la infraestructura productiva que se construirá con la realización del presente proyecto, sobre todo que estará en permanente contacto con agua. La duración del proyecto contempla tres fases:

- Preparación del sitio con una duración de 15 días.
- Constructiva de cuatro meses de acuerdo a programa de obra.
- Operativa hasta cumplir con la vida útil del proyecto.

#### I.2 Datos generales del promovente

##### 1.2.1 Nombre o razón social

A continuación se indica la razón social de los diferentes grupos participantes.

**Cuadro.4**

| No. | Razón social   |
|-----|--|
| 1   | Sociedad Cooperativa de Producción Pesquera y Turística "La Trucha de oro de Tomas" SC de RL de CV |
| 2   | Sociedad Cooperativa de Producción "Paraíso San Juan Tuliman" S.C. de R.L. de C.V.                 |
| 3   | Sociedad Cooperativa de Producción "San Pedrito La Golondrina" SC de R.L. de C.V.                  |
| 4   | Sociedad Cooperativa "Pesquera Austria" SC de R.L. de C.V.   |
| 5   | Sociedad de Producción Rural "La Trucha Mágica de Santa Catarina" SPR de R.L.                      |

##### 1.2.2 Registro Federal de Contribuyente del promovente

Como una cuerdo de los grupos se indica el del representante legal, para una mejor coordinación de los trámites administrativos.

**Cuadro.5**

| Nombre                                   | RFC                      |
|--|--------------------------|
| "Protección de datos personales LFTAIPG" | Protegido por IEAT 14/02 |

**1.2.3 Nombre y cargo del representante legal (Anexar copia certificada del poder respectivo, en su caso)**

Cuadro.6

| Nombre del representante legal           | Cargo  |
|--|--|
| "Protección de datos personales LFTAIPG" | Representante de la Sociedad Cooperativa de Producción "Paraíso San Juan Tuliman" S.C. de R.L. de C.V. |

**1.2.4 Registro Federal de Contribuyentes del representante legal**

**1.2.5 Clave Única de Registro de Población del representante legal**

Cuadro.7

| Razón social   | Registro Federal de Contribuyentes del representante legal | Clave única de registro de población |
|--|--|--------------------------------------|
| Sociedad Cooperativa de Producción "Paraíso San Juan Tuliman" S.C. de R.L. de C.V. | Protegido por IFAI Art. 3º                                 |                                      |

**1.2.6 Dirección del promovente para recibir u oír notificaciones, calle y número o bien lugar o rasgo geográfico de referencia en caso de carecer de dirección postal; colonia, barrio, código postal, municipio o delegación, entidad federativa, teléfonos, fax y correo electrónico.**

Protegido por IFAI, Art. 3º. Fracción VI, LFTAIPG

**I.3. Responsable del estudio de impacto ambiental**

**1.3.1 Nombre o razón social**

"Protección de datos personales LFTAIPG"

**1.3.2 Registro Federal de Causantes**

Protegido por IFAI, Art.  
3º. Fracción VI,  
LFTAIPG

**1.3.3 Nombre del responsable técnico del estudio, Registro Federal de Contribuyentes, Clave única de Registro de Población, profesión, Número de Cédula Profesional.**

**Cuadro.8**

| Nombre                                   | RFC                                     | Clave de registro de población                  | Profesión | Cédula profesional |
|--|---|---|-----------|--------------------|
| "Protección de datos personales LFTAIPG" | Protegido por IFAI, Art. 3º Fracción VI | Protegido por IFAI, Art. 3º Fracción VI         | Biólogo   |                    |
|  | Protegido por IFAI, Art. 3º Fracción VI | Protegido por IFAI, Art. 3º Fracción VI LFTAIPG | Biólogo   | Protegido por IFAI |

**1.3.4 Dirección del responsable del estudio. Calle y número o bien lugar o rasgo geográfico de referencia en caso de carecer de dirección postal. Colonia o barrio, código postal, municipio o delegación, entidad federativa, teléfonos, número de fax y correo electrónico.**

Protegido por IFAI, Art. 3º.  
Fracción VI, LFTAIPG

## II. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

### 2.1 Información general del proyecto

Los proyectos contempla la construcción de estanques circulares de 6 m de diámetro y una profundidad media de 1 m, en predios cuyo uso actual es agrícola. De acuerdo a las características y alcances del proyecto se considera que no causara cambios de uso de suelo de áreas forestales, ni obras en áreas naturales protegidas de competencia de la federación, ni obras o actividades en humedales, lagunas, ríos y lagos.

La tecnología a emplearse es simple y se basa en estanques circulares de concreto, la infraestructura permitirá el libre flujo de agua al medio, además esta biotecnología es ecológica porque nos ayuda a proteger el medio sin provocar alteraciones en su entorno.

#### 2.1.1 Naturaleza del proyecto

Los proyectos buscan aprovechar de manera sustentable los recursos naturales de que se disponen en los sitios propuestos, agua y suelo, este último con un uso actual orientado a las actividades agrícolas, que por su tamaño no generan los recursos económicos para considerarse como económicamente viable, para la construcción de las granjas para el cultivo de peces en estanques circulares. La selección del tipo de proyecto se basó en el análisis de los impactos que una actividad u otra puede tener sobre el medio ambiente.

El cultivo de trucha arco iris y bagre en San Simón, se relaciona con sitios donde existe una abundancia relativa de agua, por lo que los operadores de este tipo de proyectos reconocen la importancia de conservar el bosque como generador de agua. Por otra parte, se tiene que el cultivo de peces, dadas sus características no demanda igual o mayor cantidad de sustancias químicas para el control de enfermedades y plagas como sucede con la agricultura, por lo que se constituye como una actividad que es amigable con el medio ambiente.

#### 2.1.2 Ubicación física de los proyectos y planos de localización.

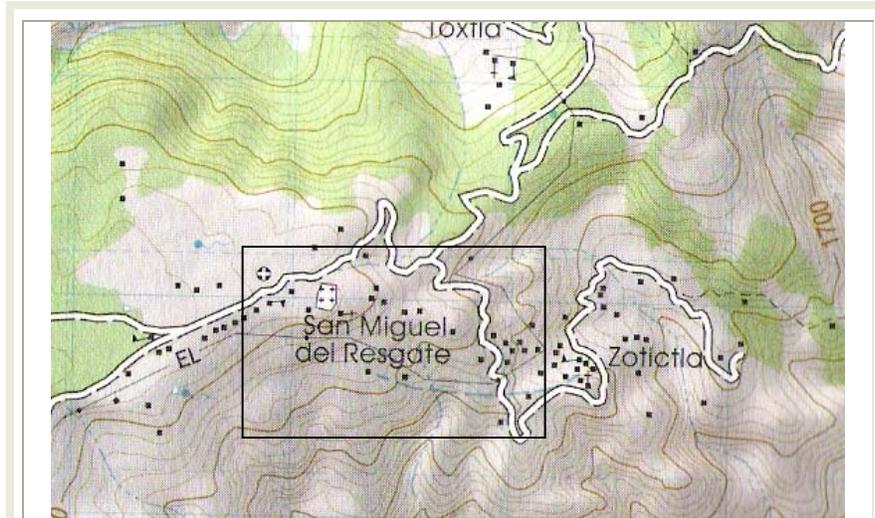
**Cuadro.9**

| Cooperativa pesquera | San Miguel  | Paraíso San Juan  | San Pedrito  | San Simón  | Santa Catarina (ampliación)                                      |
|----------------------|---|---|--|--|--|
| <b>Municipio</b>     | Acaxochitlán                                      | Acaxochitán   | Agua Blanca  | Tepehuacán de Guerrero.  | Acaxochitán  |
| <b>Localidad</b>     | San Miguel  | San Juan  | San Pedrito  | San Simón  | Santa Catarina   |
| <b>Acceso</b>        | Camino Santa Ana Tzacuala y la comunidad Zotictla | Carretera San Francisco Atotonilco que se continua con la localidad Chachahuantla | Carretera Agua Blanca – San Pedrito – San Cornelio | Se accesa por la carretera estatal a Tepehuacan de Guerrero y la comunidad de Tamala, teniendo como distancia aproximada entre una otra 10 kilometros de distancia | Carretera de San Miguel del Resgate hacia la localidad de Toxtla |

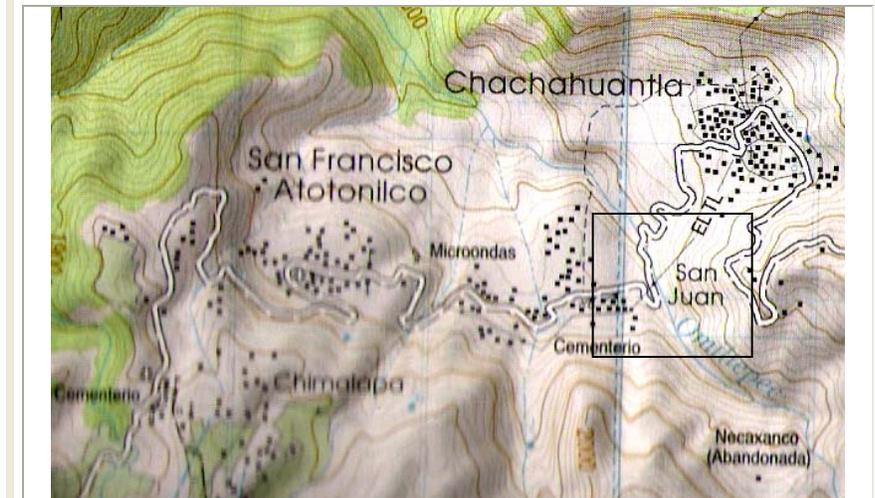
**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

| Coordenadas     |                 |                 |                 |                |                 |
|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| <b>Longitud</b> | W 98° 11' 35.2" | W 98° 08' 31.2" | W 98° 08' 31.2" | W 98°47'56.6 " | W 98°11' 31,,5" |
| <b>Latitud</b>  | N 20° 14' 10.9" | N 20° 11' 35.5" | N 20° 11' 35.5" | N 20° 59'43.4" | N 20°14' 43.5"  |
| <b>Altitud</b>  | 2,073.2 msnm    | 1,686.5 msnm    | 1,686.5 msnm    | 335.7 msnm     | 1,650.5 msnm    |

**Cuadro.10** Mapas de localización de cada uno de los proyectos.



**Figura.** Ubicación de la San Miguel



**Figura.** Ubicación de San Juan

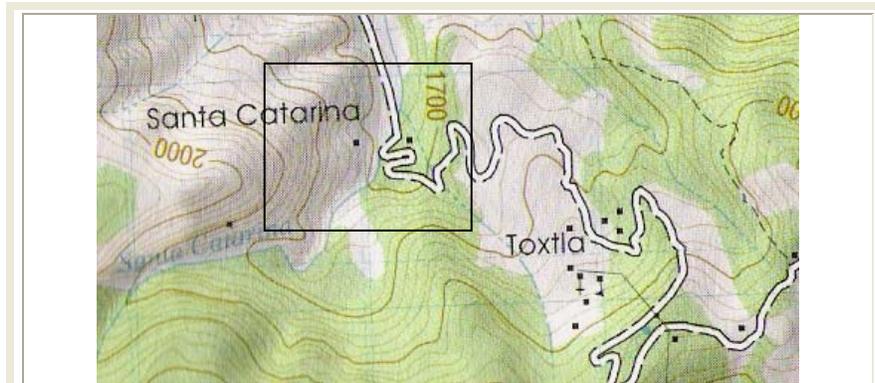


Figura. Ubicación de Santa Catarina (ampliación)

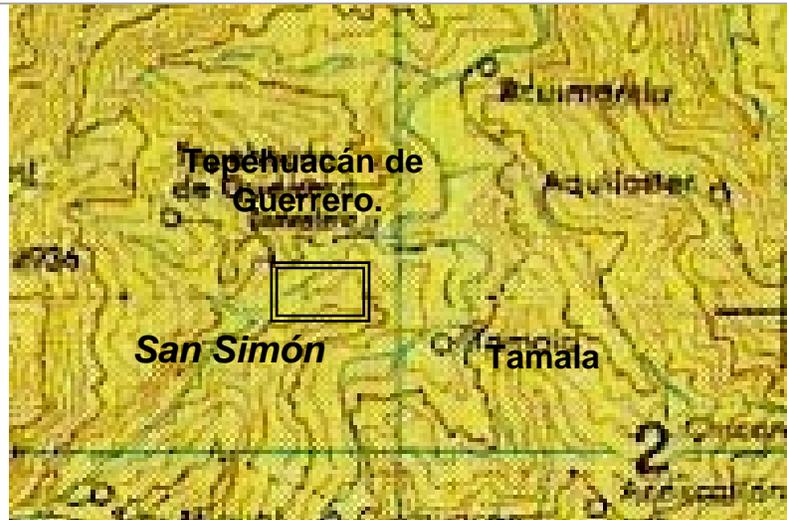


Figura. Ubicación de San Simón

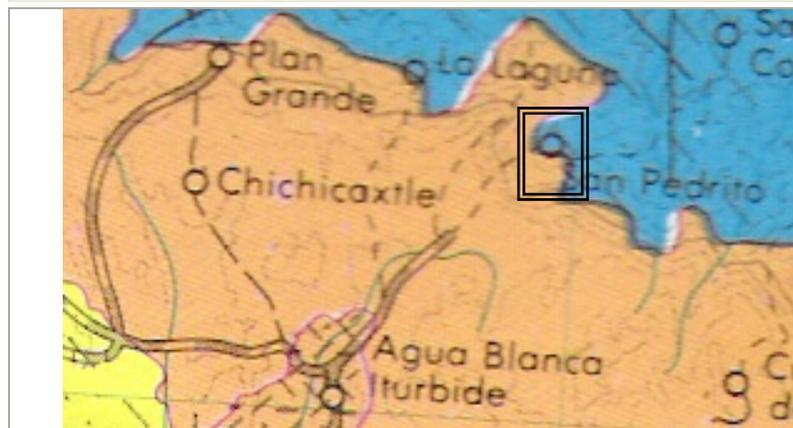


Figura. Ubicación de San Pedrito

- a) Las áreas de los proyectos se encuentra en zonas en la cual del suelo se combina entre áreas agrícolas, pecuarias y zonas de transición con elementos arbóreos. Sin embargo, por lo reducido de sus superficies y la baja producción y rentabilidad, se plantea utilizarla para el desarrollo de una granja para el cultivo de trucha arco iris, actividad que se asocia de manera natural a la conservación de los recursos forestales.

- b) Presencia de áreas naturales protegidas o bien zonas que sean relevantes por sus características ambientales:

**Cuadro.11**

| <b>Cooperativa pesquera</b> | <b>San Miguel</b>   | <b>San Juan</b>   | <b>San Pedrito</b> | <b>San Simón</b> | <b>Santa Catarina (ampliación)</b>                            |
|-----------------------------|---|---|--------------------|------------------|---|
| Área de carácter federal    | Próxima al área de Protección Forestal de la presa de Necaxa. | Próxima al área de Protección Forestal de la presa de Necaxa. | No se localiza     | No se localiza   | Próxima al área de Protección Forestal de la presa de Necaxa. |
| Áreas de carácter estatal   | No se localiza  | No se localiza  | No se localiza     | No se localiza   | No se localiza  |
| Área de carácter municipal  | No se localiza  | No se localiza  | No se localiza     | No se localiza   | No se localiza  |

**c) Sitio(s) propuesto(s) para la instalación de infraestructura de apoyo.**

Por las dimensiones del proyecto los sitios propuestos para la instalación de infraestructura de apoyo se encontrarán dentro del área del proyecto

**Cuadro.12**



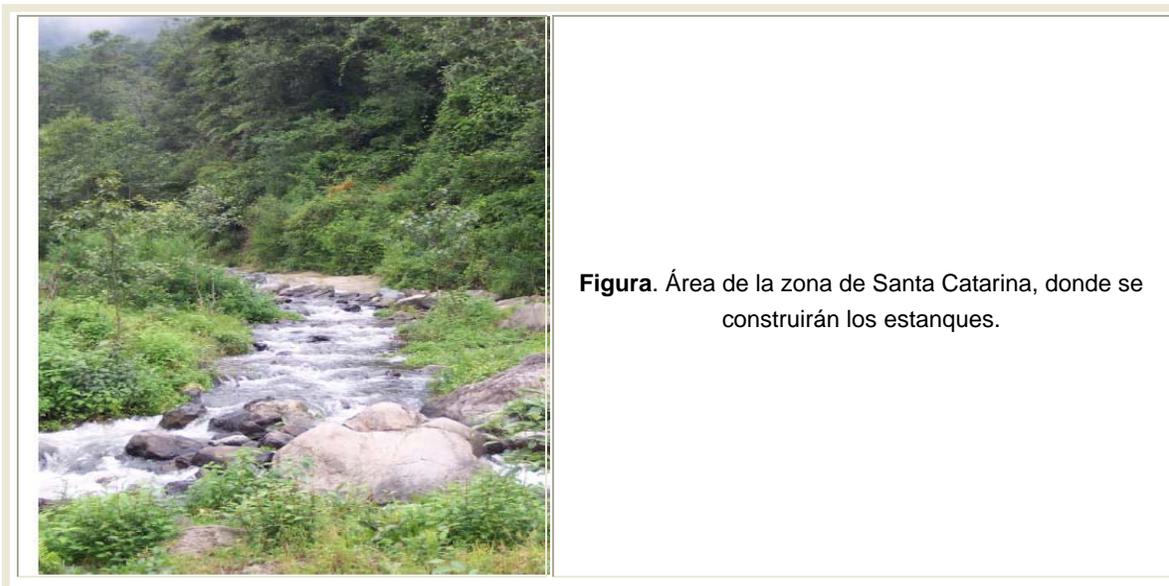
**Figura.** Vista general del área del proyecto, de uso agrícola, cultivo de aguacate y maíz. **San Juan**



**Figura.** Área del predio de San Miguel, donde se pretende construir los tanques de cultivo.



**Figura.** Zona del predio de San Simón, donde estarán los estanques para e cultivo.



Nota. Ver anexo de fotografías.

**d) Vías de comunicación.**

**Cuadro.13**

| Cooperativa pesquera | Vías de comunicación  |
|----------------------|---|
| San Miguel           | Camino Santa Ana Tzacuala y la comunidad Zotictla   |
| San Juan             | Para llegar al sitio de la obra se parte de la cabecera municipal de Acaxochitlan de la cual sale un camino de terracería que comunica con las localidades de Tazintla, San Francisco y San Juan. |
| San Pedrito          | Carretera Agua Blanca – San Pedrito – San Cornelio  |
| San Simón            | Se accesa por la carretera estatal a Tepehuacán de Guerrero y la comunidad de Tamal, teniendo como distancia aproximada entre una otra 10 kilómetros de distancia                                 |
| Santa Catarina       | Carretera de San Miguel del Resgate hacia la localidad de Toxtla  |

**e) Principales núcleos de población.**

**Cuadro.14**

| Proyecto acuícola | Centros de población                    |
|-------------------|---|
| San Miguel        | Zotictla y Santa Ana – Tzacuala.        |
| San Juan          | San Francisco, Chachahuantla.           |
| San Pedrito       | Agua Blanca y San Cornelio y la Laguna. |
| San Simón         | Tamala y Tepehuacan de Guerrero.        |
| Santa Catarina    | Tuxtla, Money y Zotictla.               |

**f) Otros proyectos productivos del sector**

**Cuadro.15**

| Proyecto acuícola | Otros proyectos productivos del sector   |
|-------------------|--|
| San Miguel        | En el área del proyecto es el único proyecto de acuicultura que se quiere operar bajo el diseño propuesto. |
| San Juan          | En el área del proyecto es el único proyecto de acuicultura que se quiere operar bajo el diseño propuesto. |
| San Pedrito       | En el área del proyecto es el único proyecto de acuicultura que se quiere operar bajo el diseño propuesto. |
| San Simón         | En el área del proyecto es el único proyecto de acuicultura que se quiere operar bajo el diseño propuesto. |
| Santa Catarina    | En el área del proyecto es el único proyecto de acuicultura que se quiere operar bajo el diseño propuesto. |

**B. Plano topográfico (Anexo)**

**C. Plano de conjunto (Anexo)**

**D. Superficie total requerida para el proyecto**

**a) Superficie total del predio**

**Cuadro.16**

| Proyecto acuícola | Superficie total del predio |
|-------------------|-----------------------------|
| San Miguel        | 20,000                      |
| San Juan          | 1,740.50                    |
| San Pedrito       | 20,000                      |
| San Simón         | 24,000                      |
| Santa Catarina    | 3,000                       |

**b) Superficie total a desmontar respecto a la cobertura vegetal arbórea del área donde se establecerá el proyecto.**

**Cuadro.17**

| Proyecto acuícola | Otros proyectos productivos del sector   |
|-------------------|--|
| San Miguel        | El principal que se registra es forestal y agrícola pecuario.  |
| San Juan          | Por las características actuales de uso del suelo no se contempla el desmontar el terreno ya que éste por ser agrícola, solo se procederá a deshierbar o en su momento a retirar la siembra en la fase de cultivo en que se encuentre. |
| San Pedrito       | Básicamente agrícola y pecuario.   |
| San Simón         | Básicamente agrícola y pecuario.   |
| Santa Catarina    | Se desarrollo ya el cultivo de trucha y se realizará una ampliación, además se efectúa la agricultura de temporal y a menor escala la actividad pecuaria.  |

**c) Superficie para obras permanentes**

**Cuadro.18**

| Localidad      | Superficie para obras de los proyectos (m <sup>2</sup> ) |
|----------------|--|
| San Miguel     | 850  |
| San Juan       | 704.96   |
| San Pedrito    | 850  |
| San Simón      | 850  |
| Santa Catarina | 850 (ampliación)   |

**2.1.3. Inversión requerida**

**Cuadro.19**

| Proyecto acuícola | Inversión requerida   |
|-------------------|---|
| San Miguel        | Para llevar a cabo el presente proyecto la inversión requerida asciende a \$1'223,701.35, De la cual corresponde a los productores la cantidad de \$229,132.76 y a través de la Alianza Contigo de \$994,568.60., recursos que corresponden a inversiones en activo fijo como diferido.   |
| San Juan          | La inversión requerida para el proyecto es de \$ 1'778,881.97 (Un millón setecientos setenta y ocho mil ochocientos ochenta y uno pesos 97/100 M.N.), de los cuales corresponden \$1'423,105.57 a la aportación de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA) y \$ 355,776.39 restante, corresponde a la aportación de la Sociedad Cooperativa de Producción "Paraíso San Juan Tuliman", S. C. de R. L. de C. V. |
| San Pedrito       | Para llevar a cabo el presente proyecto la inversión requerida asciende a \$2'426,453.92 De la cual corresponde a los productores la cantidad de \$552,432.47 (22.77%) y a través de la Alianza Contigo de \$1'874,021.45 (77.23%), recursos que corresponden a inversiones en activo fijo como diferido.   |
| San Simón         | Para llevar a cabo el presente proyecto la inversión requerida asciende a \$2'322,068.18, De la cual corresponde a esta etapa \$2'220,568.18, a los productores la cantidad de \$487,113.63 y a través de la Alianza Contigo de \$1,733,454.55, recursos que corresponden a inversiones en activo fijo como diferido.   |
| Santa Catarina    | Para llevar a cabo el presente proyecto la inversión requerida asciende a \$1, 689,796.16, \$1, 490,296.16 corresponden a esta etapa, a los productores la cantidad de \$ 272,059.23 y a través de la Alianza Contigo \$ 1, 218,236.93, recursos que corresponden a inversiones tanto en activo fijo como diferido.   |

**a) Período de recuperación del capital (memoria de cálculo respectiva)**

Al operar la infraestructura de que dispone les permitirá incrementar la rentabilidad hara un 200 % en el segundo año, alcanzando hasta un 400% de rentabilidad anual a partir del sexto año de operaciones.

**b) Especificar los costos necesarios para aplicar las medidas de prevención y mitigación**

**Cuadro.20**

| Proyecto acuícola | Otros proyectos productivos del sector  |
|-------------------|---|
| San Miguel        | Para prevenir la fuga de peces al medio ambiente y para mitigar la incorporación de materia orgánica al sistema acuático se plantea la construcción de un filtro combinado el cual tiene un costo de \$64,098.80 mas IVA. |
| San Juan          | Para prevenir la fuga de peces al medio ambiente y para mitigar la incorporación de materia orgánica al sistema acuático se plantea la construcción de un filtro combinado el cual tiene un costo de \$64,098.80 mas IVA. |
| San Pedrito       | Para prevenir la fuga de peces al medio ambiente y para mitigar la incorporación de materia orgánica al sistema acuático se plantea la construcción de un filtro combinado el cual tiene un costo de \$64,098.80 mas IVA. |
| San Simón         | Para prevenir la fuga de peces al medio ambiente y para mitigar la incorporación de materia orgánica al sistema acuático se plantea la construcción de un filtro combinado el cual tiene un costo de \$64,098.80 mas IVA. |
| Santa Catarina    | Para prevenir la fuga de peces al medio ambiente y para mitigar la incorporación de materia orgánica al sistema acuático se plantea la construcción de un filtro combinado el cual tiene un costo de \$64,098.80 mas IVA. |

**2.2 Características particulares del proyecto (el proyecto construcción es básicamente del mismo diseño para los cinco, por ello, se hace mención a el plan estructural del mismo)**

El proyecto considera la engorda comercial de trucha arco iris *Oncorhynchus mykiss*, en 16 estanques circulares, 4 estanques de crianza de 7.5 m<sup>3</sup>, filtro, obra de toma, edificación, filtro combinado, acceso y cercado perimetral, infraestructura que se suman a los 6 estanques de 30 m<sup>3</sup> de que disponen actualmente. El diseño del proyecto considera dos ciclos anuales por estanque al año, es por ello que se plantea iniciar los ciclos de engorda con organismos de 10.0 g., de peso, para culminar el ciclo de engorda con organismos de 330 gramos en promedio. Con el objeto de tener un adecuado manejo del cultivo, se considera también la adquisición de equipo diverso para el análisis de la calidad del agua, para la selección de organismos por tallas o para su comercialización

**Componentes del proyecto (infraestructura, equipos y otros).**

**Obra civil**

Para lograr este objetivo, se cuenta con terrenos planos con las características del suelo (plasticidad, permeabilidad y composición), apropiadas para una unidad de cultivo en estanques circulares.

Las fuentes de abastecimiento de agua se encuentran cercanas a cada área del proyecto, estando constituida por aguas de los arroyos.

La conducción del agua de suministro y desalojo de las mismas se realizará por gravedad, aprovechando la topografía de los predios.

Por el tipo de suelo, por el proceso constructivo y por el re-uso de productos de excavación no será necesario considerar acarreos.

Por lo expuesto, todos los componentes de este proyecto, se sujetarán en su distribución a las medidas y requerimientos, de acuerdo a las características de topografía y las condiciones del lugar

específico que ha sido seleccionado para el establecimiento de la unidad productiva como la que se propone.

La obra civil se integra por los siguientes conceptos:

- Obra de toma
- Línea de conducción
- Filtro
- Estanques de crianza
- Estanques de engorda
- Casa habitación-oficina-bodega
- Cercado perimetral

El equipo requerido es el siguiente:

- Seleccionador de crías
- Seleccionador de peces
- Báscula de plataforma 140 kg. PEXA
- Oxímetro YSI 550 – 12
- Potenciómetro impermeable Hanna H198128
- Medidor de Amonio
- Báscula electrónica 500 gr. X 01. Mod. Esw – 0.5M TRANSCCELL

## 2.2.1 Información biotecnología de la especie a cultivar (trucha)

### Taxonomía

**Cuadro.21**

|                   |                            |
|-------------------|----------------------------|
| Phylum            | Chordata                   |
| Subphylum         | Vertebrata                 |
| Clase             | Osteichthyes               |
| Subclase          | Actinoptergios             |
| Orden             | Salmoniformes              |
| Suborden          | Salmonoidei                |
| Familia           | Salmonidae                 |
| Subfamilia        | Salmoninae                 |
| Genero            | <i>Oncorhynchus</i>        |
| Especie           | <i>mykiss</i>              |
| Nombre científico | <i>Oncorhynchus mykiss</i> |
| Nombre común      | Trucha arco iris           |

La trucha arco iris en la clasificación clásica se encontraba provisionalmente incluida en el subgénero *Parasalmo*, dentro del género *Salmo*. Atentos a esta inquietud de “American Fisheries Society’s Committee on Names of Fishes”, en octubre de 1988 dice que: “En los últimos años ha sido puesto en entredicho la validez del nombre genérico *Salmo*, para designar especies de truchas de la costa oeste de América del Norte. Y que los taxonomistas están ahora de acuerdo en que las truchas nativas de la cuenca del Pacífico-Norte se encuentran más cerca del salmón del Pacífico *Oncorhynchus* que las especies *Salmo* del Atlántico y Europa (como el salmón *Salmo salar* y la trucha común europea *Salmo trutta*). Tal evidencia, puesta de manifiesto en los trabajos presentados en la reunión de Junio de 1988 por “American Society of Ichthyologist and Herpetologists”, convencieron a la “American Fisheries Society’s Committee on Names of Fishes” para que aceptaran *Oncorhynchus*, como nombre genérico más apropiado, para designar a todas las truchas de la cuenca del Pacífico-Norte, llamadas en ese instante por el genero *Salmo*” (BLANCO, 1995)

La trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) en su vida salvaje estuvo confinada en los ríos y lagos de la mitad oeste de Norteamérica. Existen dos variedades principales de trucha arco iris; una de ellas es conocida como Reo o “Steelhead” (cabeza de acero), que migran al mar apareciendo en la mayoría de los ríos que desembocan en el mar. Cuando se introdujo la trucha en los lagos de América del Sur, llegando a alcanzar los 9 kg. de peso y además fue posible obtener huevos de truchas que desova en la época opuesta a las truchas de Europa y Norteamérica teniendo así eclosiones seis meses antes que en el hemisferio Norte (Drummond, 1988)

El comportamiento de la trucha arco iris en estado salvaje es similar al de la trucha común de Europa (*Salmo trutta*). La variedad marina de trucha arco iris pasa de uno a cinco años en los ríos de origen. A diferencia de la trucha común presenta una gran variación en la época de desove, que se extiende desde el otoño hasta la primavera y además en estado salvaje tiene un crecimiento más rápido que la trucha común. Con una buena alimentación, pueden alcanzar pesos de 250 g antes del primer año, lo que la convierten una especie rentable para su cultivo (Drummond, 1988).

### **Sistema tegumentario**

La piel de los salmónidos es esencial para la impermeabilidad del pez. Al mismo tiempo que proporciona protección por medio de las escamas. La epidermis es un delicado revestimiento transparente, situado sobre las escamas y que posee pequeñas glándulas. Dichas glándula segregan un mucus viscoso, que sirve como revestimiento protector y antiinfeccioso. Debajo de la epidermis se encuentran las escamas, placas ovoides de sustancia ósea que se forman en pequeñas cavidades. Las escamas de las truchas se forman en la fase de alevines y una vez que el pez adquiere la cantidad total de escamas, no aumentan de número. Por consiguiente, estas deben crecer al mismo tiempo que el pez. El crecimiento de las escamas se hace por la acumulación de sustancias alrededor de sus bordes, que se depositan en forma de anillos concéntricos. La resistencia de la piel está en la dermis, la capa por debajo de las escamas. Esta se una capa muy fibrosa con considerable resistencia a la tensión (Roberts y Shepherd, 1980)

### **Sistema muscular**

Los principales músculos natatorios de los salmónidos se disponen en una serie de bloques. Esta disposición determina una considerable fuerza de impulsión a la cola. Las aletas se mueven mediante pequeños músculos independientes. Además del las aletas usuales, las truchas como los salmones se caracterizan por poseer un pequeño apéndice en el dorso, inmediatamente delante de la cola, conocido como aleta adiposa (Roberts y Shepherd 1980)

### **Sistema respiratorio**

Los peces respiran mediante branquias, un sistema de cuatro series de tubos muy finos a ambos costados de la garganta, por el cual fluye la sangre y sobre los que pasa continuamente el agua. Al atravesar las branquias, la sangre cede el dióxido de carbono al agua y obtiene oxígeno de ella, a través de las paredes de las branquias (Roberts y Shepherd, 1980)

### **Sistema circulatorio**

Es el sistema de transporte sanguíneo de los salmonidos. La bomba del sistema es el corazón, un órgano muscular que ocupa la zona de la base de la garganta. Es una bomba con dos cavidades. La sangre pasa del ventrículo triangular, muy musculoso, que proporciona la presión principal, al interior de un cono arterioso, blanco y de paredes elásticas, este es un regulador de la presión, que convierte el impulso del corazón en una oleada uniforme de sangre a las branquias, desde donde, a su vez, pasa al resto del organismo (Roberts y Shepherd, 1980)

### **Sistema digestivo**

Es un tubo relativamente sencillo en los salmonidos. Se inicia en la boca, que posee dientes para la captura y no para masticación. Una vez ingerido el alimento desciende rápidamente por el esófago hasta el estómago, un órgano en forma de U que puede dilatarse fuertemente para contener grandes alimentos. En el esófago el alimento se desmenuza mediante la acción de ácidos y de enzima digestivas, como también por la trituración de los músculos del esófago. Asociadas con el tracto digestivo hay dos glándulas muy importantes. Una de ellas es el hígado, un órgano grande situado inmediatamente delante del estómago. Tiene un color pardo rojizo, es blando y se rompe fácilmente. Este es la fábrica principal del organismo, en donde las moléculas de los alimentos son traídas desde el intestino por la sangre para ser transformadas en proteínas, grasas y carbohidratos. La otra glándula digestiva de importancia es el páncreas. Es una estructura muy difusa, que no puede verse a simple vista porque se distribuye en trocitos por toda la grasa que rodea a los ciegos pilóricos. El páncreas tiene dos funciones, la producción de las enzimas pancreáticas e insulina (Roberts y Shepherd, 1980)

### **Sistema excretor**

El riñón es el filtro principal del organismo. Filtra la sangre mediante un tamiz llamado glomérulo y la conduce a través de tubos a unos conductos pares, los uréteres, que la llevan a la vejiga. En los salmónidos esta vejiga es una estructura de paredes delgadas y ubicadas por encima del ano. Los productos de la vejiga se vierten a través de la abertura urogenital, que sirve también para la expulsión de los huevos. El riñón de los salmónidos es una larga formación rojiza localizada en la parte superior del abdomen, que se extiende desde la parte posterior de la cabeza hasta el ano (Roberts y Shepherd 1980)

### **Sistema reproductor**

Las gónadas de los salmónidos consisten en los ovarios en las hembras y en los testículos en los machos. En las hembras inmaduras descansan en la parte anterior del abdomen, por encima y ambos lados del estómago. El ovario se compone de células germinales, algunas de las cuales crecen para formar óvulos o huevos teñidos de naranja y otras permanecen pequeñas. El semen se excreta por los testículos mediante la contracción corporal, penetrando este en el agua como una nube de células espermáticas vivas. En la naturaleza, se produce dentro del nido preparado por la hembra, en cambio el piscicultor realiza este proceso en forma artificial (Roberts y Shepherd, 1980)

### **Sistema nervioso**

El sistema nervioso de los salmónidos refleja su conducta. Este mediante su olfato regresa al río donde nació, caza mediante su vista y son criaturas que viven casi enteramente de sus reflejos. En consecuencia, tiene una zona olfatoria bien desarrollada en la parte anterior del encéfalo, unida directamente a los orificios nasales. Estos son sacos pares sobre el hocico y tiene un flujo continuo de agua sobre sus tejidos sensitivos. El área del cerebro responsable de la vista comprende dos grandes estructuras redondeadas que ocupa casi un tercio del volumen del cerebro. El encéfalo es una prolongación, como la medula espinal, de la que salen los nervios que van a los músculos, órganos y piel. La medula espinal discurre por centro de las vértebras de la columna vertebral, lo que le da una gran protección. Las estructuras sensoriales de mayor importancia son las líneas laterales, tubos llenos de líquido, simétricos, largos y estrechos, que se extienden desde la parte posterior de la cabeza hasta la cola, con poros que se abren al exterior y terminaciones nerviosas sensitivas que limitan sus paredes internas. Se supone que la línea lateral percibe la presión de ondas en el agua (Roberts y Shepherd, 1980).

### **Distribución geográfica**

La trucha arco-iris es nativa de la vertiente del Pacífico de América del Norte, desde Alaska hasta California. Por cuestiones deportivas la han distribuido en todo el mundo. En nuestro país, en condiciones naturales se encuentra en Durango, Sinaloa y Chihuahua.

Por otro lado, debido a las siembras y repoblaciones que distintas instituciones y organismos estatales y federales han efectuado, su distribución se ha ampliado a los estados de Chiapas, Hidalgo, Jalisco, México, Baja California, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Puebla, Querétaro, Veracruz, Tamaulipas, Tlaxcala, Guerrero, Coahuila, Sonora, Guanajuato y el Distrito Federal.

### **Parámetros ecológicos para el cultivo de Trucha arco iris**

- ✓ Calidad del agua.

El agua de buena calidad es aquella capaz de mantener vivo el organismo que se cultiva y que mantiene los estándares sanitarios necesarios para que los organismos cosechados sean utilizados como se han programado.

El agua es principal factor de producción en la acuicultura intensiva y particularmente en el cultivo de la trucha que demanda grandes volúmenes de agua. El agua aporta oxígeno, elimina los desechos del metabolismo y por su composición y variabilidad fisicoquímica, condiciona los rendimientos de producción. Las exigencias de los salmónidos son cuantitativas (caudal y velocidad del agua) y cualitativas como composición y temperatura, ésta última no debe exceder de los 20°C para la trucha arco iris. Otra limitación importante reside en el hecho de que la materia orgánica arrojada en los vertidos de las granjas trutícolas, constituyen una fuente de posible contaminación que es objeto de reglamentaciones severas.

La productividad de una granja acuícola depende mucho de la calidad del agua con que se cuente ya que ésta se refiere a las características físicas y químicas del agua. La estanquería, la nutrición y el manejo son factores que están en función de la calidad y cantidad del agua. En este sentido se llevará un monitoreo constante de oxígeno, temperatura, pH y concentración de amonio.

#### **Fuente de agua.**

- La fuente de agua que se empleara para la operación de la granja corresponde a agua superficial, por lo que se considera dentro de los conceptos de obra la construcción de un filtro, sobre todo para abastecer a los estanques de crianza.
- ✓ Temperatura

La temperatura influye directamente sobre todas las funciones importantes del organismo. Las exigencias térmicas de los salmónidos varían según la especie, la procedencia y el estado de desarrollo. Las variaciones bruscas son perjudiciales y pueden provocar por ejemplo, hemólisis de la sangre.

Las temperaturas óptimas para los alevines recién nacidos oscila entre 10 y 12°C; para las crías que ya han absorbido el saco vitelino entre los 12 y 14 °C y para los juveniles en pleno crecimiento alrededor de los 16°C, para los adultos dependerá de la fase, ya que en la época de reproducción 12°C es la adecuada.

El rango de sobrevivencia de la trucha es mucho mas amplio, es decir entre 1 y 21°C, sin embargo, a temperaturas superiores a los 20 °C, la concentración de saturación de oxígeno es demasiada baja como para poder utilizar en un cultivo de trucha. A estas temperaturas es imposible alimentar sin correr el riesgo de producir anoxia en el estanque.

- ✓ Oxígeno

Los contenidos máximos de oxígeno en el agua depende de numerosos factores. La concentración de oxígeno disuelto disminuye al elevarse la temperatura y aumenta con la presión atmosférica.

A la entrada de los estanques de cultivo, las concentraciones de oxígeno reales dependen de la altura de la caída de agua. En la salmonicultura se estima que los peces en crecimiento deben tener continuamente tasa mínimas de oxígeno de 5 a 5.5 mg/l. Los huevos y alevines son mas exigentes, requieren de un mínimo de 6- 7 mg/l. La cantidad de oxígeno utilizable por las truchas será en realidad la diferencia entre estos valores mínimos y observados.

Niveles bajos de oxígenos pueden deberse a deficiencias en el recambio de agua, a la acumulación de restos de alimento y consumo de oxígeno relacionado con este factor, a la sobrecarga de organismos en los estanques, a la presencia de contaminantes de las aguas o a una deficiente limpieza de los mismos. Para estar dentro de los límites de oxígeno disuelto para la mayoría de los salmónidos, el contenido que entra en las granjas deberá estar del 95% de saturación.

✓ **Transparencia**

Es una medida de transparencia del agua, es causada por la presencia de partículas suspendidas, organismos planctónicos o diversas sustancias acarreadas desde el suelo o vegetación adyacente, que puede crear una disminución en la absorción de oxígeno, causando una respuesta inflamatoria en los tejidos de las branquias. Los resultados finales son a menudo una reducción en la tasa de crecimiento y un incremento en el factor de conversión alimenticio.

Otros efectos perjudiciales de las materias en suspensión se manifiestan sobre todo en durante la incubación y alevinaje, pero los efectos sobre crecimiento son sobre todo indirectos, como por ejemplo la demanda de oxígeno y los riesgos patológicos (las partículas pueden ofrecer un soporte a los agentes patógenos).

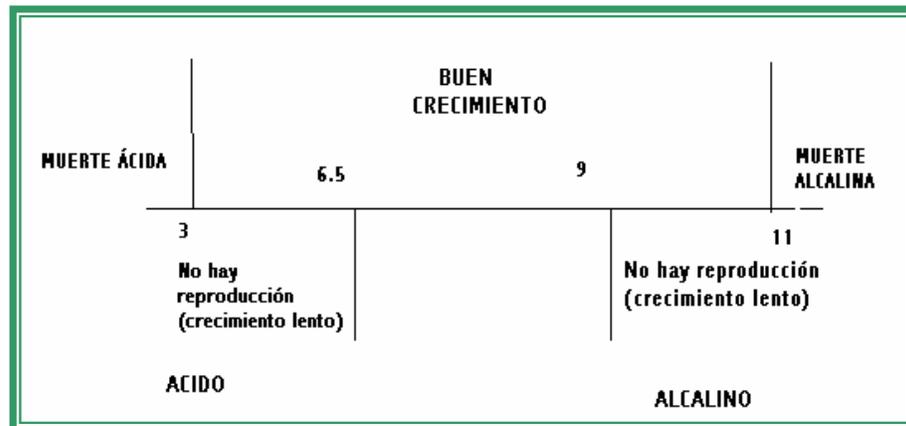
✓ **PH.**

La mayoría de las aguas epicontinentales tienen un valor de PH que fluctúa entre 6.5 y 9.0, aunque puede haber factores importantes que afectan el PH de un estanque.

Cuando el PH tiene bajos o elevados valores causa estrés en los organismos bajo cultivo, en el caso de los peces especialmente ciertos órganos como las branquias. Las aguas que representan un intervalo de PH entre 6.5 y 9.0, son las más apropiadas para la producción de acuícola. La reproducción disminuye en valores inferiores de 6.5 o mayores de 9.5. Por debajo de 4 se presenta la muerte ácida y por encima de 11 la muerte alcalina. Aunque los organismos pueden sobrevivir, el rendimiento es pobre en estanques que presentan valores de PH en la mañana de 4 a 6 o 9 a 10 por cortos periodos, sin ocasiona un efecto adverso a los organismos.

**Efectos del PH sobre las truchas en cultivo.**

El PH óptimo es de aproximadamente 7.5, el rango conveniente oscila entre 6.7-9.0 en aguas ácidas (PH=6) los peces padecen trastornos renales.



✓ **Recambio de agua**

En particular los estanques de engorda tipo circular, que están diseñados para tener una determinada serie de pasos de agua controlados por tubos que sirven para desaguar parcial o totalmente los estanques, la producción depende de la cantidad de agua. Una vez llenados, se necesita un flujo de agua de 8.3 l/seg., y de 7.2 l/seg, para un recambio por hora en estanques de 30 m<sup>3</sup> y 26 m<sup>3</sup> respectivamente, siempre y cuando el oxígeno en el estanque no sea menor de 5mg/l, en el caso de que sea menos, se tendrá que aumentar el flujo de agua.

✓ Altitud

En el caso de México resulta especialmente importante la consideración de este parámetro, dado que el altiplano ocupa una gran extensión del territorio nacional. La altitud, como un factor limitante de la distribución de la Trucha arco iris, se relaciona no a la presión barométrica sino fundamentalmente a la temperatura. Como ya se menciona, la isoterma de 20°C constituye el límite de su distribución. En función de la latitud y de las características micro climáticas, en México el límite inferior se establece entre los 1,650 y los 1,800 msnm.

✓ Sustancias tóxicas

Las Trucha arco iris en comparación con otros peces, son poco tolerantes a diversas sustancias tóxicas, bien sea orgánicas e inorgánicas, naturales o artificiales. Las condiciones tóxicas que estas sustancias producen afectan a los peces ya sea a través del medio acuático o del alimento. Su origen, por otra parte puede ser muy diverso desde sustancias excretadas por los mismos peces (desechos metabólicos tales como el amonio) hasta la saturación de gases, metales pesados, insecticidas y otros pesticidas órgano clorados (DDT, ELDRIN, ALDRIN), Fertilizantes, Detergentes, Tinturas (Aguilera y Noriega 1985).

Aunque no se han determinado los límites de tolerancia de la Trucha arco iris a cada una de las anteriores sustancias tóxicas, es conveniente asegurar que las aguas empleadas para el cultivo se encuentren libres de todo contaminante.

✓ Bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)

Los peces soportan altas concentraciones de bióxido de carbono y sobreviven en aguas hasta con 60 mg/lit., siempre y cuando los niveles de oxígeno sean altos, ya que si la concentración de oxígeno es baja, la presencia de bióxido de carbono impide el consumo adecuado de oxígeno.

Una prolongación demasiado larga de este valor causa la muerte, ya que actúa como depresivo respiratorio.

✓ Alcalinidad y dureza

La alcalinidad en el agua esta determinada por el sistema de carbonatos. Se expresa como mg/lit de CaCO<sub>3</sub> asumiendo que la alcalinidad está dada exclusivamente por este compuesto. Su importancia en piscicultura se debe a su función como amortiguador de los cambios de pH en el agua y a que favorece la fotosíntesis, alcalinidad de 20 a 15 mg/lit contiene suficiente bióxido de carbono para permitir la producción de plancton en el cultivo.

Se denomina dureza a la concentración total de iones divalentes principalmente calcio y magnesio expresados en mg/lit de carbonatos de calcio equivalentes.

La dureza esta ampliamente relacionada con la alcalinidad y normalmente sus valores son similares. Sin embargo en algunas aguas la alcalinidad total puede exceder a la dureza total o viceversa.

✓ Acidez

La acidez es la cantidad de bases fuertes por litro, requerido para alcanzar un pH igual a una solución molar de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> equivalente al carbono orgánico total. La acidez del agua representa su pH o alcalinidad.

✓ N-NH<sub>3</sub> (Amonia)

El amonio se produce en un sistema como subproducto del metabolismo de los peces, de descomposición de la materia orgánica y muerte masiva del fitoplancton. El nitrógeno se presenta en dos formas, amoniaco no ionizado y el Ion amonio. El amoniaco no ionizado es tóxico para los peces, no así el amonio ionizado que solo lo es en concentraciones muy altas.

Los niveles tóxicos del amonio fluctúan entre 0.6 y 2 mg/lit para la mayoría de las especies. El aumento en la concentración de amoniaco en el agua provoca incremento en los niveles de amonio y el pH en la sangre, desestabiliza la membrana, afecta la permeabilidad de los peces al agua y daña sus branquias. La proporción de amonio no ionizado se ve afectado por el pH y se incrementa en gran medida.

✓ Sulfatos

La determinación del Ion sulfato tiene importancia por que procede del lavado de terrenos circundantes y es una estimación que se considera dentro del cuadro de la calidad de aguas naturales. La concentración de sulfatos en agua dulce se estima de 0.22 g/lit.

✓ Nutrientes

Tanto los Iones del nitrógeno ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{NH}_4$ ) y fósforo ( $\text{PO}_4$ ), necesarios para la formación de proteína, amino azúcares, nucleótidos, etc., con la temperatura y la luz son los responsables abióticos de la productividad biológica en todo sistema acuático.

✓ Parámetros técnicos de calidad del agua del sitio propuesto para el proyecto.

**Cuadro 22.**

| Parámetros                          | Valor |
|-------------------------------------|-------|
| Temperatura °C                      | 17.2  |
| Oxígeno (mgL-1)                     | 7.4   |
| pH                                  | 6.7   |
| Transparencia                       | 100%  |
| Alcalinidad                         | 110   |
| Dureza (mg/l como $\text{CaCO}_3$ ) | 83    |
| Gasto mínimo lts/seg                | 42*   |

**Criterios para la selección de la especie**

1. La trucha arco iris es un producto de sabor delicado, con alto valor de proteína de origen animal en las aguas templado frías y frías de todo el mundo, particularmente en los países en desarrollados y en vías de, como el nuestro.
2. El cultivo de la trucha arco iris es una actividad estratégica ya que contribuye el desarrollo regional.
3. La trucha arco iris tiene un rápido crecimiento, llega a crecer hasta un kilogramo en un año de cultivo, es resistente a enfermedades, tiene una elevada productividad por unidad de superficie, es tolerante a desarrollarse rápidamente en condiciones de alta densidad, tiene la capacidad de sobrevivir a bajas temperaturas, su alimentación se basa en alimentos naturales y artificiales, su carne es de excelente calidad de textura firme de color blanco y no posee huesos intermusculares, es un producto altamente apetecible para el consumidor.

- El crecimiento a talla y peso mínimo comercial se logra en un tiempo razonable.
- La trucha arco iris es relativamente tolerante a las practicas esenciales de manejo, transporte, densidades de carga elevadas, clasificación, etc.

En cuanto a los atributos y/o amenazas potenciales que pueden derivar de su incorporación al ambiente de la zona donde se desarrollará el proyecto, se tiene que no hay registros de publicaciones en las cuales se evalúe estas condiciones. Sin embargo, dadas las características medio ambientales en las que es posible llevar a cabo el cultivo de esta especie en México que se limita a zonas frías y a altitudes superiores a los 1,600 msnm, se tiene que para este tipo de ambientes en el altiplano mexicano no se reporta la presencia de ictiofauna nativa. Este tipo de ambientes se caracterizan por su corta extensión, por su topografía accidentada y por la variación marcada en el flujo de agua a lo largo del año. En la región se tienen referencias verbales de la presencia de la trucha desde principios del siglo XX, introducida por los poseedores de Haciendas como la de Honey en los límites del Estado de Hidalgo y Puebla.

### **b1) Fuentes de abasto de organismos**

Por lo que respecta al abasto de crías se tiene que este depende de aquellos productores que cuentan con Salas de Cuarentena. Por otra parte, existe un mercado puntual en el que pequeñas granjas realizan la reproducción de esta especie como un proceso marginal, que en la mayoría de los casos busca cubrir en primera instancia las necesidades particulares del productor y la venta de excedentes.

Por lo general las crías se obtienen a partir de la importación de huevo oculado principalmente de la Empresa Troude Lodge de los Estados Unidos, o bien de granjas ubicadas en Chile y Australia, proceso que es regulado y supervisado por la CONAPESCA.

Los principales proveedores de crías se encuentran en el Estado de México (Granja Piscícola las Margaritas, Productos Gastronómicos El Pedregal, Truchas de Malinalco, Ranchos Los Alevines), en Michoacán (Granja Piscícola la Alberca), en Puebla (Granja Piscícola Xoulin), así como en el Estado de Hidalgo en la Granja de Ciclo Completo para el Cultivo de Trucha Arco Iris de la comunidad del Zembo, municipio de Huasca de Ocampo.

### **b2) Número de organismos necesarios**

Para la determinación del número de organismos a cultivar a lo largo del período de vida del proyecto se fundamento en la capacidad de carga de la misma y ajustada a la calidad del agua de la fuente de abastecimiento.

**Cuadro 23.** Base de cálculo

| <b>Bases de cálculo</b> | <b>1ª Etapa</b> | <b>2ª etapa</b> |
|-------------------------|-----------------|-----------------|
| Crianza                 |                 |                 |
| Peso inicial (g):       | 5.00            | 5.00            |
| Peso final (g):         | 10.0            | 10.0            |
| Engorda:                |                 |                 |
| Peso inicial (g):       | 10.0            | 10.0            |
| Peso final (g):         | 330.00          | 330.00          |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|                                |        |        |
|--------------------------------|--------|--------|
| Densidad Org/m <sup>3</sup>    | 80     | 80     |
| m <sup>3</sup> /estanque       | 30     | 26     |
| N° organismos inicial:         | 2,400  | 2,080  |
| N° organismos final:           | 2,160  | 1,872  |
| Biomasa inicial/estanque (kg): | 12     | 10.40  |
| Biomasa final/estanque (Kg):   | 712.80 | 617.76 |

**Cantidad de organismos**

**Cuadro 24.** Requerimiento de crías de trucha arco iris.

| AÑO    | MES   |   |        |       |       |   |       |       |        |       |       |       | TOTAL  |
|--------|-------|---|--------|-------|-------|---|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
|        | 1     | 2 | 3      | 4     | 5     | 6 | 7     | 8     | 9      | 10    | 11    | 12    |        |
| 1      | -     | - | -      | 4,800 | 4,800 | - | 2,400 | 4,160 | 8,960  | 2,080 | 6,880 | 6,240 | 40,320 |
| 2      | 6,560 | - | 13,120 | -     | 8,960 | - | 8,960 | -     | 13,120 | -     | 8,960 | -     | 59,680 |
| 3      | 8,960 | - | 13,120 | -     | 8,960 | - | 8,960 | -     | 13,120 | -     | 8,960 | -     | 62,080 |
| 4 - 10 | 8,960 | - | 13,120 | -     | 8,960 | - | 8,960 | -     | 13,120 | -     | 8,960 | -     | 62,080 |

**b3) Fases de su ciclo de vida.**

Las fases del ciclo de vida de la trucha arco iris están compuestas por:

- Huevo
- Alevinaje
- Cría
- Juvenil
- Adulto

La fase de huevo se inicia a partir de la reproducción y su duración puede variar de acuerdo a la temperatura del agua hasta acumular 300 °C de temperatura-día.

**La fase de cría se inicia con la eclosión**

**Desarrollo de crías.-** Organismos de 10.0 gr. Talla de 10 cm., de 90 días de nacidos.

**Forma de embarque.-** Dentro de este proceso se tiene el transporte ó traslado de los organismos para lo cual se debe disponer de bolsas de plástico de 55 a 60 cm. de ancho y 80 a 90 cm. de longitud, calibre 200 a 250, o bien un transportador; tanque de oxígeno con válvula reguladora y un tubo delgado de salida, piedra difusora en su caso.

Se introduce agua a la bolsa de 5 a 7 litros, correspondiente a una tercera parte del volumen total, se colocan los peces y el tubo de salida del tanque de oxígeno, por de bajo del nivel de agua. Posteriormente se saca el aire contenido en la bolsa y se abre la válvula del tanque de oxígeno procurando que el gas burbujee en el agua, hasta que se infle completamente la bolsa. Para transportar las bolsas, se colocan en cajas de cartón y se cubren con papel periódico humedecido.

En el caso de utilizar transportador de peces se deberá asegurar que el agua tenga una concentración promedio de oxígeno de 8 mg/l.

**Medio de transporte.-** Vehículo pick - up

### **Siembra de crías.**

La siembra al sistema es una fase crítica en el ciclo de producción, la cría no se cuenta al descargarse, solo se pesa, y en base ha eso se distribuye en varias secciones, a razón de 3,000 a 4,000 organismos por estanque de crianza.

Para efectuar la siembra se llevará a cabo la introducción de las bolsas de polietileno con las crías aun adentro, en las aguas del estanque de crianza, por unos cuantos minutos, para favorecer la adaptación de los organismos a las nuevas condiciones de temperatura del agua; posterior a ésta practica se liberarán en el estanque a una densidad de 400 crías por metro cúbico con un flujo de agua de 6.25 l/seg, a efecto de tener tres recambios de agua por hora. En el caso del uso de transportador deberá verificarse que el agua tenga la misma temperatura que en la que se van a depositar los organismos, si no fuera así, se deberá igualar agregando al transportador agua, se recomienda que esto no se haga en un tiempo corto sino de manera paulatina. Al siguiente día de su llegada al estanque de crianza, se inicia la alimentación, que será de ocho raciones diarias, el total del alimento suministrado esta en función del peso del organismo y de la temperatura del agua.

### **Engorda**

Después de un mes, se seleccionan por tallas diferentes, previo su transferencia a los estanques de engorda, este procedimiento se realiza mediante selectores de barras de aluminio o cobre, los cuales dejan pasar cierto tamaño y retienen otro, o manualmente, las truchas son contadas y pesadas, y se colocan en estanques diferentes cada una de las tallas, de acuerdo al programa de producción.

Dando lugar a la segunda fase del proceso que corresponde a la engorda, que dadas las características de calidad del agua del sitio donde se construirá la ampliación de la granja se da en un período de 6 meses, considerando que la talla inicial de los organismos para esta fase será de 10 centímetros. La densidad será de 80 organismos por metro cúbico, lo que equivale a 2,400 organismos en los estanques de corriente rápida y 2,080 en los estanques circulares. La alimentación en esta fase se dará tres veces al día, siendo esta manual. Durante todo el proceso de producción se considera una mortalidad del 10%.

El programa de producción esta diseñado de tal manera que se pueda contar con un abasto permanente de producto, así como intensificarlo en los meses de mayor demanda, de acuerdo a las necesidades y requerimientos que de trucha tiene la Sociedad.

#### **c.1) Mecanismos para evitar las posibilidades de fugas.**

Para evitar posibles fugas de crías se seguirán las siguientes recomendaciones para el diseño, construcción, instalación y operación del cultivo.

El diseño constructivo de la granja a base de estanques circulares permite sin ningún tipo de restricciones el intercambio de agua al ambiente externo, que además permite la salida de los desechos de los peces sin que haya acumulación, mantenga el alimento al interior del mismo hasta que sea consumido totalmente, no lastime ni estrese a los peces.

El sistema de drenado y desagüe de los estanques se basa en una estructura a base de dos tubos centrales los cuales tienen la función de regular el nivel del agua dentro del estanque (Central) y así como la fuga al medio ambiente de los organismos bajo cultivo (externo al tubo central) este último se ajustara de acuerdo a las etapas de crecimiento del pez.

## c.2) Identificación de posibles amenazas potenciales de la especie a introducir

### 1. De la especie a introducir

La especie a introducir es la trucha arco iris, cuya alimentación bajo cultivo se sustenta en el consumo de dietas balanceadas, por lo que no dependerá del ingesta de alimento del medio natural, hecho que no ocasionará impacto adverso a la ecología y el medio ambiente de nuestra área de estudio.

### 2. Método de obtención de los organismos para cultivo.

La adquisición de organismos para su cultivo tiene su origen en la adquisición de huevo oculado de trucha arco iris por parte de los poseedores de Unidades de Cuarentena certificadas por la Comisión Nacional de Acuacultura y Pesca (CONAPESCA), por lo que las crías o juveniles de trucha se adquirirán de sitios certificados, que proporcionen su certificado sanitario de origen, así como del lote correspondiente por institución sanitaria reconocida por la CONAPESCA.

### 3. El uso exclusivo de alimento balanceado

El uso excesivo de alimento balanceado para alimentar a las Trucha arco iris provoca que la calidad del agua y el fondo del estanque pueda deteriorarse mas rápidamente, las biometrías y los índices de conversión alimenticia determinaran la cantidad de alimento que deberá proporcionarse, con ello se evitará que se proporcione mas de lo necesario. La operación del filtro combinado a la salida de la estanquería permitirá que las macrofitas absorban los compuestos derivados del proceso metabólico del consumo de alimento balanceado.

### 4. Enfermedades infecciosas de las Trucha arco iris en jaulas flotantes

El mayor problema que se presenta en el cultivo de peces cuando este se realiza de manera intensiva, es la posible incidencia de enfermedades bacterianas, las principales especies de bacterias afectan a este tipo de peces en estanques son: *Columnaris*, *Aeromonas*, *Pseudomonas* e *Hydrophila* causando lesiones sobre todo en la piel. En caso de que se presente alguna enfermedad de origen bacteriano se aplicaran tratamientos con *Oxitetraciclina* (Terramicina). El medicamento se aplicará en el alimento balanceado y se suministrará de acuerdo al porcentaje de alimentación que sé este suministrando diariamente. El tratamiento durará mínimo 15 días. En el caso particular de la trucha arco iris se puede tener la presencia de protozoarios como el *Ichthyophthirius* y *Hexamita* u hongos como *saprolegnia*. Lo que implica el uso de fármacos como verde de malaquita, sulfato de cobre, formol y sal. Para evitar lo anterior, el cultivo se basará en el uso de buenas prácticas de cultivo, para evitar la presencia de enfermedades o parásitos, así como el favorecer la producción de alimentos inocuos.

## c.3) Magnitud del o los eventos máximos probables y sus consecuencias a corto, mediano y largo plazo

Como se comentó anteriormente por las características y magnitud del proyecto y las condiciones del área no se prevé eventos de riesgos en el cultivo, ya que los estanques reunirán la seguridad necesaria para el buen desarrollo del sistema de producción.

## c.4) Identificación de fallas, de la infraestructura y de los mecanismos preventivos de control de fugas y/o sanitarios y de manejo.

Para determinar las posibles fugas de los organismos se realiza un análisis del diseño, construcción, colocación y manejo sanitario de la biotecnología a utilizar. En este sentido se contempla la construcción de dos estructuras (filtros) tanto a la entrada de la granja como a la salida que evite en primer termino la entrada de fauna acuática al sistema, así como de sólidos suspendidos y por otra el paso de organismos bajo cultivo al medio ambiente y de materia orgánica derivada de los proceso metabólicos de los peces bajo cultivo.

#### **Diseño de la infraestructura.**

La infraestructura estará constituida por estanques de corriente rápida para crianza y circulares para la engorda, en los que habrá un libre flujo de agua, y tendrá dos sistemas de filtrado a la entrada para disminuir la posible presencia de sólidos disueltos en época de lluvias y al final para retener materia orgánica con un filtro combinado (mecánico-biológico), de esta manera se pretende que el sistema reúna la seguridad necesaria para el confinamiento de los organismos bajo cultivo, durante todo el ciclo de producción.

#### **Manejo de la infraestructura.**

Una de las partes principales en el cultivo de peces es el buen manejo que se le proporcione al sistema de producción, y al adecuado mantenimiento que se le dé para tener éxito en el cultivo.

#### **c.5) Probabilidades de riesgos de que se produzcan eventos perjudiciales**

Considerando las características, alcances y tipo de proyecto y de acuerdo a la especie a cultivar no se considera posibilidades de que la especie a introducir pueda causar problemas a otras especies del medio, la infraestructura utilizada tampoco modificará la dinámica del sistema, la vegetación circundante no sufrirá cambio alguno, la infraestructura complementaria (bodega-almacén) no modificara el aspecto físico del suelo.

#### **c.6) Análisis de acciones y medidas alternativas**

Las acciones que se proponen comprenden el análisis de las principales variables fisicoquímicas del agua, se considera que la especie a introducir en el área propuesta para el cultivo no causara daño a la ecología ni al medio ambiente. Se realizará el monitoreo semanal de oxígeno y temperatura.

#### **d) Cultivo de especies forrajeras como sustento o complemento alimenticio a la especie principal.**

Como se ha mencionado en el cultivo de esta especie se contempla el suministro de alimento balanceado por lo que no se considera el cultivo de especies forrajeras.

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

Estrategias de manejo de la especie a cultivar.

**Cuadro25.** Requerimiento de crías de trucha arco iris

| AÑO    | MES   |     |        |       |       |     |       |       |        |       |       |       | TOTAL  |
|--------|-------|-----|--------|-------|-------|-----|-------|-------|--------|-------|-------|-------|--------|
|        | ENE   | FEB | MAR    | ABR   | MAY   | JUN | JUL   | AGT   | SEP    | OCT   | NOV   | DIC   |        |
| 1      | -     | -   | -      | 4,800 | 4,800 | -   | 2,400 | 4,160 | 8,960  | 2,080 | 6,880 | 6,240 | 40,320 |
| 2      | 6,560 | -   | 13,120 | -     | 8,960 | -   | 8,960 | -     | 13,120 | -     | 8,960 | -     | 59,680 |
| 3      | 8,960 | -   | 13,120 | -     | 8,960 | -   | 8,960 | -     | 13,120 | -     | 8,960 | -     | 62,080 |
| 4 - 10 | 8,960 | -   | 13,120 | -     | 8,960 | -   | 8,960 | -     | 13,120 | -     | 8,960 | -     | 62,080 |
| -      | -     | -   | -      | -     | -     | -   | -     | -     | -      | -     | -     | -     | -      |

**Cuadro 26.** Requerimiento de alimento de trucha arco iris (kg)

| AÑO              | MES   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | TOTAL  |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                  | ENE   | FEB   | MAR   | ABR   | MAY   | JUN   | JUL   | AGT   | SEP   | OCT   | NOV   | DIC   |        |
| <b>MINIPELET</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 1                | -     | -     | -     | 72    | 72    | -     | -     | -     | 322   | -     | 197   | -     | 662    |
| 2                | 161   | -     | 322   | -     | 197   | -     | 197   | -     | 322   | -     | 197   | -     | 1,394  |
| 3 - 10           | 197   | -     | 322   | -     | 197   | -     | 197   | -     | 322   | -     | 197   | -     | 1,430  |
|                  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| <b>ENGORDA</b>   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 1                | 497   | 590   | 753   | 721   | 1,193 | 412   | 497   | 626   | 809   | 1,248 | 2,193 | 2,039 | 11,578 |
| 2                | 2,438 | 2,605 | 2,861 | 3,482 | 3,586 | 3,469 | 3,434 | 3,103 | 2,861 | 3,482 | 3,586 | 3,469 | 38,376 |
| 3 - 10           | 3,434 | 3,103 | 2,861 | 3,482 | 3,586 | 3,469 | 3,434 | 3,103 | 2,861 | 3,482 | 3,586 | 3,469 | 39,869 |

### 2.2.1.1 Estrategias de manejo de la especie a cultivar.

#### a.1) Tipo de infraestructura

Estanques circulares para la engorda de Trucha arco iris *Onchorincus mykiiss*.

#### a.2) Carácter del cultivo

De acuerdo a la densidad de peces por estanque circular se considera el cultivo de tipo intensivo.

#### a.3) Número de ciclos de producción al año.

La producción se contempla se lleve a cabo de manera escalonada, con el objeto que permita generar producción a lo largo de todo el año, de acuerdo al plan de operaciones de la granja. Con el propósito de poder satisfacer la demanda de trucha a lo largo del año se plantea el manejar 6 ciclos de producción al año.

#### a.4) Tiempo de vida de los organismos

El ciclo de vida será de ocho meses de crecimiento a partir de crías de 5 a 10cm.

#### a.5) Tipo de cultivo

Se pretende llevar acabo un monocultivo de Trucha arco iris, las crías serán sembradas de 5 a 10 centímetros de largo y 2.0 a 10.0 gramos de peso. Se pronostica cosechar los peces de 350 gramos en 8 meses de cultivo.

#### a.6) Cultivos alternos

Para este tipo de proyecto no se prevé instalar cultivos alternos que puedan ser determinantes para desarrollar los objetivos que pretende el proyecto.

#### a.7) Diversificación de productos

De acuerdo al tipo y a los alcances del proyecto no se considera diversificar el valor y uso del proyecto.

#### a.8) Instalación de infraestructura para el procesamiento de productos

En el proyecto no se consideran obras adicionales para poder dar valor agregado al producto generado.

### b) Biomosas: iniciales y esperadas.

La biomasa inicial variara de acuerdo al ciclo de producción que se relaciona directamente con las variaciones de la demanda siendo ésta mayor en la época de cuaresma. La variación de la biomasa a lo largo de cada ciclo de producción se muestra en las tablas siguientes.

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

**Cuadro 27.** Tabla de variación de biomasa en el ciclo reproductor

| PROGRAMA         | AÑO 1  |        |          |        |          |        |        |        |          |        |          |          | TOTAL    |
|------------------|--------|--------|----------|--------|----------|--------|--------|--------|----------|--------|----------|----------|----------|
|                  | ENE    | FEB    | MAR      | ABR    | MAY      | JUN    | JUL    | AGT    | SEP      | OCT    | NOV      | DIC      | ANUAL    |
| BIOMASA          |        |        |          |        |          |        |        |        |          |        |          |          |          |
|                  |        |        |          | 23.04  | 23.04    |        |        |        | 23.04    |        | 23.04    |          |          |
| Pileta a         |        |        |          | 23.04  | 23.04    |        | 23.04  |        | 23.04    |        | 23.04    |          |          |
| Pileta b         |        |        |          |        |          |        |        |        | 19.97    |        |          |          |          |
| Pileta c         |        |        |          |        |          |        |        |        | 19.97    |        | 19.97    |          |          |
| Pileta d         |        |        |          |        |          |        |        |        |          |        |          |          |          |
|                  | 305.16 | 433.76 | 650.63   | 67.74  | 132.77   | 197.16 | 305.16 | 433.76 | 650.63   | 67.74  | 132.77   | 197.16   | 1,301.27 |
| Estanque 1       | 305.16 | 433.76 | 650.63   | 67.74  | 132.77   | 197.16 | 305.16 | 433.76 | 650.63   | 67.74  | 132.77   | 197.16   | 1,301.27 |
| Estanque 2       | 132.77 | 197.16 | 305.16   | 433.76 | 650.63   | 67.74  | 132.77 | 197.16 | 305.16   | 433.76 | 650.63   | 67.74    | 1,301.27 |
| Estanque 3       | 132.77 | 197.16 | 305.16   | 433.76 | 650.63   | 67.74  | 132.77 | 197.16 | 305.16   | 433.76 | 650.63   | 67.74    | 1,301.27 |
| Estanque 4       |        |        |          |        |          |        |        | 67.74  | 132.77   | 197.16 | 305.16   | 433.76   |          |
|                  |        |        |          |        |          |        |        |        |          |        |          |          |          |
| Estanque a,b,c,d | -      | -      | -        | -      | -        | -      | -      | -      | -        | 234.82 | 460.25   | 683.48   | -        |
| Estanque e,f,g,h | -      | -      | -        | -      | -        | -      | -      | -      | -        | 234.82 | 460.25   | 683.48   | -        |
| Estanque i,j,k,l | -      | -      | -        | -      | -        | -      | -      | -      | -        | -      | -        | 234.82   | -        |
| Estanque m,n,o,p | -      | -      | -        | -      | -        | -      | -      | -      | -        | -      | -        | -        | -        |
|                  |        |        |          |        |          |        |        |        |          |        |          |          |          |
| PRODUCCIÓN       |        |        |          |        |          |        |        |        |          |        |          |          |          |
|                  |        |        |          |        |          |        |        |        |          |        |          |          |          |
| GRANJA ACTUAL    | -      | -      | 1,301.27 |        | 1,301.27 |        |        |        | 1,301.27 |        | 1,301.27 |          | 5,205.08 |
|                  |        |        |          |        |          |        |        |        |          |        |          | 5,205.08 |          |
|                  |        |        |          |        |          |        |        |        |          |        |          |          |          |
| AMPLIACIÓN       |        |        | -        | -      | -        | -      | -      | -      | -        | -      | -        | -        |          |
|                  |        |        |          |        |          |        |        |        |          |        |          |          |          |
| P. TOTAL         | -      | -      | 1,301.27 | -      | 1,301.27 | -      | -      | -      | 1,301.27 | -      | 1,301.27 | -        | 5,205.08 |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

**Cuadro 28.**

| PROGRAMA         | AÑO 2         |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           | TOTAL     |       |
|------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-------|
|                  | DE PRODUCCIÓN | ENE      | FEB      | MAR      | ABR      | MAY      | JUN      | JUL      | AGT      | SEP      | OCT      | NOV       | DIC       | ANUAL |
| BIOMASA          |               |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |       |
| Pileta a         |               |          | 23.04    |          | 23.04    |          | 23.04    |          | 23.04    |          | 23.04    |           |           |       |
| Pileta b         | 23.04         |          | 23.04    |          | 23.04    |          | 23.04    |          | 23.04    |          | 23.04    |           |           |       |
| Pileta c         |               |          | 19.97    |          |          |          |          |          | 19.97    |          |          |           |           |       |
| Pileta d         | 19.97         |          | 19.97    |          | 19.97    |          | 19.97    |          | 19.97    |          | 19.97    |           |           |       |
| Estanque 1       | 305.16        | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16    | 1,301.27  |       |
| Estanque 2       | 305.16        | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16    | 1,301.27  |       |
| Estanque 3       | 132.77        | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74     | 1,301.27  |       |
| Estanque 4       | 132.77        | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74     | 1,301.27  |       |
| Estanque 5       | 650.63        | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76    | 1,301.27  |       |
| Estanque 6       |               | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76    | 650.63    |       |
| Estanque a,b,c,d | 1,057.87      | 1,503.69 | 2,255.53 | 234.82   | 460.25   | 683.48   | 1,057.87 | 1,503.69 | 2,255.53 | 234.82   | 460.25   | 683.48    | 4,511.07  |       |
| Estanque e,f,g,h | 1,057.87      | 1,503.69 | 2,255.53 | 234.82   | 460.25   | 683.48   | 1,057.87 | 1,503.69 | 2,255.53 | 234.82   | 460.25   | 683.48    | 4,511.07  |       |
| Estanque i,j,k,l | 460.25        | 683.48   | 1,057.87 | 1,503.69 | 2,255.53 | 234.82   | 460.25   | 683.48   | 1,057.87 | 1,503.69 | 2,255.53 | 234.82    | 4,511.07  |       |
| Estanque m,n,o,p |               | 234.82   | 460.25   | 683.48   | 1,057.87 | 1,503.69 | 2,255.53 | 234.82   | 460.25   | 683.48   | 1,057.87 | 1,503.69  | 2,255.53  |       |
| PRODUCCIÓN       |               |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |       |
| GRANJA ACTUAL    | 650.63        |          | 1,301.27 |          | 1,301.27 |          | 1,301.27 |          | 1,301.27 |          | 1,301.27 |           | 7,156.98  |       |
|                  |               |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 7,156.98  | -         |       |
| AMPLIACIÓN       |               |          | 4,511.07 |          | 2,255.53 |          | 2,255.53 |          | 4,511.07 |          | 2,255.53 |           | 15,788.74 |       |
|                  |               |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 15,788.74 |           |       |
| P. TOTAL         | 650.63        | -        | 5,812.34 | -        | 3,556.80 | -        | 3,556.80 | -        | 5,812.34 | -        | 3,556.80 | -         | 22,945.72 |       |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

**Cuadro 29.**

| PROGRAMA         | AÑOS     |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           | TOTAL     |
|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------|
|                  | ENE      | FEB      | MAR      | ABR      | MAY      | JUN      | JUL      | AGT      | SEP      | OCT      | NOV      | DIC       |           |
| BIOMASA          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |
| Pileta a         | 23.04    |          | 23.04    |          | 23.04    |          | 23.04    |          | 23.04    |          | 23.04    |           |           |
| Pileta b         | 23.04    |          | 23.04    |          | 23.04    |          | 23.04    |          | 23.04    |          | 23.04    |           |           |
| Pileta c         |          |          | 19.97    |          |          |          |          |          | 19.97    |          |          |           |           |
| Pileta d         | 19.97    |          | 19.97    |          | 19.97    |          | 19.97    |          | 19.97    |          | 19.97    |           |           |
| Estanque 1       | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16    | 1,301.27  |
| Estanque 2       | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16    | 1,301.27  |
| Estanque 3       | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74     | 1,301.27  |
| Estanque 4       | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74     | 1,301.27  |
| Estanque 5       | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76    | 1,301.27  |
| Estanque 6       | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76   | 650.63   | 67.74    | 132.77   | 197.16   | 305.16   | 433.76    | 1,301.27  |
| Estanque a,b,c,d | 1,057.87 | 1,503.69 | 2,255.53 | 234.82   | 460.25   | 683.48   | 1,057.87 | 1,503.69 | 2,255.53 | 234.82   | 460.25   | 683.48    | 4,511.07  |
| Estanque e,f,g,h | 1,057.87 | 1,503.69 | 2,255.53 | 234.82   | 460.25   | 683.48   | 1,057.87 | 1,503.69 | 2,255.53 | 234.82   | 460.25   | 683.48    | 4,511.07  |
| Estanque i,j,k,l | 460.25   | 683.48   | 1,057.87 | 1,503.69 | 2,255.53 | 234.82   | 460.25   | 683.48   | 1,057.87 | 1,503.69 | 2,255.53 | 234.82    | 4,511.07  |
| Estanque m,n,o,p | 2,255.53 | 234.82   | 460.25   | 683.48   | 1,057.87 | 1,503.69 | 2,255.53 | 234.82   | 460.25   | 683.48   | 1,057.87 | 1,503.69  | 4,511.07  |
| PRODUCCIÓN       |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |           |           |
| GRANJA ACTUAL    | 1,301.27 |          | 1,301.27 |          | 1,301.27 |          | 1,301.27 |          | 1,301.27 |          | 1,301.27 |           | 7,807.62  |
| AMPLIACIÓN       | 2,255.53 |          | 4,511.07 |          | 2,255.53 |          | 2,255.53 |          | 4,511.07 |          | 2,255.53 |           |           |
|                  |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          |          | 18,044.27 |           |
| P. TOTAL         | 3,556.80 | -        | 5,812.34 | -        | 3,556.80 | -        | 3,556.80 | -        | 5,812.34 | -        | 3,556.80 | -         | 25,851.89 |

**Duración del cultivo:** 6 meses por ciclo

**c) Tipo y cantidad de alimento a utilizar y forma de almacenamiento**

**Hábitos alimenticios**

La trucha arco-iris se alimenta con gran diversidad de organismos acuáticos; su consumo varía de acuerdo al tamaño, condiciones del medio ambiente y disponibilidad de alimentos. Su alimentación se basa en algas, insectos acuáticos y sus larvas, insectos terrestres, crustáceos, gusanos, caracoles y peces. Las de mayor tamaño prefieren peces y acociles. En sistemas de cultivo controlados, la trucha acepta alimentos balanceados peletizados.

El alimento a utilizar será del tipo paletizado flotante lo que asegura su consumo y evita posibles desperdicios, en cuanto a la cantidad a emplear esta se describe en las siguientes tablas.

**Cuadro 30.** Requerimiento de alimento de trucha arco iris (kg.)

| AÑO              | MES   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       | TOTAL  |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
|                  | ENE   | FEB   | MAR   | ABR   | MAY   | JUN   | JUL   | AGT   | SEP   | OCT   | NOV   | DIC   |        |
| <b>MINIPELET</b> |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 1                | -     | -     | -     | 72    | 72    | -     | -     | -     | 322   | -     | 197   | -     | 662    |
| 2                | 161   | -     | 322   | -     | 197   | -     | 197   | -     | 322   | -     | 197   | -     | 1,394  |
| 3 - 10           | 197   | -     | 322   | -     | 197   | -     | 197   | -     | 322   | -     | 197   | -     | 1,430  |
| <b>ENGORDA</b>   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |
| 1                | 497   | 590   | 753   | 721   | 1,193 | 412   | 497   | 626   | 809   | 1,248 | 2,193 | 2,039 | 11,578 |
| 2                | 2,438 | 2,605 | 2,861 | 3,482 | 3,586 | 3,469 | 3,434 | 3,103 | 2,861 | 3,482 | 3,586 | 3,469 | 38,376 |
| 3 - 10           | 3,434 | 3,103 | 2,861 | 3,482 | 3,586 | 3,469 | 3,434 | 3,103 | 2,861 | 3,482 | 3,586 | 3,469 | 39,869 |

**Manejo de la especie**

Para que los organismos bajo cultivo se encuentren en buenas condiciones, se realizarán los siguientes cuidados: monitorear periódicamente los parámetros fisicoquímicos del agua y cotejar que los valores obtenidos en los muestreos no sobrepasen los límites permisibles para el cultivo de la Trucha arco iris.

Sé mantendrán densidades de población óptimas, se proporcionará el alimento a tiempo y de forma adecuada y principalmente, se evitará la manifestación de enfermedades pues a pesar de que la Trucha arco iris es un pez resistente, en toda actividad que involucre el manejo de los peces se corre el riesgo de que contraigan enfermedades y se pierdan importantes cantidades de organismos. En los cultivos intensivos, las enfermedades se transmiten de una manera vertiginosa, por lo que el aspecto sanitario juega un papel vital para el éxito de las operaciones.

Un buen manejo es el mejor sistema de prevención de enfermedades. Para reconocer los problemas potenciales de enfermedades es necesario observar: apariencia física del pez y signos de comportamiento.

## 2.2.2 Información biotecnología de la especie a cultivar (Bagre)

La variedad que se propone para el cultivo en la unidad de producción a construir en San Simón, municipio de Tepehuacán de Guerrero, Hgo., es conocida con el nombre común de bagre de canal.

Su posición taxonómica del bagre

|             |                     |
|-------------|---------------------|
| Phylum:     | Chordata            |
| Subphylum:  | Vertebrata          |
| Superclase: | Pisces              |
| Clase:      | Osteichthyes        |
| Subclase:   | Actinopterygii      |
| Superorden: | Teleostei           |
| Orden:      | Cypriniformes       |
| Suborden:   | Siluroidei          |
| Familia:    | Ictaluridae         |
| Género:     | Ictalurus           |
| Especie:    | <i>I. Punctatus</i> |

### Morfología externa

El cuerpo del bagre de canal es desnudo (sin escamas), macizo, delgado en el vientre, su cuerpo es comprimido lateralmente. Por atrás de las aletas pélvicas es más alto y estrecho que las otras especies.

Tiene una cabeza grande y gruesa que presenta de un 19 a 24% de la longitud total del cuerpo, sus ojos son pequeños y presenta una boca grande (42% en relación al tamaño de la cabeza) con dientes viliformes. El labio inferior algunas veces es papiloso. Presenta 4 pares de barbillas en la región de la boca.

La parte dorsal presenta coloración azul negruzca u oliva que disminuye gradualmente hasta planteados a los lados y en vientre blanco. Los juveniles presentan puntos oscuros a los lados del cuerpo que se pierden con la edad.

La aleta dorsal se encuentra colocada delante de la mitad del cuerpo; presenta radios blandos con la espina modificada y fuerte, además de una aleta adiposa, aletas pélvicas y pectorales provistas con espinas fuertes, aleta anal larga y aleta caudal profundamente surcada.

Existe dimorfismo sexual, los machos presentan un poro genital que se abre al final de una papila genital. En la fase madura el cuerpo es grueso, sobre todo el cráneo en el área entre los ojos. Estos son más oscuros que los de las hembras, quienes no paseen papila genital y son más esbeltas.

### Morfología interna

En los órganos internos se presenta una vejiga natatoria en forma de corazón, el tubo digestivo se encuentra bien diferenciado, sin ciegos pilóricos, la espina dorsal tiene 42 a 44 vértebras.

Posee células sensoriales en todo el cuerpo con una mayor concentración de estas los bigotes.

### Hábitat

El bagre de canal habita las partes más profundas de los ríos caudalosos y lagos con aguas claras. El fondo de los lugares en los que vive es de grava y de tipo limo arenoso con escasa vegetación sumergida, evita las aguas turbias poco profundas y con vegetación densa. El clima de estos lugares es generalmente extremoso. Es un pez de hábitos nocturnos, durante el día nada en el fondo, se

refugia en las fosas profundas de los ríos, protegido por rocas o troncos. Es de hábitos gregarios (Rosas, 1976).

En la etapa juvenil, suelen nadar hacia la desembocadura de los ríos en busca de alimentos. El adulto, realiza pequeñas migraciones en los grandes embalses que habita.

### **Distribución geográfica**

El bagre de canal (*Ictalrus punctatus*) especie neártica nativa de América, naturalmente se distribuye en los ríos tributarios del Golfo de México. Se han introducido a los estados de Nayarit, Nuevo León, Sinaloa, Tamaulipas, Michoacán y Morelos principalmente. Habita en presas, lagos, y ríos caudalosos, con agua clara y fondo arenoso rocoso. Es un pez de hábitos nocturnos, refugiándose la mayor parte del día entre rocas y troncos. La temporada de reproducción comprende de marzo a julio, periodo en que la temperatura del agua debe estar por arriba de 21°C. El pico reproductivo se presenta cuando la temperatura fluctúa entre 25.5 y 27.7 °C.

### **Hábitos alimenticios.**

El bagre de canal es omnívoro con tendencia carnívora, se alimenta de larvas de dípteros y pupas, algas, moluscos, micro crustáceos, coleópteros, tricópteros, ostrácodos, cladóceros, copépodos, peces pequeños, etc. Los análisis estomacales han revelado la ocurrencia frecuente de estadios inmaduros de insectos, cangrejos, renacuajos, incluso algas filamentosas y plantas sumergidas.

Usualmente es un alimentador de fondo, pero ocasionalmente lo hace en aguas poco profundas o en la superficie, donde se alimenta con frecuencia de insectos terrestres que caen accidentalmente al agua.

Las crías son zooplánctófagas, se alimentan de noche y en el fondo, también se alimentan en la superficie, especialmente los individuos jóvenes. Los bagres de canal más pequeños consumen más dípteros que cualquiera de los demás tamaños.

En cautiverio acepta bien el alimento balanceado y cualquier desperdicio vegetal o animal: sobras de comida, salvado, oleaginosas y la harina de granos de cereal.

### **Comportamiento bajo cultivo**

El bagre es un organismo que se ha adaptado al cautiverio, bajo condiciones de alta densidad y alimentación artificial. Como se conocen sus requerimientos nutricionales, existen varias marcas comerciales que ofrecen alimentos para todas sus etapas de desarrollo, desde la reproducción hasta la engorda. En cuanto a las enfermedades, están bien reconocidas y la mayoría de ellas pueden controlarse si se detectan a tiempo. En cuanto a las modalidades de cultivo, éstas se pueden llevar a cabo en estanques rústicos y de concreto, canales de corriente rápida, jaulas, etcétera.

### **Tecnobiológicas**

- La obtención de crías de bagre a partir de su adquisición a granjas del norte del país que lo producen, específicamente por el caso de Hidalgo en Tamaulipas, ofrece disponibilidad suficiente para sostener producción bajo cultivo en pequeña o gran escala comercial.
- El bagre presenta una tasa de crecimiento de 1.2 a 1.5 gramos/día, y puede alcanzar un peso de 350 g en 6.0 meses.
- El bagre es una especie que dispone de una tecnología de cultivos de alto rendimiento totalmente integrado y dominado en todas sus fases.

## Sanidad acuícola

Los problemas existentes sobre sanidad piscícola se agravan aun más debido (1) al mal manejo de las especies; (2) al transporte de crías y reproductores de una entidad federativa a otra ocasionando la transfaunación de organismos patógenos; (3) a la introducción de peces provenientes de otros países sin estudio sanitario previo, o bien, (4) al adoptar peces silvestres como sementales sin conocer la susceptibilidad que poseen para transmitir enfermedades.

En nuestro país se cuenta con diversas regulaciones que permiten reducir los riesgos de introducción de enfermedades en los cultivos de peces y otras especies acuáticas como son:

La Norma Oficial Mexicana NOM-010-PESC-1993, que establece los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura u ornato, en el territorio nacional, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 16 de Agosto de 1994, y

La Norma Oficial Mexicana **NOM-011-PESC-1993**, que regula la aplicación de cuarentenas, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables, en la importación de organismos acuáticos vivos en cualquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura y ornato en los estados unidos mexicanos vigente desde el 16 de Agosto de 1995.

Entre otros requisitos de índole legal y administrativa se le exige al importador la presentación de un certificado sanitario de origen, es el documento mediante el cual la autoridad competente en materia de sanidad acuícola del país en donde se les extrajo del medio natural o cultivo la especie o especies, certifica que los organismos a importar se encuentran libres de enfermedades o en su caso certificado sanitario de procedencia es el documento mediante el cual la autoridad competente certifica la calidad sanitaria de los productos previo a su ingreso al territorio nacional.

### 2.2.3 Descripción de obras y actividades principales del proyecto

#### **B) Para unidades de producción a construirse en tierra (Granjas, laboratorios, unidades de estanquería, etc)**

Los detalles del diseño de la obra se presentan en los planos respectivos a cada una de las áreas. Se destaca con especial atención al sistema hidráulico y a la red de desagüe, dadas las características particulares del modelo de alta intensidad a emplear, el cual demanda de una tasa de recambio del 100% por cada una a dos horas, para cada estanque a efecto de permitir la intensidad del cultivo.

### B.3 Granjas para el cultivo intensivo (diques, estanquería o canales de corriente rápida).

a) **Número y características de construcción de las unidades de cultivo.**

- 1 Obra de toma
- 1 Línea de conducción
- 2 Filtros (Entrada y salida)
- 4 Estanques de crianza
- 16 Estanques de engorda
- 1 Casa habitación-oficina-bodega
- 1 Cercado perimetral

b) **Estanques de pre-engorda, engorda, aclimatación y manejo sanitario, canal de abastecimiento, dren de descarga, canales de distribución y cárcamo de bombeo.**

- **Estanques de crianza.-** esta sección estará conformada por 4 estanques de 1.50 x 5.00 x 0.80 m., de muro de tabique, reforzados con castillos y cadenas. La tubería de salida será de PVC de 6" de diámetro y un tubo de PVC de 6" a manera de sifón. El volumen de cada tanque será de 6.0 m<sup>3</sup>.
- **Estanques de Engorda.-** esta sección estará conformada por 16 estanques de 6.5 de diámetro X 1.0 m., de muro de tabique, reforzados con castillos y cadenas. La tubería de salida será de PVC de 6" de diámetro y un tubo de PVC de 6" a manera de sifón. El volumen de cada tanque será de 33 m<sup>3</sup>.
- **Línea de conducción.-** La línea de conducción se propone a través de canal de concreto armado con una sección de 0.30 x 0.30m con una longitud total de 3.0 m para llegar a la zona donde se ubicará el filtro, teniendo una longitud total de 40.0m. La infraestructura hidráulica proyectada (canales, tubos, desagües), permite que la operación de llenado y/o vaciado de los estanques se logre en forma independiente

c) **Estructuras para el control de organismos patógenos y evitar fugas de organismos.**

- **Filtro entrada.-** Con el propósito de eliminar sólidos en suspensión se tiene contemplado un filtro mecánico a base de tezontle grueso, grava y arena, construido a base de muros de tabique reforzados con castillos y cadenas. La tubería de salida será de PVC de 6" de diámetro. Tendrá una dimensión de 7.0 x 1.5 x 1.0m.
- **Filtro salida.-** Con el propósito de eliminar sólidos y materia orgánica en suspensión se tiene contemplado un filtro combinado (mecánico y biológico) a base de grava, construido a base de muros de tabique reforzados con castillos y cadenas. La tubería de salida será de PVC de 10" de diámetro. Tendrá una dimensión de 8.0 x 8.0 x 0.60m.

d) **Características de las obras de toma y de descarga, particularmente relacionadas con la protección a diversos componentes del ambiente potencialmente afectados con su construcción y con la operación de una unidad de producción.**

- **Obra de toma.-** La obra de toma se construirá a base de mampostería con una dimensión de 3.10 x 4.00m en la base; de 0.60 x 4.00m en la corona; y 2.20m de altura.

- **Filtro se salida.-** Esta ésta diseñada para mitigar los efectos derivados de la alimentación de los organismos bajo cultivo se construirá a base de muros de block con castillos y pisos de concreto, con una capa de piedra o tezontle de ¾”.
- **Obra de descarga.-** Después del filtro combinado las aguas se reincorporará al sistema por medio de tubería de tubo PVC sanitario.

#### 2.2.4 Descripción de obras y actividades provisionales y asociadas

Para la infraestructura de apoyo se requerirá de 53.04 m<sup>2</sup> para la construcción de las siguientes obras:

- **Casa habitación-oficina-bodega.-** Se construirán a base de muro de tabique, castillos y cadenas y losa de concreto (ver planos para detalles específicos de cada proyecto)
- **Cercado perimetral.** Se empleara malla ciclón en el perímetro (ver planos para detalles específicos de cada proyecto)

#### 2.2.5. Descripción de obras provisionales del proyecto.

Construcción de bodega de materiales y habitación para velador, como es tradicional esta se habilitara con los mismos materiales que se destinaran para la obra, es decir de tabique apilado para conformar los muros y techo de lamina de galvanizada, la cual será retirada al término de la obra, la obra se plantea construir con dos frentes: obras relacionadas con infraestructura productiva y asociadas al proyecto, para que conforme sean utilizados los materiales se pueda hacer uso de la casa – bodega – oficina.

## 2.3 Programa de trabajo

### 2.3.1. Programa general de trabajo

Este programa será seguido por las diferentes agrupaciones, de acuerdo a la disponibilidad de sus recursos financieros que serán suministrados por las instancias correspondientes. Las fechas de inicio de obra y operaciones se harán de conocimiento, mediante oficio dirigido a la SEMARNAT.

Cuadro.31

| Actividad                                       | MESES |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
|---|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
|   | 1     | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| <b>Selección del sitio</b>                      |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Selección del sitio                             |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| <b>Preparación del sitio</b>                    |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Limpieza del área de maleza                     |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| <b>Acondicionamiento de áreas</b>               |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Despalme y limpieza de terreno                  |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| <b>Construcción</b>                             |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Construcción de infraestructura de apoyo        |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Construcción de estanquería                     |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Construcción de sistema de llenado y de desagüe |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Pruebas pre – operacionales                     |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| <b>Operación y mantenimiento</b>                |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Aclimatación de crías                           |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Siembra de crías                                |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Engorda comercial                               |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Biometrías de peces                             |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Monitoreo de parámetros fisicoquímicos          |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Ajuste de tasas alimenticias                    |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Alimentación de peces                           |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Limpieza  |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Cosecha del producto generado                   |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Comercialización del producto generado          |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Mantenimiento de infraestructura productiva     |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Control de patógenos                            |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Reparto de utilidades                           |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Retroalimentación del grupo de trabajo          |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| Evaluación del proyecto                         |       |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |

### 2.3.2 Descripción de actividades de acuerdo a la etapa del proyecto

Construcción de infraestructura de producción y de apoyo

#### 1. Selección del sitio

Actividad inherente a la ubicación que el proyecto tendrá dentro de los predios con que cuentan las diferentes sociedades, con el propósito de que este reúna las mejores condiciones en cuanto a topografía, distancia con respecto a la fuente de abastecimiento de agua, así como de descarga y el cual represente el área en la que menos impactos al ambiente se generen tanto con la construcción como operación del proyecto. En este sentido, los sitios seleccionados corresponden a predios con uso del suelo agrícola, que dada su superficie solo es apto para agricultura de autoconsumo, dada la baja rentabilidad que tendría cualquier actividad agropecuaria que de manera extensiva se quisiera realizar.

Para ejecutar esta etapa de selección se tomaron en cuenta los siguientes criterios (1) Selección documental (2) Selección detallada y (3) Selección final. Muestra los pasos para la elección del sitio.

- Selección documental

Consistió en la recopilación de información relacionada con los aspectos medioambientales y socioeconómicos del área de estudio, además de realizar recorridos físicos iniciales.

- Selección detallada

Obtención de información de calidad y cantidad de agua, distribución y abundancia de especies, tipo de suelo, así como la evaluación económica y financiera del proyecto.

- Selección final

Una vez analizados todos los elementos antes señalados se eligió el sitio propuesto para el proyecto.

#### 2. Preparación del sitio

- Limpieza del área de vegetación secundaria

Este punto consistirá en organizar el grupo de trabajo con el cual se preparara el sitio, realizando la limpieza del área que nos interesa para instalar la infraestructura productiva y de apoyo, la vegetación desplazada será mínima ya que el terreno que se pretende utilizar ya fue impactado por el uso de la agricultura, por lo que únicamente se acondicionará para el fin que se propone.

#### 3. Acondicionamiento de áreas

Este punto consistirá en acondicionar el área con detalle removiendo y nivelando áreas en tierra y determinado profundidades para colocación de infraestructura.

- Despalme y limpieza de terreno

Con respecto a este concepto solo se llevará a cabo la limpieza del terreno en las áreas contempladas para llevar a cabo la construcción de la estanquería.

#### 4. Construcción

- Construcción de infraestructura de apoyo

Como ya se ha indicado se aprovechará como tradicionalmente se usa, los materiales propios de la obra, para habilitar la bodega y habitación del velador de la obra.

- Construcción de estanquería

En esta fase se considera la excavación de cepas para la cimentación de la obra, compactación del área que ocupara la estanquería, previo a la construcción de pisos de la estanquería, posteriormente se procederá al levantamiento de muros, dallas de cerramiento, castillos, vertedores, aplanados, hasta conformar a la estanquería de acuerdo a las especificaciones constructivas del proyecto.

- Construcción de sistema de llenado y de desagüe.

Esta actividad contempla la construcción de caja captadora de agua, filtro y tendido de la red de abastecimiento de agua a través de tubería de PVC hidráulico. Asimismo, la habilitación de la red de drenaje a base de tubería de PVC sanitario, registros para control de las aguas servidas y filtro para controlar la descarga de materia orgánica al ecosistema.

- Pruebas pre – operacionales.

Previo a iniciar la operación de la granja se llevarán a cabo pruebas que permitan detectar posibles fallas que repercutan en la operación de la granja.

#### 5. Operación del proyecto

- Siembra de estanquería

Esta es una de las principales etapas operacionales de proyecto, ya que no solo se debe contar con la infraestructura adecuada para recibir a los organismos a cultivar, sino contar con el adecuado volumen de agua, alimento de acuerdo a la talla de los organismos, llevar a cabo las medidas profilácticas para evitar la presencia de patógenos y parásitos en el cultivo, como puede ser el encalado de paredes y piso de los estanques y posterior secado y exposición de los mismo al sol. Esta etapa del proceso productivo se inicia con la siembra de trucha arco iris con organismos con una talla de 5.0 a 10.0 cm., de acuerdo a la disponibilidad que haya en el mercado.

- Engorda comercial

Esta se inicia cuando los organismos de trucha arco iris tienen una talla de 15.0 cm., para el caso particular de este proyecto, hasta alcanzar un peso promedio de 350.0 grs., en cuatro a cinco meses de cultivo.

- Alimentación de organismos bajo cultivo

Se sustentará en los muestreos morfométricos que se realicen a efecto de aplicar las tablas de alimentación propuestas por el fabricante, a efecto de suministrar la cantidad adecuada de alimento balanceado, el cual será del tipo flotante para minimizar el posible subconsumo del mismo. Independientemente de lo anterior, se suministrará el alimento observando si éste es consumido por los organismos bajo cultivo, ya que muchas veces este puede variar de acuerdo a las condiciones medio ambientales y a situaciones de estrés que puedan tener los peces.

- Realización de muestreos biológicos y físico – químicos del agua.

Actividad fundamental que nos indica el estado que guarda el cultivo, en el caso de los biológicos estos se llevaran a cabo de manera mensual.

**Cuadro 32.** Los parámetros físicos- químicos a evaluar.

| <b>Parámetro</b>                    | <b>Periodo</b>      |
|-------------------------------------|---------------------|
| Oxígeno disuelto                    | Mañana y tarde      |
| Porcentaje de saturación de oxígeno | Mañana y tarde      |
| Salinidad                           | Mañana y tarde      |
| Alcalinidad                         | Una vez al semestre |
| Dureza                              | Una vez al semestre |
| Amonia                              | Una vez al semestre |
| Nitrito                             | Una vez al semestre |
| Temperatura del agua                | Mañana y tarde      |
| Temperatura ambiente                | Mañana y tarde      |

- Limpieza

Aspecto fundamental, ya que de él depende el buen estado sanitario de instalaciones y por consecuencia de los organismos bajo cultivo, esta actividad se realizará al menos una vez a la semana por estanque. En las instalaciones de apoyo como lo es la bodega – oficina será una actividad cotidiana.

- Cosecha

Una vez que los organismos alcanzan su talla se procederá a llevar a cabo su cosecha, esto se llevará a cabo con red chinchorro y de cuchara para facilitar la captura y minimizar el estrés a los organismos.

- Comercialización.

Esta se realizará una vez concluida la etapa anterior y tendrá tres modalidades; producto fresco entero, eviscerado y vivo.

- Mantenimiento mayor de la infraestructura y equipo.

Una vez concluido el ciclo de cultivo se procederá a la limpieza de la estanquería ocupada y en su caso reparación, procediendo a su vaciado total, limpieza, revisión de

estructuras. En cuanto al equipo se procederá a realizar el mantenimiento preventivo de acuerdo a lo que establezca los manuales de operación de los equipos.

- Control de patógenos y enfermedades.

Se fundamenta en las Buenas Practicas de Producción Acuícola, dentro de ellas se establece que los organismos que se adquieran cuenten con un Certificado Sanitario, que el sitio se encuentre libre de patógenos, para ello se recomienda antes de realizar la introducción de organismos en la estanquería de la granja se lleve a cabo como medida profiláctica el encaldo y su secado al sol, periódicamente llevar a cabo baños de sal y mantener limpias las instalaciones de cultivo de acuerdo al programa que para ello se establezca.

- Recambio del volumen de agua.

Considerando que la fuente de abastecimiento de agua es a partir de un arroyo y que su gasto varía de acuerdo a la época del año, el diseño de la granja se basó en permitir cuanto menos un recambio del volumen de agua en cada estanque por lo menos una vez cada hora, así mismo se considera la reutilización del agua hasta por tres veces (estanquería en rosario)

- Medidas para mejorar la calidad del agua de descarga.

Construcción de filtro combinado (Mecánico y biológico a la salida de la estanquería.

### 2.3.3 Etapa de abandono del sitio.

Dadas las características del proyecto que buscan generar empleos e ingresos a los integrantes de la sociedad, por parte de ellos no se vislumbra esta posibilidad, ya que la continuidad del proyecto estará a cargo de las generaciones subsecuentes a los socios originales.

Más bien se establecerá un programa de mantenimiento preventivo y de rehabilitación de la infraestructura productiva, de manera anual y cada diez años para cada caso.

### 2.3.4 Otros insumos (la información a continuación presentada se considera que es la misma para cada uno de los proyectos)

Dentro de las sustancias que se pueden considerar tóxicas se tienen las siguientes:

**Cuadro 33.**

| Nombre             |                  | Tóxica | Estado físico | Cantidad   |           |                  |         |
|--------------------|------------------|--------|---------------|------------|-----------|------------------|---------|
| Común              | Técnico          |        |               | Almacenada | Utilizada | Mensual          | Anual   |
| Sal                | Cloruro de Sodio | No     | Sólido        | 120 Kg.    | 240 Kg.   | 40 kg. Bimestral | 360 Kg. |
| Cal                | Óxido de Calcio  | No     | Sólido        | 100 Kg.    | 600 kg.   | 50 kg.           | 700 kg. |
| Oxitetraciclina    | Oxitetraciclina  | No     |               | 100gr.     | */        |                  |         |
| Sulfato de cobre   | Sulfato de cobre | Si     |               | 100gr.     | */        |                  |         |
| Verde de malaquita |                  | Si     |               | 200 gr.    | */        |                  |         |
| Formol             |                  | Si     | Formaldehído  | 2 lt.      | */        |                  |         |

\*/ Sustancias en las que su uso dependerá de la presencia de patógenos o parásitos

## 2.4 Requerimiento de personal e insumos

### 2.4.1. Personal

**Cuadro 34.**

| Puesto                         | No. De Empleos | Tipo de contratación |       | Tiempo de empleo |     |     |     | Turnos |   |   |
|--------------------------------|----------------|----------------------|-------|------------------|-----|-----|-----|--------|---|---|
|                                |                | TEMPORAL             | PERM. | DÍAS             | SEM | MES | AÑO | M      | V | N |
| <b>ÁREA ADMINISTRATIVA</b>     |                |                      |       |                  |     |     |     |        |   |   |
| Administrador del proyecto     | 1              |                      |       |                  |     |     |     |        |   |   |
| <b>ÁREA DE CONSTRUCCIÓN</b>    |                |                      |       |                  |     |     |     |        |   |   |
| Jornaleros*                    | 50             |                      |       |                  |     |     |     |        |   |   |
| Operador de maquinaria*        | 2              |                      |       |                  |     |     |     |        |   |   |
| Pangueros*                     | 2              |                      |       |                  |     |     |     |        |   |   |
| <b>ÁREA TÉCNICA DE TRABAJO</b> |                |                      |       |                  |     |     |     |        |   |   |
| Técnico                        | 1              |                      |       |                  |     |     |     |        |   |   |
| Auxiliar Técnico*              | 4              |                      |       |                  |     |     |     |        |   |   |

Mano de obra calificada a ser utilizada durante las etapas de Preparación del sitio y construcción.

\* **Socios**

**Cuadro 35.** Mano de obra calificada a ser utilizada durante las etapas de operación y mantenimiento

| Puesto                       | No. de empleos | Tipo de contratación |            | Tiempo de empleo |         |     |     | Turnos |   |   |
|------------------------------|----------------|----------------------|------------|------------------|---------|-----|-----|--------|---|---|
|                              |                | Temporal             | Permanente | días             | semanas | mes | año | M      | V | N |
| <b>ÁREA ADMINISTRATIVA</b>   |                |                      |            |                  |         |     |     |        |   |   |
| Administrador General        | 1              |                      |            |                  |         |     |     |        |   |   |
| Técnico                      | 1              |                      |            |                  |         |     |     |        |   |   |
| Auxiliar Técnico             | 4              |                      |            |                  |         |     |     |        |   |   |
| <b>ÁREA DE MANTENIMIENTO</b> |                |                      |            |                  |         |     |     |        |   |   |
| Pescadores*                  | 50             |                      |            |                  |         |     |     |        |   |   |

\* **Socios**

### 2.4.2. Alimentos y fertilizantes:

- Fuente de abastecimiento: INDUSTRIAS ALICON, S.A DE C.V.
- Forma de almacenaje: Bodega de tipo provisional
- Manejo y formas de presentación: Costales de 10 a 25 Kg.
- Tipo de alimento: 45%,35% y 30% de proteína
- Índice de conversión alimenticia (ICA): 1.1/1.0
- Evaluación del fósforo por ciclo: 6.11 kg./TM/ de alimento
- Evaluación del nitrógeno: 29.52 kg./TM de alimento

### 2.4.3 . Energía y combustibles

De acuerdo a las características y alcances del proyecto se requerirá de una fuente de energía eléctrica, con la finalidad de realizar trabajos de construcción de infraestructura acuática, para ello se utilizara una toma casera de luz la cantidad de suministro no considerara un gasto excesivo por este servicio.

Para trasladar y operar el proyecto se requiere de combustibles gasolina Magna Sin y aditivos para motor a gasolina y motores fuera de borda. Las cantidades están de acuerdo a las actividades que se realicen para operar el proyecto y serán adquiridos en las gasolineras más cercanas al proyecto.

### 2.4.4. Generación, manejo y disposición de residuos, descargas y control de emisiones

Etapas de preparación del sitio y construcción los tipos y volúmenes de residuos no peligrosos que se generaran serán:

- De materiales, volumen generado: 7 m<sup>3</sup>
- Orgánicos, volumen generado: 4 m<sup>3</sup>
- Cortes de madera y hojas de madera utilizada fabricación de infraestructura.
- Residuos alimenticios.

Reutilizables y/o reciclables, volumen generado 250 kg.

- Papel y cartón producto de empaque.
- Plásticos producto de materiales construcción de jaulas.
- Trozos de varilla, Soldadura, envases, entre otros.

Los residuos sólidos no peligrosos generados en estas etapas, serán acopiados en un tambo de 200 lts de manera temporal, en un área dispuesta dentro del almacén.

La recolección será llevada a cabo en un vehículo particular y será dispuesta donde señale la autoridad competente.

De acuerdo al tipo de proyecto y a los alcances se prevé que los residuos generados provocados por el alimento balanceado no consumido y los excrementos de los peces, sean desplazados por la buena dinámica que presenta el sistema, lo que genera que el sistema se renueve continuamente, estos residuos se desplazaran hacia los filtros donde se recolectaran y serán empleados como abono orgánico en los cultivos.

### III. VINCULACIÓN CON LOS ORDENAMIENTOS JURÍDICOS APLICABLES EN MATERIA AMBIENTAL Y EN SU CASO, CON LA REGULACIÓN DE USO DEL SUELO.

#### 3.1 Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo.

A continuación se indican las diferentes Unidades de Gestión Ambiental asignadas para cada proyecto acuícola, en base al Ordenamiento Ecológico del Estado.

##### 3.1.1 San Juan, Santa Catarina y San Miguel, Mpio. Acaxochitlan.

UGA V.- Este valle con altura media de 2,200 msnm, en una superficie de 1,856.1 km<sup>2</sup> está formado por basaltos, vulcanitas y en parte con aluvios, con pastizales, agricultura de riego y temporal, sobre feozem háplico y calcárico, vertisoles, rendzinas y litosoles; la actividad y uso predominante es el agrícola, pero también se localizan algunas ciudades grandes del Estado, Tulancingo y Ciudad Sahagún con un acelerado crecimiento urbano-industrial. Se comunica por un eje principal a la Ciudad de México, lo cual implica una influencia muy importante para su crecimiento socioeconómico, los cambios de uso del suelo y por ende, los problemas ambientales. Abarca los municipios de Emiliano Zapata, Apan, Tepeapulco, Tlanalapa, Almoloya, Singuilucan, Cuauhtepic, Santiago Tulantepec, Tulancingo, **Acaxochitlán**, Metepec y Agua Blanca.

**Cuadro.36**

| Unidad geoecológica   | Principales problemas   | Políticas ecológicas | Potenciales                                    | Uso propuesto  |
|---|---|----------------------|--|--|
| 2.3.4. Mesetas, altiplanos y valles volcánicos (1700-3000m) formados por basaltos y vulcanitas en parte cubiertos por aluvios con agricultura temporal, pastizales, agricultura de riego y matorral xerófilo sobre feozem háplico y calcárico, vertisoles, rendzinas y litosoles. | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitada diversificación productiva</li> <li>• Sobreexplotación de acuíferos</li> <li>• Erosión</li> <li>• Sequía</li> <li>• Conurbación</li> <li>• Descargas industriales</li> <li>• Inundaciones</li> <li>• Crecimiento económico desproporcionado</li> <li>• Fuerte presión sobre recursos naturales</li> <li>• Deforestación</li> <li>• Migración</li> <li>• Afectación del paisaje</li> </ul> | Aprovechamiento      | Agrícola<br>Pecuario<br>Ecológico<br>Turístico | <p>Predominante Agricultura</p> <p>Compatible Ganadería Ecológico Turismo alternativo</p> <p>Condicionado Infraestructura Asentamientos humanos Minero</p> |

##### 3.1.2 San Pedrito, Mpio. Agua Blanca.

UGA VII.- Unidad de montañas de 1,400 a 2,000 msnm, en una superficie de 435.7 km<sup>2</sup> con calizas, lutitas, areniscas, basaltos y tobas ácidas, con pinares, pino-encinares y encinares y focos de agricultura de temporal, sobre feozem háplico y calcárico, litosoles, vertisoles, regosoles y rendzinas. La extracción de minerales que aquí se lleva a cabo deberá contar con una regulación rigurosa y el

aprovechamiento forestal, deberá contar con un sistema de manejo adecuado. Abarca los municipios de Metepec, Agua Blanca, Tenango y San Bartolo.

**Cuadro.37**

| Unidad geocológica   | Principales problemas  | Políticas ecológicas | Potenciales                                | Uso propuesto   |
|--|--|----------------------|--|---|
| Montañas altas (1700-2500 m) estructuro-denudativas, formadas por calizas cristalinas y en ocasiones lutitas con bosque mesófilo, pinares naturales densos, pinencinares, pastizales y focos de agricultura temporal sobre rendzinas, litosoles y regosoles eúctico. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Fuerte presión sobre recursos naturales</li> <li>Deforestación</li> <li>Explotación no regulada de minerales no metálicos</li> <li>Explotación inadecuada de recursos forestales</li> <li>Zona de expulsión poblacional</li> <li>Crecimiento económico bajo</li> <li>Marginación</li> </ul> | Conservación         | Agrícola<br>Pecuario<br>Forestal<br>Minero | Predominante Forestal<br><br>Compatible Turismo alternativo Ecológico<br><br>Condicionados Agrícola Pecuario Minero Infraestructura Asentamientos humanos |

### 3.1.3 San Simón, Mpio Tepehuacán (UGA XIV)

La zona de estudio pertenece a la unidad de gestión UGA XIV, esta se caracteriza por se una unidad montañosa de 1,000 a 2,500 msnm, en una superficie de 517.7 km<sup>2</sup> formada por calizas, lutitas y areniscas, con bosque mesófilo de montaña, donde se han identificado en los estudios importantes elementos de riqueza faunística y florística; destaca el interés de la Comisión Nacional de Biodiversidad por sujetarse como un área natural protegida. Abarca parte de los municipios de Xochicoatlán, Molango, Juárez Hidalgo, Tlahuiltepa, Tepehuacán, Chapulhucán, Tlanchinol, Calnali y Tianguistengo.

**Cuadro.38**

| Unidad geocológica   | Principales problemas   | Políticas ecológicas | Potenciales  | Uso propuesto  |
|--|---|----------------------|--|--|
| Montañas medias (1,000-1,700 m) estructuro-denudativas, formadas por calizas, lutitas y areniscas con bosque mesófilo de montaña natural y modificado, pastizales y agricultura de temporal sobre litosoles, rendzinas y feozem háplico y calcárico. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Escasa infraestructura de comunicación</li> <li>Contaminación de corrientes de agua</li> <li>Marginación</li> <li>Fuerte presión sobre recursos naturales</li> <li>Migración alta</li> <li>Baja cobertura de servicios de agua entubada y drenaje</li> </ul> | Protección           | Agrícola<br>Pecuario<br>Forestal<br>Minero<br>Ecológico<br>Turístico | Predominante Áreas Naturales Protegidas<br><br>Compatible Turismo alternativo Ecológico Flora y fauna<br><br>Condicionado Agricultura Ganadería Minero Infraestructura Asentamientos humanos |

### 3.1.4 Criterios y recomendaciones ecológicas para las Unidades de Gestión Ambiental anteriormente indicadas.

#### Acuicultura (Ac)

1. En la acuicultura se prohíbe la utilización de especies transgénicas.
2. No se permite la acuicultura en cuerpos de agua naturales.
3. No se permite la acuicultura donde existan ecosistemas o habitats únicos en su género, áreas sujetas a restauración ambiental o zonas de interés arqueológico, ceremonial o religioso.
4. Se dará preferencia al cultivo de especies nativas.
5. No se permite la introducción de especies exóticas donde existan especies incluidas en la NOM- ECOL-059-1994.
6. No se permite la creación de estantería de asfalto sobre lagunas y cuerpos de agua naturales.
7. No se permite crear proyectos acuícola en sitios donde el agua disponible tenga un nivel de contaminación fisicoquímica y microbiológica que rebasen los niveles definidos en las NOM ecológicas aplicables.
8. La obtención de agua para los cultivos acuícola deberá garantizar la permanencia de los patrones geohidrológicos.
9. No se permite el desvío y/o modificación de cauces de ríos.
10. Solo se permite la acuicultura en manantiales, si ésta, utiliza las especies ahí existentes y además se evita la afectación de los ecosistemas acuáticos.
11. Las aguas de retorno de los cultivos acuícola deberán cumplir con la NOM-001-ECOL-1996.
12. Se deberán llevar registros de los procesos de alimentación, medicación y fertilización en granjas semintensivas e intensivas, que servirá de base para una auditoria ambiental.
13. La extensión, tipo y manejo de estanques para la acuicultura, dentro de las Áreas Naturales Protegidas, deberá de estar debidamente normada y autorizada como una Unidad de Manejo Sustentable (UMA).
14. No se permite dentro de Áreas Naturales Protegidas, la descarga de agua de recambio sin tratamiento proveniente de los proyectos de acuicultura.
15. No se permite la introducción de especies exóticas para la acuicultura extensiva dentro de Áreas Naturales Protegidas.
16. En la acuicultura se promoverá la sustitución de especies exóticas por especies nativas.
17. Solo se permite la acuicultura extensiva.
18. Sólo se permite la acuicultura de especies exóticas por medio de encierros rústicos.
19. El área ocupada por cultivos en encierros no deberá exceder el 20% de las presas o lagunas.
20. Solo se permite la instalación de encierros rústicos elaborados con material de la región y el uso de mampostería se restringirá a la creación de cimientos para su instalación.
21. En los encierros que aprovechen cuerpos de agua temporales, se podrán introducir especies exóticas de rápido crecimiento, siempre que no tengan la capacidad de migrar vía terrestre de un cuerpo de agua a otro o que los ejemplares y huevecillos puedan sobrevivir en el lecho del cuerpo de agua desecada, tomando las medidas necesarias para evitar que los alevines migren aguas abajo.
22. Previo a la época de lluvias y a la aplicación de cal en los cuerpos de agua temporales aprovechados en la acuicultura, deberá evitarse el asolvamiento removiendo los sedimentos para aprovecharlos como mejoradores de suelos agrícolas.
23. En el caso del cultivo de especies exóticas se dará preferencia a las variedades estériles y/o aquellas que no tengan capacidad para trasladarse vía terrestre de un cuerpo de agua a otro.
24. No se permite la acuicultura.
25. Durante el período de secas se extraerán los sedimentos limosos del fondo de las áreas adyacentes a los encierros, para evitar su asolvamiento y poder aprovecharlos como mejoradores de suelos agrícolas.
26. Sólo se permite la acuicultura intensiva con jaulas flotantes en cuerpos naturales de agua.
27. En la introducción de especies exóticas para la acuicultura, se deberá llevar a cabo la instalación de infraestructura que impida la fuga de organismos en cultivo.
28. Se permite la construcción de bordos cercanos a los ríos, siempre y cuando el flujo de agua desviado no exceda el 15% y no afecte significativamente los procesos hidrológicos e hidrobiológicos.
29. Los productos del dragado de estanques, deberán ser tratados y depositados en sitios donde no formen bordos que interrumpan el flujo superficial de agua y que no azolven los canales naturales, las lagunas y los cauces de arroyos o ríos.
30. El material excavado y/o dragado que no se utilice para la construcción de los terraplenes de los estanques y canales, deben esparcirse uniformemente en sitios donde no formen bordos que interrumpan el flujo superficial de agua y que no azolven los canales naturales.
31. No se permite disponer de agua en la acuicultura en pozos de absorción.

32. No se permite la extracción de agua para la actividad acuícola semintensiva e intensiva en sitios en donde ésta se extraiga para el consumo humano.
33. Se llevará un monitoreo periódico para evitar que la acuicultura contribuya significativamente en la eutrofización del cuerpo de agua receptor de las descargas de recambios y en las modificaciones de la diversidad biológica asociada.
34. En la etapa de abandono del proyecto, se deberá efectuar una restauración del sitio consistente en el retiro de la infraestructura, el restablecimiento de los flujos de agua originales y una reforestación con especies nativas.

#### **Pesca (Pe)**

35. El desarrollo de la actividad pesquera estará sujeto a una autorización, de preferencia asociados en cooperativas.
36. El desarrollo de la pesca comercial estará sujeto a manifestación de impacto ambiental y a las regulaciones ambientales establecidas.
37. Se fomentará la reproducción y liberación de especies nativas.
38. Se prohíbe el depósito de desperdicios producto de la actividad pesquera sobre cuerpos de agua.

### **3.2 Áreas Naturales Protegidas**

En el siguiente cuadro se indica la relación de las diferentes áreas de los proyectos acuícolas en relación a las Áreas Naturales Protegidas del Estado.

**Cuadro.39**

| <b>Proyecto</b> | <b>Área Natural de incidencia</b> | <b>Área Natural afectada por el agua de la Granja Acuícola.</b> | <b>Área Natural próxima</b>  |
|-----------------|-----------------------------------|---|--|
| San Miguel      | No incide                         | No afecta   | Reserva Forestal de la Presa de Necaxa.                                      |
| San Juan        | No incide                         | No afecta   | Reserva Forestal de la Presa de Necaxa.                                      |
| San Pedrito     | No incide                         | No afecta   | Reserva Forestal de la Presa de Encasa y Reserva de la Biósfera de Metztlán. |
| San Simón       | No incide                         | No afecta   | Reserva de la Biosfera de Tlanchinol (en propuesta por la CONABIO)           |
| Santa Catarina  | No incide                         | No afecta   | Reserva Forestal de la Presa de Necaxa.                                      |

### **3.3 Información sectorial.**

#### **Lineamientos de la SAGARPA en pesca y acuicultura**

##### **Objetivo**

- Promover el desarrollo sustentable de la pesca y acuicultura, impulsando obras de infraestructura, fortaleciendo las organizaciones de productores.
- Promover un programa estatal de dragados en esteros y lagunas, con el objeto de rehabilitar zonas de pesca.
- Impulsar la creación de la infraestructura necesaria para los procesos de industrialización de los productos de pesca y acuicultura.

- Promover obras de desazolve en canales de navegación y muelles de atraque, así como obras de estabilización de bocas y escolleras.
- Rehabilitar los centros de recepción de productos pesqueros existentes y generación de nuevas unidades ubicadas en puntos estratégicos, para integrar una red de frío.
- Fomentar, previo estudio de factibilidad, la creación de laboratorios de producción de larvas y centros piscícolas, incidiendo en especie no tradicionales para la diversificación de la acuicultura.
- Promover la creación de una red de monitoreo estatal de calidad del agua con un laboratorio central.
- Apoyar la pesca ribereña.

### 3.4. Análisis de los instrumentos jurídico - normativos

**Cuadro.40**

| Leyes  |
|--|
| <b>Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente</b> Art. 28 Fracción XII de la LGEEPA<br><b>Ley de Pesca</b> Art.3 <sup>o</sup> inciso VIII. |

**Cuadro.41**

| Reglamentos   |
|---|
| Reglamento en Materia de Impacto Ambiental Art. 5 Inciso U. de la LGEEPA Reglamento de la Ley de Pesca<br>Capitulo III Art.114. |

**Cuadro 42.** Normatividad del sector pesquero.

| Normas                          |  |                      |                           |
|---------------------------------|--|----------------------|---------------------------|
| Norma                           | Objetivo   | Fecha de publicación | Fecha de entrada en vigor |
| <b>010 – PESC. – 1993</b>       | Establecer los requisitos sanitarios para la importación de organismos acuáticos vivos en cualquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura u ornato en el territorio nacional.   | Agosto 16 de 1994    | Agosto 17 de 1994         |
| <b>011 – PESC. – 1993</b>       | Regula la aplicación de cuarentena, a efecto de prevenir la introducción y dispersión de enfermedades certificables y notificables, en la importación y movilización de organismos acuáticos vivos en cualquiera de sus fases de desarrollo, destinados a la acuicultura y ornato en los Estados Unidos Mexicanos. | Agosto 16 de 1994    | Agosto 17 de 1994         |
| Normas para la sanidad acuícola |  |                      |                           |
| Norma                           | Objetivo   | Fecha de publicación |                           |
| <b>020 – PESC. – 1994</b>       | Acredita las técnicas para la identificación de agentes patógenos causales de enfermedades en los organismos acuáticos vivos cultivados, silvestres y de ornato en México.   | Diciembre 7 de 1994  |                           |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|   |   |                             |                             |
|---|---|-----------------------------|-----------------------------|
| <b>021 – PESC. – 1994</b>                           | Regula los alimentos balanceados, los ingredientes para su elaboración, los productos alimenticios no convencionales, utilizados en la acuicultura y el ornato, importados y nacionales, para su comercialización y consumo en la República Mexicana. | Enero 20 de 1995            |                             |
| <b>022 – PESC. – 1994</b>                           | Establece las regulaciones de higiene y su control, así como la aplicación del sistema de análisis de riesgos y control de puntos críticos en las instalaciones y procesos de las granjas acuícolas.  | Enero 26 de 1995            |                             |
| <b>Normas para el fomento sanitario</b>             |   |                             |                             |
| <b>Norma</b>  | <b>Objetivo</b>   | <b>Fecha de publicación</b> |                             |
| <b>089 – ECOL. - 1994</b>                           | Proyecto de NOM que establece los límites máximos posibles de contaminantes en las descargas residuales a cuerpos receptores provenientes de las actividades de cultivo acuícola.   | Septiembre 20 de 1994       |                             |
| <b>Norma Conservación de los Recursos Naturales</b> |   |                             |                             |
| <b>Norma</b>  | <b>Objetivo</b>   | <b>Fecha de Aprobación</b>  | <b>Fecha de Publicación</b> |
| <b>NOM-059-ECOL-2001</b>                            | Especies y subespecies de Flora y Fauna Silvestre terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, las sujetas a protección especial, especificaciones para su protección.   | 7 de septiembre del 2001    | 6 de Marzo de 2002          |

### 3.5 Uso actual del suelo en el sitio del proyecto

En las siguientes tablas se indican los diferentes usos de suelo reconocidos para cada área del proyecto.

#### San Juan, Mpio. Acaxochitlan.

**Cuadro.43** Uso actual del suelo (Fuente: OET del Estado de Hidalgo)

| Usos del suelo                      | Clave  | A | B | C | D | E |
|-------------------------------------|--------|---|---|---|---|---|
| Agrícola                            | Ag     | 1 |   |   |   |   |
| Pecuario                            | P      |   | X |   |   |   |
| Forestal                            | Fo     | 2 |   |   |   |   |
| Pesquero                            | Pe     |   |   |   |   |   |
| Acuícola                            | Ac     | 4 |   | X |   |   |
| Asentamientos humanos <sup>1</sup>  | Ah     |   |   |   |   |   |
| Infraestructura                     | If     |   |   |   | X |   |
| Turístico                           | Tu     | 3 | X |   |   |   |
| Industrial                          | In     |   |   |   |   |   |
| Minero                              | Mi     |   |   |   |   | X |
| Conservación ecológica <sup>2</sup> | Ff, Cn |   | X |   |   |   |

1 Incluye localidades urbanas, suburbanas y rurales.; 2 Incluye las categorías Flora y fauna (Ff) y Corredor natural (Cn).

3 Incluye áreas naturales protegidas, zonas de interés histórico y cultural, y zonas de protección especial.; (\*) Por estar próximo a gasoducto.

A. Uso actual del suelo en el sitio del proyecto y su área de influencia. Si hay varios tipos de uso del suelo, indicarlos con números enteros positivos y en orden de prioridad (1 para el de mayor prioridad, 2 para el que sigue, y así sucesivamente).

B. Uso(s) del suelo permitido(s) en el sitio o área del proyecto, de acuerdo con los instrumentos normativos y de planeación. Señalarlo(s) con una X en el renglón que corresponda.

C. Uso(s) del suelo propuesto(s) por el proyecto. Señalarlo(s) con una X en el renglón que corresponda.

D. Uso(s) del suelo condicionado(s) o restringido(s) de acuerdo con los instrumentos normativos y de planeación. Señalarlo(s) con una X en el renglón que corresponda.

E. Uso(s) prohibido(s) del suelo de acuerdo con los instrumentos normativos y de planeación. Señalarlo(s) con una X en el renglón que corresponda.

**San Miguel, Mpio. Acaxochitlan.**

**Cuadro44a.** Uso actual del suelo (Fuente: OET del Estado de Hidalgo)

| Usos del suelo                      | Clave  | A | B | C | D | E |
|-------------------------------------|--------|---|---|---|---|---|
| Agrícola                            | Ag     | 1 |   |   |   |   |
| Pecuario                            | P      | 2 | X |   |   |   |
| Forestal                            | Fo     |   |   |   |   |   |
| Pesquero                            | Pe     |   |   |   |   |   |
| Acuícola                            | Ac     |   |   | X |   |   |
| Asentamientos humanos <sup>1</sup>  | Ah     |   |   |   | X |   |
| Infraestructura                     | If     |   |   |   | X |   |
| Turístico                           | Tu     | 3 | X |   |   |   |
| Industrial                          | In     |   |   |   |   |   |
| Minero                              | Mi     |   |   |   |   | X |
| Conservación ecológica <sup>2</sup> | Ff, Cn | 4 | X |   |   |   |

**Santa Catarina, Mpio. Acaxochitlan.**

**Cuadro 44b.** Uso actual del suelo (Fuente: OET del Estado de Hidalgo)

| Usos del suelo                      | Clave  | A | B | C | D | E |
|-------------------------------------|--------|---|---|---|---|---|
| Agrícola                            | Ag     | 2 |   |   |   |   |
| Pecuario                            | P      | 3 | X |   |   |   |
| Forestal                            | Fo     |   |   |   |   |   |
| Pesquero                            | Pe     |   |   |   |   |   |
| Acuícola                            | Ac     | 1 |   | X |   |   |
| Asentamientos humanos <sup>1</sup>  | Ah     |   |   |   |   |   |
| Infraestructura                     | If     |   |   |   | X |   |
| Turístico                           | Tu     | 4 | X |   |   |   |
| Industrial                          | In     |   |   |   |   |   |
| Minero                              | Mi     |   |   |   |   | X |
| Conservación ecológica <sup>2</sup> | Ff, Cn | 4 |   |   |   |   |

**San Pedrito, Mpio. Agua Blanca.**

**Cuadro 45.** Uso actual del suelo (Fuente: OET del Estado de Hidalgo)

| Usos del suelo                      | Clave  | A | B | C | D | E |
|-------------------------------------|--------|---|---|---|---|---|
| Agrícola                            | Ag     | 1 |   |   | X |   |
| Pecuario                            | P      | 3 |   |   |   |   |
| Forestal                            | Fo     | 2 |   |   | X |   |
| Pesquero                            | Pe     |   |   |   |   |   |
| Acuícola                            | Ac     | 4 |   | X |   |   |
| Asentamientos humanos <sup>1</sup>  | Ah     |   |   |   | X |   |
| Infraestructura                     | If     |   |   |   | X |   |
| Turístico                           | Tu     |   | X |   |   |   |
| Industrial                          | In     |   |   |   |   |   |
| Minero                              | Mi     |   |   |   |   | X |
| Conservación ecológica <sup>2</sup> | Ff, Cn |   | X |   |   |   |

**San Simón, Mpio Tepehuacán**

**Cuadro.46** Uso actual del suelo (Fuente: OET del Estado de Hidalgo)

| Usos del suelo                      | Clave  | A | B | C | D | E |
|-------------------------------------|--------|---|---|---|---|---|
| Agrícola                            | Ag     | 1 | X |   | X |   |
| Pecuario                            | P      | 2 |   |   | X |   |
| Forestal                            | Fo     | 3 |   |   |   |   |
| Pesquero                            | Pe     |   |   |   |   |   |
| Acuícola                            | Ac     |   |   | X |   |   |
| Asentamientos humanos <sup>1</sup>  | Ah     |   |   |   | X |   |
| Infraestructura                     | If     |   |   |   | X |   |
| Turístico                           | Tu     | 5 |   |   |   |   |
| Industrial                          | In     |   |   |   |   |   |
| Minero                              | Mi     |   |   |   |   |   |
| Conservación ecológica <sup>2</sup> | Ff, Cn | 4 | X |   |   |   |

## IV. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA AMBIENTAL Y SEÑALAMIENTO DE LA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DETECTADA EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

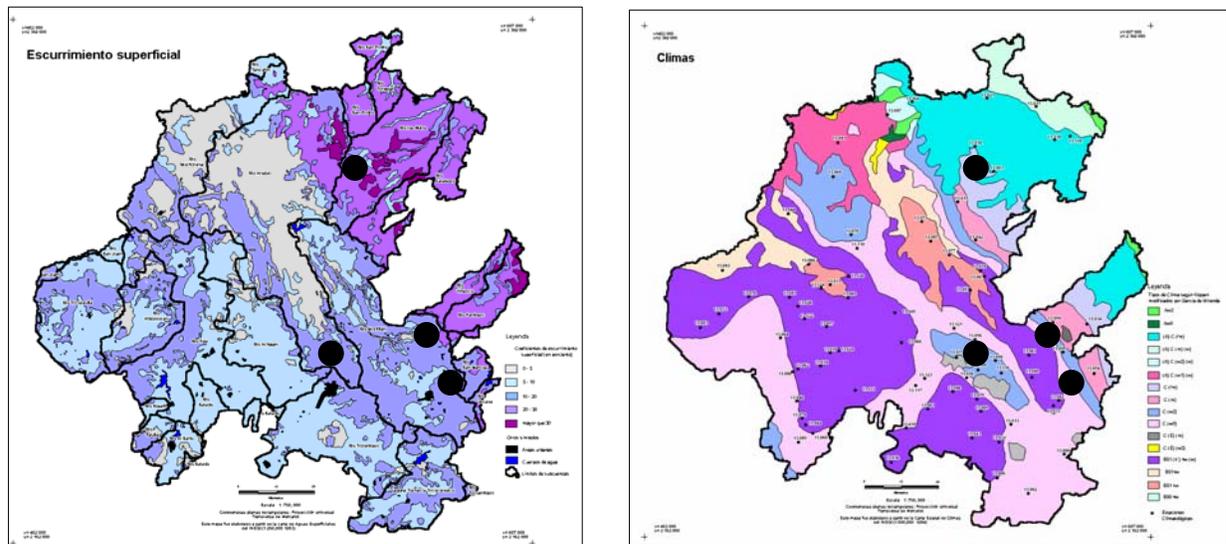
### 4.1. Delimitación del área de estudio

El “Estudio de Ordenamiento Ecológico Territorial del Estado de Hidalgo” (COEDE, 1999) que aún no se encuentra decretado, establece a partir de las características e interacciones de los elementos naturales que componen el territorio hidalguense, diversas unidades geoecológicas (unidades del paisaje), definiendo para ello clases, tipos, grupos y especies.

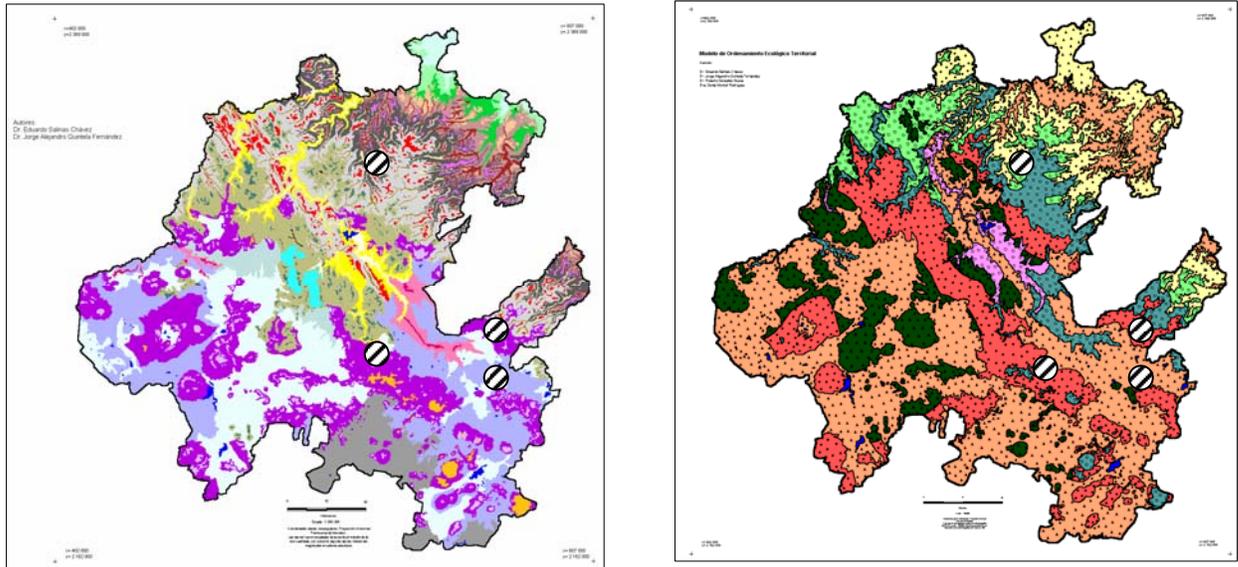
La estructura clasificativa de la unidad geoecológica de la zona, se obtuvo a partir de la identificación de unidades del relieve y la superposición de mapas físicos, y se define de la siguiente forma:

**Cuadro.47**

|              |   |
|--------------|---|
| CLASE 2.     | Alturas, Altiplanos y Montañas  |
| TIPO 2.2.    | Altiplanos, Mesetas y Montañas Semicálidas y Templadas  |
| GRUPO 2.2.7. | Montañas templadas (2000 – 3500 m) formados por basaltos, en ocasiones con aluviones y valles alpinos con bosques de coníferas, agricultura de temporal, sobre regosol eurico, cambisol húmico y feozemháplico. |



**Figura.** Mapas del estado de Hidalgo indicando la ubicación de las áreas de los proyectos en referencia a sus condiciones hidrográficas y climáticas (COEDE, 1998)



**Figura.** Ubicación del área del proyecto en las diferentes unidades geológicas reconocidas en el estado (propuesta de Ordenamiento Ecológico, COEDE, 1998)

## 4.2. Caracterización y análisis del sistema ambiental.

### 4.2.1. Delimitación del área de estudio (proyectos San Miguel, San Pedrito, Santa Catarina y San Juan)

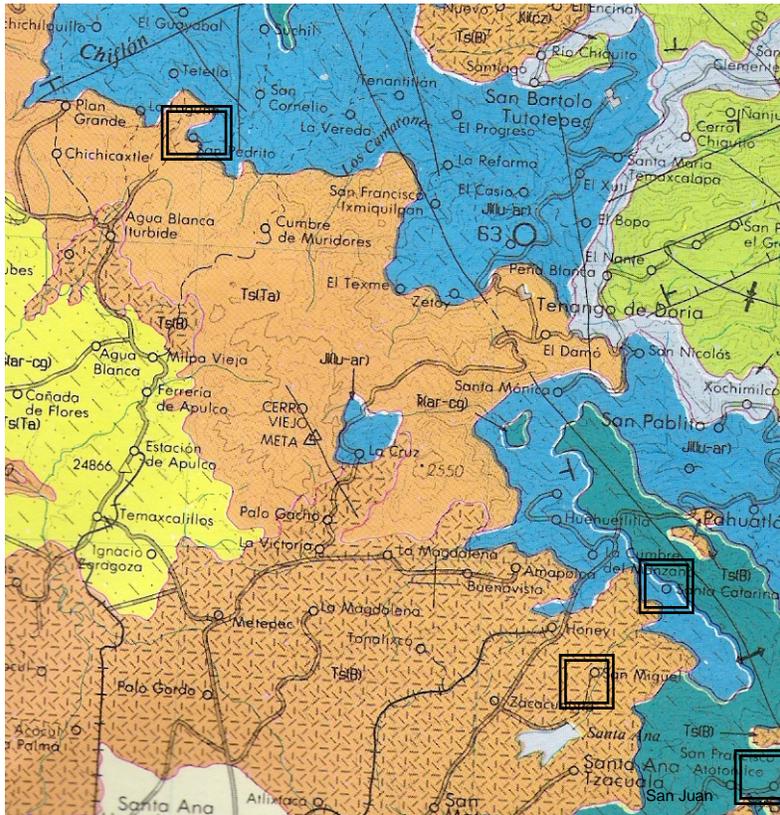
#### 4.2.1.1 Clima

El clima más característico de esta formación pertenece al tipo C de la clasificación de Koeppen, que corresponde al grupo de climas templados húmedos (temperatura media del mes más frío entre  $-3$  y  $18$  °C y la más caliente  $> 6.5$  °C) para el área del proyecto prevalecen condiciones catalogadas como C(w), que corresponde al clima templado subhúmedo con lluvias en verano,  $10 < \text{lluvia invernal} < 5$  de la anual, precipitación del mes más seco  $< 40\text{mm}$ .

La precipitación media anual nunca es inferior a los  $1,000\text{mm}$ , comúnmente pasa de  $1,500\text{mm}$ . El número de meses secos varía de 0 a 4. El denominador común de casi todos los sitios en que se desarrolla este tipo de vegetación son las frecuentes neblinas y la consiguiente humedad atmosférica. La temperatura media anual varía de  $12$  a  $23$  °C y en general se presentan heladas en los meses más fríos.

#### 4.2.1.2 Geología y Geomorfología

Las características litológicas y estructurales de las rocas que afloran en las provincias que cubren al estado de Hidalgo, indican que hubo diferentes eventos geológicos de tipo orogénico, que asociados al volcanismo y al relleno de cuencas oceánicas dieron carácter estructural a la entidad. La Sierra madre Oriental tuvo su desarrollo sobre estructuras (cuerpos geológicos deformados) precámbricas y



**Figura.** Localización de las comunidades donde se desarrollan los proyectos.

paleozoicas, sobre las cuales se encuentran rocas mesozoicas que forman pliegues de diferentes tipos y orientaciones. En Hidalgo el carácter estructural de esta cordillera es acentuado por pliegues complejos recostados hacia el noreste y grandes fallas de empuje (cobijaduras), que han arrancado de raíz fragmentos del basamento precámbrico y paleozoico, e imbricado la secuencia mesozoica subyacente.

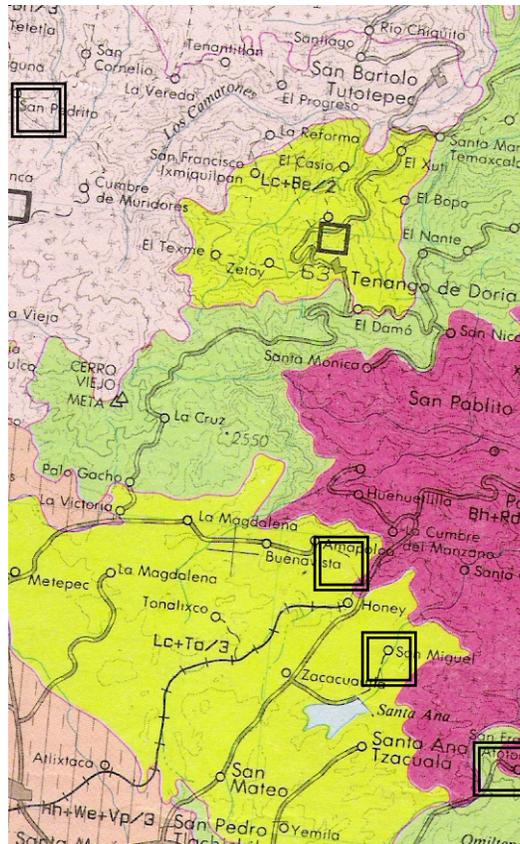
Los predios se encuentra en la provincia fisiográfica denominado eje neovolcánico y esta considerada en la subprovincia llanuras y sierras de Querétaro e Hidalgo, compuesta de lomeríos de colinas redondeadas y como resultado se tiene para los predios una meseta con topografía plana y laderas fuertemente accidentada originado por una depresión en el lado este, colindante con el río Totolapa, de acuerdo a la carta estatal regionalización fisiográfica escala 1:500000 conocida localmente como sierra de hidalgo, localizado físicamente en la parte este del municipio de Acaxochitlán, Hgo. Dicho predios se encuentra ubicado a una altura sobre el nivel del mar que va de 1960 a 2100 metros.

Los predios las componen rocas sedimentarias y volcano sedimentarias, compuestas de areniscas - conglomerado unidad correspondiente al Triásico. Formada por la sucesión de rocas clásticas continentales; y el conglomerado contiene clastos de calizas, margas e ígneas extrusivas de formas subangulosas y subredondeadas

El intemperismo que presenta va de somero a profundo y el fracturamiento en algunos afloramientos es moderado. Esta representada morfológicamente por mesetas bajas de extensión reducida. De acuerdo a la carta geológica escala 1:250 000.

#### 4.2.1.3 Edafología

Según la clasificación FAO-UNESCO modificada por DETENAL la unidad de suelo que se define para los predios es la siguiente: suelo predominante Litosol calcarico (Lc), Cambisol húmico (Bh) y suelo secundario Regozol districo (Rd) de acuerdo a la carta estatal suelos escala 1:250000.



**Figura.** Tipos de suelo para las diferentes localidades de los proyectos.

#### 4.2.1.4 Hidrología Superficial

Los predios se ubican en la región hidrológica n° 27 "río Tuxpan-Nautla" el aprovechamiento de los recursos hidrológicos se realiza casi en su totalidad en los estados de Puebla y Veracruz por ubicarse en el extremo sureste de la entidad, hace que los escurrimientos que se llegan a constituir drenen hacia el Golfo de México. Así mismo en esta porción se localiza la cuenca río Cazonez (27 C) Al estado le corresponde una porción pequeña de esta cuenca 197.25 km<sup>2</sup>.

La porción del estado ubicada dentro de la región hidrológica No. 27, en sus tres cuencas Río Tecolutla (B), Río Cazones (C) y Río Tuxpan (D) tiene índice uniforme de escurrimiento de rango 2, con lámina media de escurrimiento de 1000 a 500 mm, que le da características de subhúmeda. La temperatura media anual oscila entre 16° y 18° C y la precipitación total anual de 1,500 a 2,000 mm.

#### 4.2.1.5 Vegetación

La vegetación que se encuentra en la zona corresponde a la del bosque mesófilo de montaña que en el territorio nacional tiene una distribución limitada y fragmentaria, este tipo de bosque tiene como límite máximo inferior los 600 msnm y máximo superior de 2,700 msnm, su límite altitudinal superior no depende tanto de la temperatura sino de la humedad, más arriba lo puede sustituir el bosque de *Abies*, si el clima se mantiene suficientemente húmedo (1998, Rzedowski).

La flora que se encuentra en la zona del proyecto corresponde a diversas especies del genero *Quercus*, y en menor proporción *Pinus*, *Alnus* y *Liquidambar*. Dentro de la vegetación que se describe para estas zonas encontramos epifitas formando asociaciones variadas, en las cuales abundan tantos líquenes, musgos y pteridofitas, como también fanerógamas, principalmente de la familia Piperacea, Bromeliaceae y Orchidaceae. Los musgos también están representados cubriendo ramas de árboles y arbustos, así como hongos y líquenes.

De acuerdo a la clasificación Rzedowski vegetación de México, los predios corresponde a bosque que son comunidades arbóreas propias de clima templado frío húmedo, se conforman por pocas especies dominantes con predominio del genero *Pinus patula* y *Quercus* sp. La cual compete como especies climax, sin embargo, el *Pinus patula* poseen características sobresalientes en adaptabilidad de establecerse directamente sobre suelo denudado, o en fases sucesionales herbáceas o arbustivas pioneras. Por la importancia económica y ecológica de la especie *Pinus patula*. Morfología y disposición de sus hojas aspectos que difícilmente pueden confundirse con otros tipos de vegetación y el conjunto de los pinares se conforman una unidad ecológica, existen notables diferencias entre una especie y otra, de ahí que se mencionen algunas características de la especie dominante. La comunidad de esta especie requiere mas de 1000 mm de precipitación anual distribuido de 7 a 11 meses esta especie tiene la capacidad para invadir rápidamente las áreas desprovistas de vegetación, formando una comunidad muy densa que impide el desarrollo de otras comunidades. En cambio los bosques de *Pinus patula*, la regeneración de esta especie son escasa o nula y abundan plantas de encinos y ailes que desplazan esta especie con el tiempo. Así mismo esta especie forman bosques altos y extensos entre 1800 y 2500 m en la sierra madre oriental (Tamaulipas a Oaxaca) franja en que se encuentran ubicados los predios. También en sitios en donde tiene influencia significativa de neblina durante todo el año.

Los predios objeto del estudio, el bosque presenta tres niveles de estratos bien definidos y son el arbóreo, el arbustivo y el herbáceo como a continuación se menciona:

En general el tipo de vegetación que sustenta la superficie de los predios es un bosque que se clasifica de acuerdo con el INEGI como un bosque de pino, con la presencia de tres estratos: superior, medio e inferior que corresponden, el primero al estrato arbóreo con presencia exclusiva del género *Pinus*, un escaso segundo piso a especies latifoliadas, y el tercero corresponde al sotobosque constituido por especies arbustivas y herbáceas.

El estrato arbóreo llega a alcanzar alturas de 30 metros y diámetros de más de 50 cm, características que conjugadas a las especies que se presentan hacen a este macizo forestal, susceptible al cultivo comercial. El estrato medio presenta especies que no rebasan los 20 m de altura ni los 35 cm de diámetro; y el piso inferior no rebasa alturas de 5 m.

Para los predios en referencia y de acuerdo al catálogo de especies raras, amenazadas y en peligro de extinción y sus endemismos. No se detectaron ninguna especie de protección especial en el área.

**Cuadro.48**

| Estrato  | Nombre científico  | Nombre común  |
|----------|--|---|
| Superior | <i>Pinus patula</i><br><i>Pinus teocote</i>  | Ocote colorado<br>Ocote chino   |
| Medio    | <i>Quercus microphilla</i><br><i>Quercus laurina</i><br><i>Alnus arguta</i><br><i>Crataegus pubescens</i><br><i>Buddleia cordata</i>   | Encino<br>Encino<br>Aile<br>Tejocote.<br>Tepozan  |
| Inferior | <i>Bacharis conferta</i><br><i>Baccharis heterophylla</i><br><i>Solidago velutina</i><br><i>Eupatorium ligustrinum</i><br><i>Pinguicula caudata</i><br><i>Senecio angulifolius</i><br><i>Fragaria indica</i><br><i>Muhlenbergia macrorura</i><br><i>Salvia elegans</i><br><i>Rubus palmeri</i><br><i>Drynaria sp.</i><br><i>Dryopteris sp.</i> | Jarilla<br>Escoba.<br>Escobilla<br>Chichitlaco<br>Violetilla<br>Senecio<br>Morilla<br>Zacatón<br>Salvia<br>Zarzamora.<br>Pezma. |

#### 4.2.1.6 Fauna

La fauna registrada y observada en esta zona corresponde a las siguientes especies:

**Cuadro.49**

| Nombre científico                    | Nombre común |
|--------------------------------------|--------------|
| <b>MAMÍFEROS</b>                     |              |
| <i>Didelphis marsupiales</i>         | Tlacuache    |
| <i>Silvilagus cunicularis</i>        | Conejo       |
| <i>Sciurus aureogaster</i>           | Ardilla      |
| <i>Dasyus novemcinctus</i>           | Armadillo.   |
| <i>Artibeus aztecus</i>              | Murciélago   |
| <i>Urocyon cinereoargenteus</i>      | Zorra.       |
| <i>Pappogeomys merriami merriami</i> | Tuza.        |
| <i>Procyon sp</i>                    | Mapache      |
| <i>Urocyon sp</i>                    | Zorra        |
| <b>AVES.</b>                         |              |
| <i>Cathartes aura</i>                | Zopilote     |
| <i>Buteo sp</i>                      | Gavilán      |
| <i>Carpodacus mexicanus</i>          | Gorrión      |
| <i>Rhinoptynx (=Asio) stigius</i>    | Búho         |
| <i>Cytonyx montezumae</i>            | Codorniz     |

|                             |                    |
|-----------------------------|--------------------|
| <i>Cathartes aura</i>       | Zopilote           |
| <b>REPTILES.</b>            |                    |
| <i>Crotalus triseriatus</i> | Víbora de cascabel |

**Especies de valor comercial.**

Dada la superficie y la cercanía a los centros de población no se observaron especies que se puedan considerar como comerciales.

**Especies de interés cinegético.**

No existen en el interior de los predios.

**Especies amenazadas o en peligro de extinción.**

De las especies mencionadas no están catalogadas como especies amenazadas o en peligro de extinción. \*Especies listadas en la Norma Oficial Mexicana **NOM-059-ECOL-2001**

**g) Tipo, características, homogeneidad, distribución y continuidad de las unidades ambientales (ecosistemas y/o sociosistemas)**

**Zonas de importancia ecológica**

El área geográfica que se considero en la evaluación se determinó basándose en los alcances del proyecto. Se incluyeron las áreas a ocuparse y su influencia, incluyendo las que se encuentran aguas abajo.

Los efectos adversos de calidad ambiental son los que resultaron de la acción que lleva al deterioro de aquellas características ambientales que se consideran deseables. Cada uno de los impactos benéficos y adversos es evaluado y mostrado. Esto requiere el uso de criterios específicos para describir el impacto de modo que puedan ser comparados las diversas alternativas de desarrollo. En todos los casos la importancia del impacto dependió de la naturaleza del distintivo ambiental que recibe el impacto y de la naturaleza de la acción impactante. Estos casos fueron evaluados según la cantidad, la calidad, la influencia humana, la singularidad, el deterioro, la reversibilidad y la importancia.

**A continuación se enumeran los siguientes componentes frágiles detectados en el área de influencia del estudio.**

1. Evolución de los usos del suelo
2. Crecimiento de la población
3. Calidad de agua
4. Disposición de residuos líquidos y sólidos

#### 4.2.1.7 Aspectos socioeconómicos.

##### Población

La población municipal actual de acuerdo al Censo General de Población y Vivienda 2000 es de 35,121 habitantes, quienes principalmente son niños y jóvenes, pues se nota un gran descenso de población en edad madura y avanzada. Considera un grado de marginalidad alto en quince localidades y muy alta en nueve de ellas

**Cuadro.50**

|                                 | Población |        |        |        | Proyección |        |
|---------------------------------|-----------|--------|--------|--------|------------|--------|
|                                 | 1980      | 1990   | 1995   | 2000   | 2005       | 2010   |
| <b>Total</b>                    | 26,293    | 31,832 | 33,208 | 36,978 | 38,185     | 35,662 |
| Participación relativa estatal  | 1.7       | 1.7    | 1.7    |        |            |        |
| Tasa de crecimiento media anual |           | 1.98   |        | 1.52   |            |        |
| Densidad poblacional            | 116       | 141    | 147    | 164    |            |        |

##### Población por edad.

**Cuadro.51**

| Edad     | Total | Hombres | Mujeres |
|----------|-------|---------|---------|
| 0 - 4    | 5,017 | 2562    | 2455    |
| 5 - 9    | 5,422 | 2711    | 2711    |
| 10 - 14  | 4,931 | 2501    | 2430    |
| 15 - 19  | 4,329 | 2087    | 2242    |
| 20 - 24  | 3,575 | 1665    | 1910    |
| 25 - 29  | 2,698 | 1284    | 1414    |
| 30 - 34  | 2,272 | 1074    | 1198    |
| 35 - 39  | 1,896 | 903     | 993     |
| 40 - 44  | 1,485 | 712     | 773     |
| 45 - 49  | 1,197 | 541     | 656     |
| 50 - 54  | 1,024 | 476     | 548     |
| 55 - 59  | 830   | 384     | 446     |
| 60 - 64  | 660   | 300     | 360     |
| 65 - 69  | 511   | 231     | 280     |
| 70 - 74  | 441   | 199     | 242     |
| 75 - 79  | 330   | 157     | 173     |
| 80 - 84  | 187   | 84      | 103     |
| 85 y más | 174   | 69      | 105     |

Se tiene en el municipio una población indígena de 12,633 personas, de las cuales únicamente hablan lengua indígena 1,179. (Censo INEGI, 2000).

### **Viviendas, servicios de drenaje y energía eléctrica**

Hasta hace algunos años, Acaxochitlán tenía un total de viviendas de 5,805 con un promedio de habitantes en ellas de 5.7, en donde la mayoría es propiedad privada. Sin embargo, presenta un gran avance en electricidad. La construcción de sus viviendas está hecha a base de block y tabique, pero también en gran medida utilizan el adobe y láminas resistentes para sus techos, así como el petatillo.

La cobertura de sus servicios básicos era muy escasa, sobre todo en drenaje, donde la mayoría de las casas carecían del servicio. Sin embargo, presenta un gran avance en electricidad

### **Educación**

La mayor parte de la población del municipio se encuentra alfabetizada, cuenta con la infraestructura educativa a nivel preescolar, primario, secundario y bachillerato; aunque en éste último existe un alto índice de deserción. Además cuenta con dos bibliotecas públicas, once laboratorios, tres talleres y ochenta y ocho planteles que le ayudan a ser más eficiente el aprendizaje debido a que hay más aulas con menos alumnos, dándoles mayor atención a cada uno de ellos, así mismo cuenta con escuelas de educación primaria indígena, aunque aún falta mucho por hacer en este rubro.

Según el INEGI, 2000 de la población que habitan el municipio 7,807 son hombres y 4,518 son mujeres alfabetas, 1,114 son hombres y 4,477 son mujeres analfabetas.

**Cuadro.52**

|                    | Hombres | Mujeres |
|--------------------|---------|---------|
| <b>Alfabetas</b>   | 7 807   | 4 518   |
| <b>Analfabetas</b> | 1 114   | 4 477   |

### **Aprovechamiento escolar**

**Cuadro.53**

|                     | INSCRITOS | EXISTENTES | APROBADOS | REPROBADOS | DESERTARON |
|---------------------|-----------|------------|-----------|------------|------------|
| <b>Preescolar</b>   | 1 181     | 1 095      | 1 059     | 35         | 86         |
| <b>Primaria</b>     | 7 783     | 7 479      | 6 800     | 679        | 304        |
| <b>Secundaria</b>   | 1 747     | 1 645      | 1 559     | 86         | 102        |
| <b>Bachillerato</b> | 234       | 186        | 83        | 103        | 48         |

### **Salud**

En Acaxochitlán existen cuatro unidades médicas pertenecientes al IMSS-SOL y siete a la SSAH, que vienen siendo escasas para el número de usuarios que demanda éstos servicios, sin contar que no existen niveles especializados, y por lo tanto, deben trasladarse a la capital del estado o a Tulancingo, municipio más cercano para ser atendidos; debido a que únicamente cuentan con servicios generales.

## Empleos

Según el INEGI, 2000 la población económicamente activa es de 10,575 habitantes de 12 años y más 10,503 esta ocupada y 119 desocupada, la población económicamente activa en el sector primario asciende 3,171; al secundario 2,696; y al terciario 4,496. De los cuales corresponde 8,174 a hombres y 2,329 a mujeres.

## Sueldos y salarios

El salario vigente, tanto para la zona rural, como para la zona urbana asciende a \$ 44.25 diarios.

## Nivel de ingresos

**Cuadro.54**

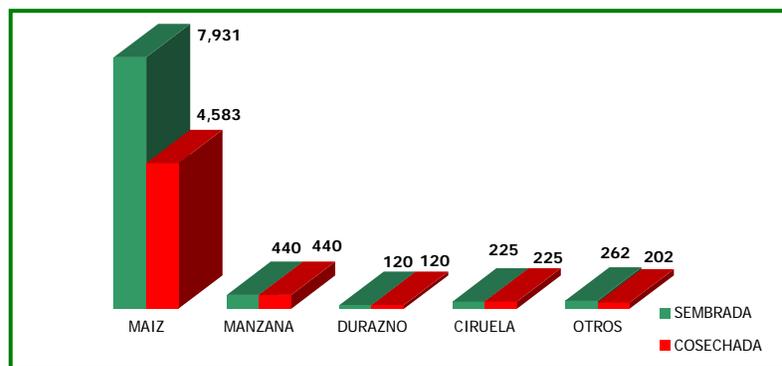
|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| Sin ingresos                       | 1,118 |
| Menos de dos salarios mínimos      | 6,982 |
| Entre dos y cinco salarios mínimos | 1,636 |
| Más de cinco salarios mínimos      | 349   |
| No especificado                    | 118   |

## Actividades económicas

### Agricultura

La agricultura es una de las actividades que más se practica en la región proporcionando ingresos económicos y fuentes de empleo a las poblaciones del municipio. La población de éste municipio, como en la mayoría del Estado vive del campo, dedicándose a la cosecha de maíz, frijol y cebada; así como también al cultivo de frutas exóticas como la ciruela, durazno y manzana.

A continuación se muestra la superficie sembrada y cosechada de los principales productos agrícolas.



**Cuadro.55**

| Volumen y valor de la producción de maíz |       |        |        |        |        |
|--|-------|--------|--------|--------|--------|
|  | 1994  | 1995   | 1996   | 1997   | 1998   |
| <b>Volumen (Tons)</b>                    | 4 826 | 10 405 | 11 257 | 9 163  | 6 843  |
| <b>Valor (miles de pesos)</b>            | 3 957 | 22 118 | 10 131 | 19 242 | 12 541 |

**Cuadro.56**

| Volumen y valor de la producción de manzana |       |       |       |       |
|---|-------|-------|-------|-------|
|   | 1994  | 1995  | 1998  | 1999  |
| <b>Volumen (Tons)</b>                       | 3 205 | 3 305 | 1 420 | 1 370 |
| <b>Valor (miles de pesos)</b>               | 3 947 | 1 663 | 1 066 | 2 585 |

### Ganadería

En Acaxochitlán se cría ganado bovino, porcino, equino y caprino, además, aves y colmenas como en cualquier otro municipio.

Según la SAGARPA, 2000. La población ganadera del municipio se integra por 6,266 bovinos, 6,600 porcinos 6,416 ovinos, 1,898 caprinos, 67,590 aves, 2,020 guajolotes y 85 colmenas.

Se tendría un volumen de producción de carne de 203.00 toneladas en bovinos; 346.00 toneladas en porcinos, 44.39 toneladas en ovino; 9.74 toneladas en caprino; y 277.00 toneladas en aves.

### Silvicultura

El aprovechamiento forestal maderable se da principalmente en el encino, oyamel, pino y cedro rojo.

**Cuadro.57**

| Volumen y Valor de la producción forestal maderable |           |         |         |         |
|---|-----------|---------|---------|---------|
|   | Pino      | Oyamel  | Encino  | Otras   |
| <b>Volumen (m<sup>3</sup> en rollo)</b>             | 3 504     | 1 047   | 2 899   | 1 905   |
| <b>Valor(miles \$)</b>                              | 1 799.919 | 442.864 | 652.318 | 399.127 |

### Pesca y acuicultura

En ésta actividad se cuenta con unidades de producción acuícola principalmente de trucha arco iris:

**Cuadro.58**

| Municipio    | Localidad      | Productor               | Producción |
|--------------|----------------|-------------------------|------------|
| Acaxochitlan | Santa Catarina | Agroecológica El Jardín | 3.0        |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|  |                |                    |     |
|--|----------------|--------------------|-----|
|  | Zacacuautla    | Tomas Santos Soto  | 5.0 |
|  | Santa Catarina | Magdaleno Vargas   | 1.0 |
|  | Tlazintla      | Martín López Villa | 1.0 |

Así como con embarcaciones y redes para la explotación en mínima escala de carpa, charal y acocil, en presas como Omiltemtl, Tejocotal y Santa Tzacuala.

### Sector secundario

En relación a la industria cuenta con la fábrica de sidra “Reyna de Asturias”, manufactura de escobas, alfarería y tejidos de lana, así como concentrado de fruta y elaboración de conservas. En cuanto a comercio se refiere ésta región cuenta con establecimientos donde se venden productos de la región, artículos de primera y segunda necesidad, y aparatos eléctricos.

### Sector terciario

#### Turismo

Sus principales atractivos turísticos tanto culturales como naturales son su capilla construida en el siglo XVIII y las presas de Tejocotal, Tzacuatla y Omiltemtl en las cuales se practica la pesca.

### Comunicaciones y Transporte

Actualmente cuenta con una infraestructura de carretera federal troncal de 27.5 km, 10 km. de alimentadores estatales, pero en su mayoría son caminos rurales, pues cuenta con 45.5 Km., La mayoría de vehículos que transitan por éstos caminos son camiones de carga y automóviles particulares, el traslado urbano y rural se realiza regularmente por medio de taxis colectivos y autobuses públicos de pasajeros, así como líneas de taxis dentro del municipio. En relación a comunicaciones cuenta con 23 localidades con servicio telefónico, una oficina de telégrafos y ocho oficinas postales, además de contar con la señal de televisión y radio.

### Vehículos, 2000

**Cuadro.59**

| Tipo de Vehículo      | Total | Público | Particular |
|-----------------------|-------|---------|------------|
| Automóviles           | 1 054 | 85      | 1 065      |
| Camiones de Pasajeros | 15    | 15      | 0          |
| Camiones de Carga     | 2 949 | 66      | 2 883      |

## 4.2.2. Delimitación del área de estudio (proyecto San Simón)

### 4.2.2.1 Climatología

De acuerdo con la clasificación climática de Köppen modificada por García, el clima de la región donde se encuentra el predio corresponde aun C (fm) que es un templado húmedo con lluvias todo el año (precipitación del mes más seco menor de 40 mm); el porcentaje de lluvia invernal es menor a 18.

### 4.2.2.2 Temperatura promedio

La temperatura en la zona del proyecto fluctúa entre los 14 y 21°C, alcanzando la temperatura máxima en el mes de Mayo. El mayor número de meses registran una temperatura promedio de entre los 17 y 20°C. En Enero y Diciembre se registran las temperaturas mínimas.

### 4.2.2.3 Precipitación promedio anual (mm)

Al analizar el mapa de Isoyetas (INEGI, 1981), en la zona de estudio, se reconoce sobre la ladera de barlovento de la Sierra Madre Oriental un área húmeda. Esta situación se genera a partir de la entrada de los vientos alisios (cálidos y húmedos) procedentes del Atlántico y del Golfo de México, que al alcanzar las laderas de la Sierra Madre Oriental que se inclinan al Golfo y enfriarse adiabáticamente deposita la mayor parte de su humedad en esa zona.

De esta forma, encontramos valores de 1,400 a 2,600 mm de precipitación media anual entre los 2,000 y 1,000 m de altitud, así como de 1,000 a 2,000 mm entre los 1,000 m y las partes más altas del parteaguas de la Sierra Madre.

En el área de estudio se registran precipitaciones de aproximadamente 600 mm, ello ocurre durante el mes de Septiembre, el otro rango de precipitación se observa durante los meses de Junio y Agosto, donde se registran cerca de 400 mm (ver climograma)

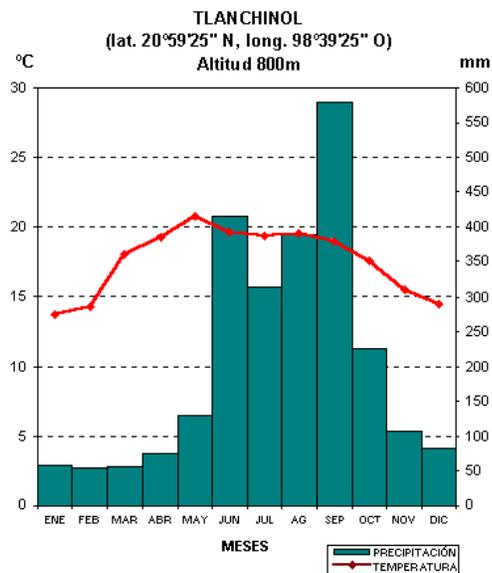


Figura. Climograma de la estación de Tlanchinol.

#### 4.2.2.4 Intemperismos severos

En la zona se presentan huracanes, los cuales son impredecibles como los ocurridos en 1988, 1990 y 1993 que causaron algunos derrumbes en las partes altas e inundaciones en las partes bajas de la zona.

Por su parte, la heladas llegan a presenta en los meses de Diciembre y Enero cuando se tienen las temperaturas más bajas. Las granizadas son escasas y se presenta durante el periodo de mayor precipitación.

**Cuadro.60-** Factores y frecuencia de intemperismos severos

| Factores de intemperismos | Frecuencia  |
|---------------------------|-------------|
| Precipitación media anual | 2,000       |
| Frecuencia de heladas     | 0-5 anuales |
| Frecuencia de granizadas  | 0-2 anuales |
| Temperatura media anual   | 12-14 °C    |

#### 4.2.2.5 Geología

En la zona se registran los siguientes elementos geológicos.

##### **Granodiorita T (Gd)**

Unidad félsica de tono gris que microscopio ofrece textura holocristalina porfídica con minerales de cuarzo, plagioclasa sódica, feldespato potasio, hornblenda biótica, esfena, apatito, tremolita-actinolita, circón y magnetita; también presenta sericita, pirita, ematita e intemperismo profundo.

Intrusiona a las calizas de Cretácico Inferior (F. El Doctor), recristalizadas de metamorfosis de contacto y al conglomerado Triásico (Formación Huizachal)

La expresión de morfológica de esta unidad corresponde a cuerpos de escasa magnitud con un relieve bajo causado por los fenómenos erosivos y que es contrastante con las unidades relacionadas.

##### **Caliza, Ki (cz)**

Esta unidad esta constituida por rocas calcáreas marinas de las formaciones El Doctor, Tamaulipas Inferior y Tamaulipas Superior, las primera caracterizada por dos facies diferentes: una facies de banco de poca profundidad conocida como "Banco de Ixmiquilpan" (K, Segerstrom, 1961) de textura calcilutítica y calcarenítica en capas medianas color gris claro con fósiles de urópodos de los géneros *Toucasia*, *Caprinuloidea*, *Monopleura* y *Eoradiolites*, gasterópodos de los géneros *Nerinea* y *Acteonella*, pelecípodos de los géneros *Chodrondenta*, *Nieta* y *Pinna*; en las calceranitas se hallan miliólidos de los géneros *Nummoloculina* y *Quinqueloculina*; la otra facies es de cuenca, compuesta por caliza de color gris oscuro en capas medianas con intercalaciones de lutitas calcáreas laminadas, lentes de pedernal negro líneas estilolíticas paralelas a la estratificación, está localmente dolomitizada.

Toda esta unidad de caliza tiene una expresión morfológica de montañas altas con constantes cantiles verticales y cañones profundos, así como de pequeños cerros redondeados.

La facies calcárea de cuenca y la de banco de la formación. El Doctor, son las rocas más distribuidas y en gran parte constituyen el cuerpo principal de la Sierra Madre Oriental.

## Susceptibilidad de la zona

**Cuadro 61-** Susceptibilidad de la zona

| Factor de riesgo                   | Descripción  | Fuente                                    |
|------------------------------------|--|---|
| Sismicidad                         | Región de baja sismicidad  | Minería de Hidalgo.                       |
| Desplazamientos                    | Se observa una pendiente de 70 %, lo que indica el alto riesgo de movimiento de tierra, además la humedad del suelo es considerable lo que aumenta la probabilidad de ocurrencia de estos fenómenos. | Recorridos de campo y datos climáticos.   |
| Posible actividad volcánica        | No se registran elementos volcánicos activos en la zona baja.  | INEGI. Carta geológica Escala: 1: 250 000 |
| Otros movimientos de tierra y roca | No se identifican.   |   |

### 4.2.2.6 Suelos.

#### Tipos de suelos presentes en el área y zonas aledañas

El predio del suelo en cuestión presenta la formula edafológica  $Re+Bh+Ho/2$ , que indica como suelo predominante el *Regosol eutrico* y como secundarios al *Cambisol humico* y *Acrisol ortico* en su mayoría son de color café oscuro y textura varia de media a fina.

Son suelos derivados de las rocas ígneas, como basalto tobas, andesitas y aglomerados.

#### Capacidad de saturación

Su coeficiente de escurrimiento porcentual se encuentra entre 20 y 30 %.

### 4.2.2.7 Hidrología

El predio de estudio se encuentra inmerso dentro de la Región Hidrológica No. 26 Panuco y la Cuenca del río Moctezuma. El drenaje superficial del área donde se encuentra el proyecto es del tipo dendrítico, producto de la topografía de las partes altas de los cerros.

Los escurrimientos naturales son continuos y sus aguas alimentan (durante las épocas de lluvia) al afluente principal del río que se localiza en las zonas más bajas de la región.

Los escurrimientos de agua de los Cerros de Santa Rosa y La Campana, La barranca de Juárez y San Lorenzo Ixtacoyotla, de la laguna de Atezca, forman el nacimiento del río Claro o de Tamala, Que su caudal sigue una orientación del Suroeste al noroeste y, que en sus márgenes se han establecido hace siglos los asentamientos humanos del municipio de Tepehuacán de Guerrero.

#### 4.2.2.8 Vegetación

En la zona de estudio se observan elementos del bosque tropical caducifolio y subhúmedo de montaña que se caracteriza por el hecho de que la mayoría de las especies arbóreas pierden las hojas durante unos tres meses, de diciembre a febrero, periodo seco a la vez que frío. Evidentemente, durante este periodo desfavorable es cuando las especies caducifolias pierden las hojas. Este bosque es denso y pluriestratificada, se distinguen las siguientes características:

- Un estrato arbóreo superior (25-30 m), cuyos elementos son caducifolios. Los árboles tienen el tronco derecho, ramificado solamente en el tercio superior, que es muy rico en epifitos. Las copas, piramidales o puntiagudas, están formadas por un follaje poco denso. Algunos árboles pueden alcanzar 1 m de diámetro en la base.
- Un estrato arbóreo inferior (de 6 a 15 m), que contiene en ciertos casos elementos perennifolios, de múltiples ramificaciones y a media altura, tienen copas más redondeadas que los del estrato superior y un follaje más denso.
- Un estrato arbustivo (de 2 a 6 m), tanto más denso cuanto más intensa es la penetración de la luz. A pesar de la cobertura del estrato arbóreo, que varía del 80 al 100%, la luminosidad a nivel del sotobosque permite el desarrollo de un estrato arbustivo relativamente denso y florísticamente variado. Hay que señalar la presencia de helechos arborescentes.
- Un estrato herbáceo caracterizado por una gran abundancia de helechos y de vegetales inferiores (briofitas, Lycopodiáceas, Selaginéláceas).
- Las lianas y, sobre todo los epifitos, son muy abundantes y particularmente visibles durante el invierno, cuando las especies arbóreas han perdido las hojas.

Desde el punto de vista fenológico, se observa:

El 80% de las especies son deciduas (*Liquidambar*, *Quercus*) a causa de la gran dominancia de liquidámbar, las poblaciones quedan despojadas de sus hojas en una proporción muy superior. Hay que hacer notar por una parte, que las diferentes especies reaccionan diferentemente a las condiciones de sequedad y, por otra parte, la misma especie puede quedar deshojada más o menos tiempo, en función de la duración y de la intensidad de ese factor limitante (y ellas mismas son variables de un año a otro).

Miranda y Sharp (1950) señalan que ciertas especies (*Liquidambar*, *Ulmus* y *Carpinus*) no son tan claramente deciduas en estas latitudes como más al Norte.

Las características de las hojas son las siguientes:

- De tipo mesófilo son 80% (*Liquidambar*, *Quercus*, *Carpinus*)
- Apice acuminado (45%) o agudo (40%)
- Simples (90%) (*Magnolia* y *Podocarpus*) o raras veces compuestas imparipinnadas.
- Dentadas (de 50 a 60%); a señalar que la hoja del liquidámbar es profundamente lobulada.
- Glabras (*Podocarpus*) o vellosas (*Weinmannia*) en idénticas proporciones.

Los troncos son generalmente rectos y las cortezas lisas (56%); 10% de los árboles, entre ellos el *Liquidambar*, segregan resinas.

Las flores son, en un 75% menor de 5 mm. Las inflorescencias son muy variadas, pero gracias a las Fagáceas y a las Betuláceas. Los amentos están bien representados.

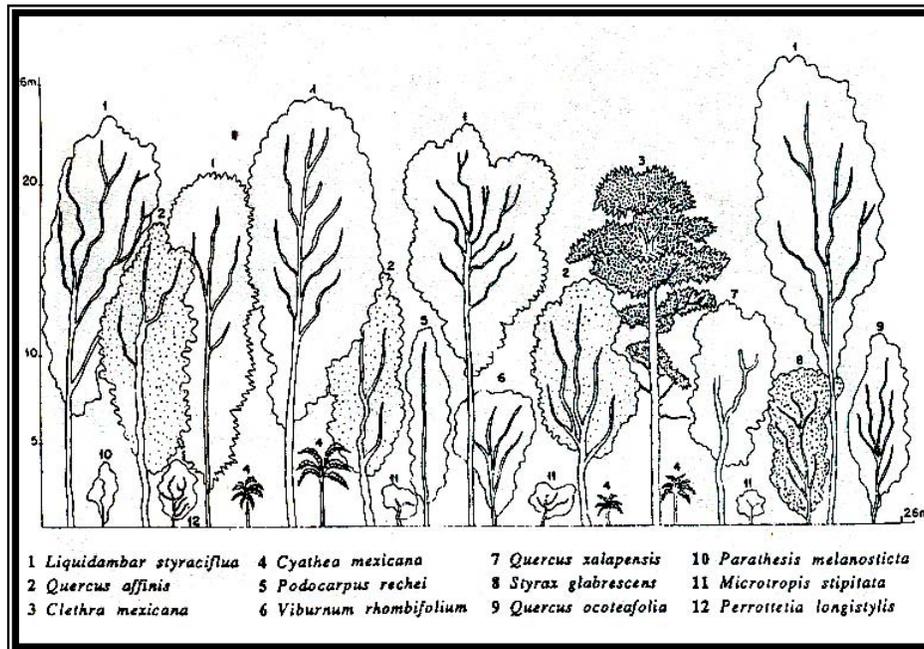
Desde el punto de vista florístico, el bosque caducifolio húmedo de montaña constituye una interesante mezcla de elementos de origen boreal y neotropical, lo que es debido al hecho de que se encuentra en zona neotropical (en el sentido de Trochain, 1972) en el límite altitudinal superior de la vegetación tropical húmeda. En este punto de transición, se observa el reemplazo progresivo en altitud de las especies neotropicales por una flora boreal.

Por ejemplo, géneros tales como *Ulmus*, *Alnus*, *Carpinus*, *Niza*, *Ostrya*, aparecen o son abundantes hacia los 1,400 m y más arriba, mientras que los géneros tales como: *Conostegia*, *Saurauia*, *Nectandra*, *Zanthoxylum* y *Trichilia*, van desapareciendo progresivamente. Esta mezcla florística se observa en todos los estratos. El estrato arbóreo, más directamente sometido a la acción del clima, es más rico en elementos boreales, mientras que el estrato arbustivo, en situación protegida, lo es más en elementos neotropicales.

Se constata también que el bosque caducifolio húmedo de montaña es florísticamente más rico y estructuralmente más complejo, en baja altitud (entre 1,000 y 800 m). La mayor variedad de especies del cortejo tropical, así como el aislamiento geográfico relativo de la flora boreal, en altitud y en esta latitud, bastan para explicar esas variaciones.

Considerando el conjunto del bosque, *Liquidambar styraciflua* es a menudo dominante y esta siempre presente. Con él, podemos citar, entre las especies más abundantes y más frecuentes:

- |                             |                           |
|-----------------------------|---------------------------|
| <i>Ainus jorullensis</i>    | <i>Ocotea klotzchiana</i> |
| <i>Carpinus caroliniana</i> | <i>Podocarpus rechei</i>  |
| <i>Clethra mexicana</i>     | <i>Quercus germana</i>    |
| <i>Magnolia schiedeana</i>  | <i>Quercus xalapensis</i> |



|                                  |                                |                              |                                   |
|----------------------------------|--------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|
| 1 <i>Liquidambar styraciflua</i> | 4 <i>Cyathea mexicana</i>      | 7 <i>Quercus xalapensis</i>  | 10 <i>Parathesis melanosticta</i> |
| 2 <i>Quercus affinis</i>         | 5 <i>Podocarpus rechei</i>     | 8 <i>Styrax glabrescens</i>  | 11 <i>Microtropis stipitata</i>   |
| 3 <i>Clethra mexicana</i>        | 6 <i>Viburnum rhombifolium</i> | 9 <i>Quercus ocoteafolia</i> | 12 <i>Perrottetia longistylis</i> |

**Figura.** Especies abundantes y más frecuentes.

En el estrato arbustivo:

**Cuadro.63**

|                                 |                               |
|---------------------------------|-------------------------------|
| <i>Citharexylum ligustrinum</i> | <i>Rapanea myricoides</i>     |
| <i>Cornus disciflora</i>        | <i>Senecio grandifolius</i>   |
| <i>Cornus excelsa</i>           | <i>Ternstroemia sylvatica</i> |
| <i>Cyathea mexicana</i>         | <i>Viburnum stellatum</i>     |
| <i>Microtropis stipitata</i>    |                               |

- El estrato herbáceo se caracteriza por una gran abundancia de helechos, entre los que están representados los siguientes géneros: *Adiantum*. *Pellaea*. *Dryopteris*. *Phleopeltis*, *Woodwardia*. *Pteridium*. *Blechnum*. *Gleichenia*, *Polypodium*. *Osmunda* y *Vittaria*.
- Entre las lianas, son muy abundantes las Esmiláceas, así como las Vitáceas (*Cissampelos*, *Vitis* spp) y algunas Aráceas.
- Los epifitos son muy abundantes; se observa:

**Cuadro.64**

|                           |                               |
|---------------------------|-------------------------------|
| <i>Anthurium aemulum</i>  | <i>Pitcaimia karwinskyana</i> |
| <i>Epidendrum</i> spp.    | <i>Tillandsia</i> spp.        |
| <i>Rhiosalis cassutha</i> |                               |

El bosque caducifolio húmedo de montaña no es homogéneo en el conjunto de la zona cartografiada. Su fenología, su estructura, su composición florística varían en función de la altitud, de la pendiente, de la exposición de los suelos. Todo ello permite distinguir diferentes grupos ecológicos caracterizados por la composición florística que traduce la variación de los parámetros mesológicos. Estos grupos ecológicos no suelen abarcar más que algunas especies características que pueden ser diferenciales o dominantes.

En el predio se observa un pastizal asociado con plantas arbustivas, principalmente *Croton*. Se pueden apreciar algunos individuos arbóreos de *Liquidambar* sp. y *Quercus* spp.

En el predio no se registran especies bajo algún estatus de protección.

#### 4.2.2.9 Fauna

Enseguida se presentan listados faunísticos de los grupos de insectos, reptiles y aves.

##### **Insecta: Psocoptera**

##### **Orden Psocoptera**

Suborden Troctomorpha  
Familia Troctopsocidae  
*Protoctopsocus enigmaticus* Mackford

Familia Liposcelidae  
*Liposcelis* sp.

Familia Caeciliidae  
*Caecilius mexicanus* Enderlein

Familia Amphipsocidae  
*Dasydemella silvestrii* Eder Lein  
*Lachesilla broadheadi* García A.  
*L. dividiforceps* García A.  
*L. fuscipalpis* Badonnel  
*L. montiucla* García

## Listado Insecta: Lepidoptera

### Papilionoide

*Pterourus – multicandata* Kirby  
*Pterourus alexiaries alexiaries* Hopff  
*Pterourus alexigres garcia*  
Roths y Jord  
*Pterourus pilumnus* Bsdv  
*Pterourus abderus abderus* Hopff

### Pieridae

*Eurema mexicana* Bsdv  
*Eurema nicippe* Cr.  
*Eucheira socialis westw.*  
*Catasticta flisa* H. SCAF  
*Catasticta nimbice nimbice* Bsdv  
*Catasticta tentila* Dbldy

### Satyridae

*Paramecera xicaque xicaque* Reak

### Heliconiidae

*Dione moneta poeyyi* Btlr

### Nymphalidae

*Polygonia g-argenteum* Dbly y hew  
*Polygonia haroldi* Dew  
*Mynphalis antiopa* L  
*Cynthia anabella* Hbn.  
*Adelpha donysa* Hew.  
*Adelpha dioclescreton* Godm. y Salv.  
*Limenitis bredowii eulalia* Dbldy y Hew.

### Lycanidae

*Cyanophrys pastor* Bltr y Dru.  
*Callophrys xami* Reak  
*Leptotes marina* Reak  
*Eumaeus debora*

### Hesperioidea

#### Hesperiidae

*Autochton cellus* Bsdv. y Lechón  
*Autochton cineta* ploetz  
*Zestusa dorus*  
*Urbanus tanna*

### Suborden Saturnidae

Familia Arctiidae  
*Chrysocale principalis*  
*Calidara obscurator*  
*Dysschema thetis*

Listado Insecta: Diptera

**Orden Diptera**

**Familia Culicidae**

**Subfamilia Anophelinae**

*Anopheles crucians* Wiedemann

*Anopheles pseudopunatipennis* Theobo

Listado de reptiles en la zona de estudio

| Orden             | Género               | Especie              |
|-------------------|----------------------|----------------------|
| Squamata          | <i>Lepidophyma</i>   | <i>gaigae</i>        |
|                   |                      | <i>gaigeae</i>       |
|                   | <i>Sceloporus</i>    | <i>jarrovi</i>       |
|                   |                      | <i>spinosus</i>      |
|                   |                      | <i>torquatus</i>     |
|                   |                      | <i>formosus</i>      |
|                   |                      | <i>jarrovi</i>       |
|                   |                      | <i>torquatus</i>     |
|                   | <i>Crotalus</i>      | <i>aquilus</i>       |
|                   | <i>Eumeces</i>       | <i>liynxe</i>        |
|                   | <i>Cnemidophorus</i> | <i>sacki</i>         |
|                   |                      | <i>gularis</i>       |
|                   | <i>Conopsis</i>      | <i>lineatus</i>      |
|                   | <i>Geophis</i>       | <i>latifrontalis</i> |
|                   | <i>Gerrhonotus</i>   | <i>Infernalis</i>    |
| <i>Phrynosoma</i> | <i>orbiculare</i>    |                      |
| Testudines        | <i>Kinosternon</i>   | <i>scorpioides</i>   |
| Anura             | <i>Leptodactylus</i> | <i>melanonotus</i>   |

Listado de aves reportadas en la zona de estudio

| Orden         | Familia     | Género              | Especie                 |
|---------------|-------------|---------------------|-------------------------|
| Passeriformes | Emberizidae | <i>Pipilo</i>       | <i>erythrophthalmus</i> |
|               |             | <i>Cardinalis</i>   | <i>cardinales</i>       |
|               |             | <i>Dendroica</i>    | <i>townsendi</i>        |
|               |             | <i>Pheucticus</i>   | <i>melanocephalus</i>   |
|               |             | <i>Myioborus</i>    | <i>pictus</i>           |
|               |             | <i>Basileuterus</i> | <i>rufifrons</i>        |
|               |             | <i>Basileuterus</i> | <i>rufifrons</i>        |
|               |             | <i>Junco</i>        | <i>phaenotus</i>        |
|               |             | <i>Pheucticus</i>   | <i>melanocephalus</i>   |
|               |             | <i>Pipilo</i>       | <i>erythrophthalmus</i> |
|               |             | <i>Piranga</i>      | <i>flava</i>            |
|               |             | <i>Atlapetes</i>    | <i>pileatus</i>         |
|               |             | <i>Parula</i>       | <i>superciliosa</i>     |
|               |             | <i>Icterus</i>      | <i>wagleri</i>          |
|               |             | Fringillidae        | <i>Carpodacus</i>       |
|               | Tyrannidae  | <i>Carduells</i>    | <i>notata</i>           |
|               |             | <i>Contopus</i>     | <i>pertinax</i>         |
|               |             | <i>Pyrocephalus</i> | <i>rubinus</i>          |
|               |             | <i>Empidonax</i>    | <i>affinis</i>          |

PROYECTOS ACUÍCOLA  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

---

|                  |                       |                         |
|------------------|-----------------------|-------------------------|
|                  | <i>Empidonax</i>      | <i>hammondii</i>        |
|                  | <i>Empidonax</i>      | <i>albigularis</i>      |
|                  | <i>Empidonax</i>      | <i>Difficilis</i>       |
|                  | <i>Empidonax</i>      | <i>fulvifrons</i>       |
|                  | <i>Pachyramphus</i>   | <i>major</i>            |
| Hirundinidae     | <i>Hirundo</i>        | <i>pyrthonota</i>       |
| Dendrocolaptidae | <i>Lepidocolaptes</i> | <i>affinis</i>          |
|                  | <i>Lepidocolaptes</i> | <i>affinis</i>          |
|                  | <i>Lepidocolaptes</i> | <i>affinis</i>          |
| Troglodytidae    | <i>Troglodytes</i>    | <i>aedon</i>            |
|                  | <i>Troglodytes</i>    | <i>aedon</i>            |
| Corvidae         | <i>Aphelocoma</i>     | <i>ultramarina</i>      |
|                  | <i>Aphelocoma</i>     | <i>ultramarina</i>      |
|                  | <i>Aphelocoma</i>     | <i>ultramarina</i>      |
|                  | <i>Aphelocoma</i>     | <i>ultramarina</i>      |
| Ptilogonatidae   | <i>Ptilogonys</i>     | <i>cinereus</i>         |
| Mimidae          | <i>Toxostoma</i>      | <i>longirostre</i>      |
| Muscicapidae     | <i>Catharus</i>       | <i>aurantiistrotris</i> |

#### **4.2.2.10 Medio socioeconómico**

##### **4.2.2.10.1 Aspecto Social**

#### **Población y Vivienda**

La población del municipio de Tepehuacán es de 25,822 habitantes, 13,156 hombres, 12,666 mujeres. La vivienda es de piso de tierra en su mayoría, con paredes de madera y con techo de zacate colorado, caña o tejamanil. Algunas otras ya cuentan con paredes de madera con lodo apisonado en las paredes y techado de lámina. En un mínimo porcentaje cuentan con su casa de block y techado de lámina.

#### **Educación.**

Este importante aspecto del desarrollo, ha recibido especial atención; en el municipio de Tepehuacán funcionan escuelas a nivel preescolar, con 1209 alumnos inscritos, primaria con 5545 alumnos inscritos, secundaria con 1354 alumnos inscritos y bachillerato con 174 alumnos de los cuales hay un promedio de alumnos egresados a fin de curso de 3250.

#### **Salud.**

Cuenta con una unidad médica del ISSSTE la cual comprende: médico general, residentes, y pasantes así mismo con 5 unidades de asistencia social del IMSS Solidaridad atendidas cada una por un médico general y residentes cuenta también con 10 unidades de la SSAH cubiertas por los técnicos en atención primaria para la salud considerados como personal paramédico.

#### **Servicios Básicos**

Cuenta con los servicios de agua potable, drenaje, luz eléctrica, alcantarillado, pavimentación, alumbrado público, unidad deportiva, auditorio y panteón.

#### **Cultura**

Tepehuacán de Guerrero, es municipio del Estado de Hidalgo, de personas caballerosas, con nobleza de ánimo y generosas. En las sierras baja, y huasteca, se tiene relación sanguínea, cultural, comercial con los Chichimecas. Tepehuacán es razas y culturas, pueblos y señoríos, donde cada uno de ellos tenía a su Tlatoani, mandatario y señor del universo, que con sus "tequitlatos" hombres sabios, gobernaban su señorío con sus órdenes y predicas.

#### **Juventud y Deporte.**

Las escuelas a nivel primaria, secundaria, bachillerato organizan torneos de básquet-bol y fútbol a nivel escolar denominándose torneo municipales e interestatales disputándose un trofeo al primer lugar y segundo lugar para las escuelas ganadoras así mismo cabe mencionar que la juventud y personas mayores cuentan con una liga de fútbol de 10 equipos los cuales juegan los días domingos en las canchas del municipio.

#### **Asistencia Social.**

En la asistencia social, el Sistema Estatal para el Desarrollo Integral de la Familia, en sus tareas de protección y auxilio, maneja programas básicos orientados a menores desamparados, minusválidos sin recursos, ancianos desprotegidos y mujeres trabajadoras, a través de jefaturas de área.

#### **4.2.2.10.2 Aspecto Económico**

##### **Agricultura**

En la agricultura del municipio lo tradicional son los cultivos de maíz, frijol, chiles, cañas de azúcar impulsándose últimamente el sembrado y cultivo del frutal naranja en poblados y ejidos del municipio como San Simón, Acuímantla y las escuelas de Tepehuacán. Otro cultivo que era muy importante y extenso en el municipio, fue la explotación cafetalera. Pero este cultivo agrícola se vino abajo por dos heladas que dañaron gravemente todos los plantíos. Desde el clima caliente a tierras más elevadas hasta los mil metros, sobre nivel del mar cuenta también en menor escala con la siembra del pipián y ajonjolí utilizándose sólo para la extracción de semilla. Los productos agrícolas antes mencionados son de producción casera, sólo los sobrantes son comercializados.

##### **Ganadería**

Se cría ganado bovino raza cebú con mezcla de charolbraige, cruzado con el manso suizo, para ello se cuenta con dos cooperativas ganaderas ejidales ubicadas en San Simón y Acuímantla, así mismo se encuentra trabajando en sociedad un potrero ejidal en Tamala. En caprino y lanar, es mínima la existencia, no ha dado lugar a tomársele en cuenta, al igual que el ganado porcino, que en cada poblado algunos vecinos tienen sus cerditos para engorda o matanza, para la venta y para la fiesta de todos los santos de noviembre. Cabe mencionar que se cuenta con una granja porcina que se localiza en Guadalupe Otongo, para surtir a la tienda de producción de consumo de la Cía. Autlán S.A. Recientemente, ha tomado importancia la cría de avestruces en este municipio, de las cuales se puede comercializar desde el plumaje, la piel, la carne en canal, etc., actividad que ha redituado importantes ganancias.

##### **Silvicultura**

El aprovechamiento forestal maderable se da principalmente en el encino, oyamel, pino y cedro rojo.

##### **Pesca**

Las principales especies explotadas se extraen del río y arroyos existiendo el bagre, la trucha, mojarra, el boquín (pez muy espinoso), la sardinita o xotas ya no encontrándose la salveriana pez de lodito, así mismo pescándose en temporada de creciente del río encontramos la lobina, el mequicuan, de los crustáceos se encuentra todo el tiempo la acamaya y cogoacal que significa (acamaya menor).  
Industria y Comercio.

Los días de comercio son: en Tepehuacán los domingos, en San Juan Ahuhueco, los jueves y en Otongo, los Sábados. Se están iniciando días de comercio en otros poblados como San Miguel Ayotempa los martes, en Texcapa los miércoles en Acuímantla los viernes.

##### **Turismo**

A lo largo de todo el municipio, se pueden admirar lugares bellos, si llega al municipio por la colonia habitacional de Guadalupe Otongo, en vía terrestre de la carretera federal que se origina como ramal en el lugar denominado Casetas. Verá en las profundidades de las barranca hacia el este la parte baja de la misma colonia habitacional. Desde la cima de este brazo montañoso, el paisano, el vecino, el visitante y turista, encuentra ante su vista la magnificencia de las montañas por las cuales transita, las cercanas y las que se ven allá en la lejanía. Desde ahí en la cima montañosa de los tres cerros Acoxcatlán se admiran las montañas en la lejanía de Ixcuicula, Loma Grande, Miramar el Zacapi de Cuazahual que tiene como un collar.

## **Comunicaciones y Transporte**

Por la vía terrestre, en caminos de herradura, el municipio está comunicado con los municipios que lo delimitan, Molango, Lolotla, Tlanchinol, Tlahuiltepa, la misión Chapulhuacán del estado de Hidalgo y con el de Tamazunchale, S.L.P, así también cuenta el Municipio de Tepehuacán de Guerrero con: 12 kilómetros de carretera federal; 32 kilómetros de carretera estatal; y 5.9 kilómetros de camino rural. Cuenta con servicio telefónico, y correos, también recibe señal de radio, periódico y revistas, en la cabecera municipal.

### **4.2.2.10.3 Problemática fundamental encontrada**

#### **Económica**

Se observa una gran crisis económica en la región a consecuencia de la dependencia que se tiene hacia los empleos que puede generar Minera Autlan, principal productora de manganeso en el país, y la cual actualmente no atraviesa una adecuada situación financiera, por la baja en la demanda del producto, situación que propicia el desempleo de la mayoría de la población económicamente activa, ya que las actividades agropecuarias y de servicios son las únicas generadoras de empleo en el municipio. La cafecultura es una de las principales actividades económicas del municipio, sin embargo las constantes fluctuaciones en su precio, han impactado de gran manera en la economía del municipio, a pesar de los apoyos que reciben a través del Consejo Estatal el Café.

#### **Social**

La zona se encuentra inmersa en una muy marcada marginación, debido a la carencia de fuentes de trabajo, de servicios básicos y oportunidades para mejorar estas condiciones, además en la comunidad se manifiesta un marcada desorganización, debido en gran parte a la migración que se da por parte de la población económicamente activa, lo que ocasiona una falta de cohesión para emprender proyectos de fuerte impacto en la zona.

#### **Cultural**

A lo largo de los últimos años se ha dado en la comunidad un intenso proceso de aculturación a través de procesos de colonización que transforman a las poblaciones en asalariados en medio de una enorme riqueza natural.

#### **Productiva**

En esta comunidad, al igual que en la mayoría del Estado de Hidalgo, se manifiesta una muy baja productividad en todos los sistemas de producción existentes, debido a la falta de tecnología y asesoría en las labores productivas, lo que conlleva a un círculo vicioso en el que queda inmersa toda la estructura productiva, por falta de recursos para salir adelante.

### 4.3 Descripción y análisis de los componentes ambientales.

#### 4.3.1 Descripción y análisis de los componentes ambientales de los sistemas de las áreas de los proyectos.

- **Evaluación de los usos de suelo**

Las distintas áreas de los proyectos han experimentado cambios importantes en la extensión de los usos del suelo respecto en contra de las asociaciones de vegetación, lo que ha significado una importante disminución lo que ha representado un avance en el proceso de deterioro de las diferentes asociaciones vegetales.

Can base en la velocidad de avance de las actividades productivas sobre las distintas asociaciones de vegetación se espera que estas tiendan a desaparecer en un largo plazo.

Con esto la dinámica hidrológica se modificaría, los suelos de la zona quedarían expuestos a la erosión, los sitios de biodiversidad serán desplazados.

- **Crecimiento de la población**

De acuerdo a los resultados y el ritmo de crecimiento de la población del área de estudio permite suponer que se mantendrá en cuanto al número de localidades, respecto al número de habitantes se estima un incremento no sea significativo respecto al último censo de población y vivienda.

- **Pronóstico de las actividades económicas**

Las actividades económicas han estado siempre expuestas a condiciones de mucha estrechez en lo financiero y en lo productivo, no obstante con habilidad se ha sorteado estas limitaciones enfocándose siempre con modelos de negocios o nichos de mercado.

- **Calidad del agua**

Actualmente en el área objeto de este estudio no existe estudios técnicos amplios tanto en la cobertura espacial, así como en el tiempo mediante los cuales se pueda dictaminar con certeza la calidad del agua predominante en las áreas de estudio, sin embargo, por sus características físicas el agua presenta una buena calidad.

- **Disposición de residuos**

En cuanto a la generación de desechos sólidos y líquidos en el área de estudio no se cuenta con sistemas establecidos para su adecuado confinamiento y tratamiento.

Los residuos que genere la biotecnología a instalar serán mínimos estos son el alimento y las heces fecales de los peces que podrán ser desalojados por la hidrodinámica del sistema.

### 4.3.2 Descripción de la estructura del sistema

En el sistema donde se desarrollará el proyecto que puede ser considerado una microcuenca, esta integrado por los siguientes elementos que se indican en el cuadro siguiente, en el se describen la estructura natural mas relevante y en seguida se indica cuales pueden ser los componentes relevantes, críticos y claves que se verán afectados por el desarrollo del proyecto.

**Cuadro.72**

| Componentes del sistema natural            | Descripción general del componente  | Componente |           |         |
|--|---|------------|-----------|---------|
|  |   | Clave      | Relevante | Crítica |
| Geología                                   | Rocas sedimentarias volcánicas sedimentarias, con arenisca del triásico.  | ---        | X         | ---     |
| Topografía                                 | El área pertenece al Eje Neovolcánico, se caracteriza en general por su pendiente abrupta su altitud varía de 1600 a 2100 msnm.       |            | X         |         |
| Suelo                                      | Pertenece a un Cambisol húmico y Regozol distrito.  |            | X         |         |
| Clima                                      | Templado húmedo con lluvias principalmente en verano, el cual es fresco y largo [C (w)]   | ---        | ---       | ---     |
| Temperatura                                | La temperatura media anual varía de 16 a 18°C.  | ---        | ---       | ---     |
| Precipitación anual                        | Fluctúa entre 800 y 2000 mm   |            | X         |         |
| Hidrología                                 | Se ubica en la región hidrológica del río Tuxpan-Nautla y Moctezuma.  |            |           | X       |
| Vegetación                                 | Pertenece a un bosque de pino – encino. Registra como especies arbóreas a <i>Pinos</i> y <i>Quercus</i>                               |            | X         |         |
| Fauna                                      | Se observan diferentes grupos zoológicos (mamíferos, aves, reptiles, insectos), los cuales son medianamente abundantes (ver listados) | —          | X         |         |
| Erosión                                    | Existen áreas que están en un proceso de erosión hídrica, sobre todo las adyacentes a los caminos.                                    | —          | X         |         |
| Fenómenos de disturbio por incendio        | El área presenta alteraciones de la estructura vegetal por incendios locales.   |            | —         | —       |
| Disturbio por desplazamiento de vegetación | El desplazamiento de vegetación por actividad agrícola de temporal.   | —          | X         | —       |
| Disturbio por el pastoreo.                 | Se observan una intensa actividad de pastoreo.  | —          | —         | —       |
| Centros de población                       | Existen 25 localidades que se caracterizan por su dispersión.   | —          | —         | —       |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|                                    |  |   |   |   |
|------------------------------------|--|---|---|---|
| Tasa de crecimiento natural        | Las localidades de la zona del proyecto registran un crecimiento poblacional negativo.   | — | X | — |
| Principales actividades económicas | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Agricultura de subsistencia</li> <li>• Reducida actividad turística</li> <li>• Reducida actividad de comercio.</li> </ul> | — | X | — |
| Diversidad biológica               | Existe en la región una importante diversidad vegetal, aunque en muchos de los casos ha sido desplazada.   | — | X | — |
| Paisaje visual                     | Las áreas de los predios presentan un mediano valor paisajístico.  | X | — | — |
| Ambiente recreativo                | No se presentan elementos con alto valor recreativo.   | — | X | — |
| Valor de la tierra                 | Baja demanda de la tierra, las áreas son de carácter ejidal o comunal.   | — | X | — |
| Refugio de fauna silvestre         | Las zonas de los proyectos representan un refugio temporal silvestre por fauna mediana y pequeña.  | — | X | — |

### Categoría económica

Se mencionan las siguientes actividades resultantes del desarrollo económico por su impacto en la calidad ambiental en la que se determinan las ventajas, desventajas y oportunidades.

### 4.3.3 Análisis de los componentes ambientales relevantes y/ o críticos

#### Componente suelo

**Cuadro.73**

| Factores edáficos alterados                       | Factores de presión |                                 |                                    |                   |
|---|---------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------|
|   | Despalme            | Construcción de infraestructura | Aprovechamiento y desalojo de agua | Fase de operación |
| Formación de suelo orgánico                       | 1                   | 0                               | 0                                  | 1                 |
| Perdida de microorganismos edáficos               | 1                   | 1                               | 0                                  | 1                 |
| Húmeda del suelo                                  | 1                   | 1                               | 2                                  | 2                 |
| Fijación de nutrientes (nitrógeno, fósforo, etc.) | 1                   | 1                               | 0                                  | 0                 |
| Flujo de nutrientes del suelo                     | 1                   | 1                               | 0                                  | 0                 |
| Arrastre de suelo                                 | 1                   | 1                               | 0                                  | 1                 |

El suelo representa el soporte para una amplia gama de actividades biológicas, los factores de presión reconocidos durante el desarrollo del despalme y construcción de infraestructura, afectarán diversos

procesos edáficos que conducen gradualmente a la degradación del suelo. Caso contrario sucede cuando la modificación del relieve, conduce a la acumulación de suelos a nuevos sitios, favoreciendo la sucesión secundaria del bosque.

### Componente Topografía

**Cuadro.74**

| Factores alterados | Factores de presión |                                 |                                    |                   |
|--------------------|---------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------|
|                    | Despalme            | Construcción de infraestructura | Aprovechamiento y desalojo de agua | Fase de operación |
| Relieve            | 1                   | 1                               | 0                                  | 1                 |
| Paisaje            | 1                   | 1                               | 1                                  | 1                 |

La topografía es considerado un elemento relevante por el atractivo paisajístico que propicia a los predios, su modificación que incide directamente en la cubierta vegetal siempre originan un fuerte impacto, sobre todo, si la modificación es en su totalidad. La riqueza paisajística de los predios puede considerarse con medio valor, cualquier modificación en el mismo tendrá que planificarse bajo normas de conservación y recuperación. En los predios no se afectara en lo mínimo.

### Componente Hidrológica

**Cuadro.75**

| Factores                                | Factores de presión |                                 |                                    |                   |
|---|---------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------|
|   | Despalme            | Construcción de infraestructura | Aprovechamiento y desalojo de agua | Fase de operación |
| Escurrimientos superficiales            | 0                   | 3                               | 3                                  | 3                 |
| Trayectoria de escurrimientos naturales | 0                   | 2                               | 2                                  | 2                 |
| Volumen de escurrimientos               | 0                   | 0                               | 1                                  | 2                 |

En el área del proyecto solo se afectarán los escurrimientos superficiales, en tan la trayectoria original de los canales de agua no se modificarán, situación contraria para su volumen que será conducido hacia los estanques y ello originará nuevos afluentes que nuevamente se encausarán hacia el arroyo original.

### Componente vegetación

**Cuadro.76**

| Factores vegetacionales              | Factores de presión |                                 |                                    |                   |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------|
|                                      | Despalme            | Construcción de infraestructura | Aprovechamiento y desalojo de agua | Fase de operación |
| Desplazamiento de individuos         | 1                   | 1                               | 2                                  | 1                 |
| Perdida de cubierta vegetal          | 1                   | 0                               | 1                                  | 1                 |
| Alteración de procesos reproductivos | 0                   | 1                               | 0                                  | 0                 |
| Modificación de asociaciones         | 1                   | 0                               | 0                                  | 1                 |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|                                    |   |   |   |   |
|------------------------------------|---|---|---|---|
| Presencia de vegetación secundaria | 1 | 3 | 0 | 2 |
| Pérdida de biodiversidad local     | 1 | 0 | 1 | 1 |
| Mortandad de plántulas por basura  | 1 | 1 | 0 | 0 |

Los factores de presión no incidirán en la mayoría de las variables reconocidas para el componente vegetacional, por lo que su impacto no será desfavorable.

**Componente fauna**

**Cuadro.77**

| Componentes de fauna   | Factores de presión |                                 |                                    |                   |
|--|---------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------|
|  | Despalme            | Construcción de infraestructura | Aprovechamiento y desalojo de agua | Fase de operación |
| Desplazamiento de fauna  | 0                   | 0                               | 1                                  | 0                 |
| Pedido de sitios para la alimentación  | 0                   | 0                               | 0                                  | 1                 |
| Pérdida de sitios para la reproducción   | 0                   | 0                               | 0                                  | 1                 |
| Incremento del proceso de aislamiento geográfico de especies terrestres pequeñas | 0                   | 0                               | 1                                  | 2                 |
| Incremento de la mortandad (por basura)  | 1                   | 2                               | 1                                  | 1                 |

La modificación de la comunidad de fauna, por los factores de presión, no altera la estructura de las poblaciones y comunidades de animales, que pueden ser desde microorganismos edáficos hasta reptiles, anfibios, aves y pequeños mamíferos. Ello, debido a la pequeña superficie de aprovechamiento donde se realizará la infraestructura y zonas de uso.

**Componente erosión**

**Cuadro.78**

| Factores de erosión                      | Factores de presión |                                 |                                    |                   |
|--|---------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------|
|  | Despalme            | Construcción de infraestructura | Aprovechamiento y desalojo de agua | Fase de operación |
| Control de la erosión                    | 1                   | 1                               | 0                                  | 1                 |
| Incremento de la erosión                 | 1                   | 1                               | 2                                  | 1                 |
| Estabilidad de la erosión                |                     | 0                               | 1                                  | 1                 |
| Favorece la presencia de erosión hídrica | 1                   | 1                               | 2                                  | 1                 |
| Favorece la presencia de erosión eólica  | 0                   | 1                               | 0                                  | 1                 |

En el cuadro anterior, se puede observar que los factores de presión que inciden en los predios pueden hacer altamente susceptible a la erosión, sin embargo, algunas actividades a implementarse estabilizarán las pendientes disminuyendo este proceso. Un factor determinante en la erosión serán

los escurrimientos de agua, por ello, la infraestructura a establecer deberán ser diseñados para no incrementar sus efectos.

**Componente diversidad biológica.**

**Cuadro.79**

| Factores de erosión              | Factores de presión |                                 |                                    |                   |
|----------------------------------|---------------------|---------------------------------|------------------------------------|-------------------|
|                                  | Despalme            | Construcción de infraestructura | Aprovechamiento y desalojo de agua | Fase de operación |
| Pérdida de <i>Quercus</i>        | 0                   | 0                               | 0                                  | 0                 |
| Pérdida de <i>Pinus</i>          | 0                   | 0                               | 0                                  | 0                 |
| Pérdida de fauna edáfica         | 1                   | 1                               | 1                                  | 1                 |
| Pérdida de helechos              | 1                   | 1                               | 1                                  | 1                 |
| Perdida de vegetación secundaria | 2                   | 2                               | 2                                  | 2                 |

La comunidad del bosque templado y tropical no es considerado como el elemento vegetacional más diverso dentro de los predios, sin embargo, los elementos de presión afectarán la diversidad biológica de microorganismos edáficos y de la vegetación secundaria, por ser los elementos más representativos en los predios.

**Componentes dinámica poblacional**

Los factores de presión originados por el establecimiento del centro piscícola, como tales, no tienen relación directa con la dinámica poblacional, pero puede originar en su fase de operación:

- Incremento en la demanda de agua
- Incremento en los residuos sólidos municipales
- Demanda de servicios

#### 4.3.4 Diagnóstico ambiental

##### Vegetación y usos de suelo

Las áreas de los proyectos esta representada por vegetación característica de las zonas con agricultura de temporal y ganadería extensiva.

Para definir el estado de conservación de la vegetación del área de estudio se empleo como indicador la cobertura vegetal, dependiendo del cubrimiento de esta a nivel cartográfico y considerando la composición de las especies de cada uno de los tipos de vegetación, así como la actividad antrópica que han tenido. A través de esto se les asigno cuatro categorías:

**Transformado.-** Cambio total de uso del suelo original.

**Alterado.-** Existe alguna actividad antrópica intensiva y/o extensiva que afecta a la comunidad vegetal disminuyendo la densidad de los manchones de las comunidades vegetales.

**Semiconservado.-** Se presentan especies representativas de la comunidad aunque existan actividades antrópicas de autoconsumo.

**Conservado.-** No representa actividad antrópica.

**Cuadro.80-** Estado de conservación de las comunidades vegetales

| Uso de suelo                    | Estado de conservación |
|---------------------------------|------------------------|
| Agricultura temporal            | Transformado           |
| Agricultura permanente          | Transformado           |
| Forestal                        | Alterado               |
| Vegetación secundaria de bosque | Alterado               |

##### Calidad del agua

Actualmente en las áreas de los proyectos no existen estudios técnicos amplios tanto en la cobertura espacial así como en el tiempo mediante los cuales se pueda dictaminar con certeza la calidad del agua predominante en el área de estudio.

Los datos obtenidos son puntuales y contribuyen de manera aproximada a dar una idea sobre el comportamiento de la dinámica de la calidad de agua que prevalece en el área de influencia del proyecto.

##### Disposición de residuos.

En cuanto a la generación de desechos sólidos y líquidos el área de estudio esta siendo afectada por las localidades cercanas, ya que no se cuenta con sistemas para el tratamiento de residuos sólidos y de aguas residuales.

Los residuos que genere la biotecnología a instalar serán mínimos estos son las bolsas del alimento y las heces fecales de los peces.

### **Problemática general del área de estudio**

Con base en el análisis de la información cartográfica sobre asociaciones de vegetación, actividades productivas, estados de conservación, sitios generadores de desechos líquidos y sólidos están afectando y transformando las áreas naturales de nuestra zona de estudio.

- **Diagnóstico del sistema socioeconómico**

Las áreas de los proyectos presentan una actividad agropecuaria diversificada y se puede ver zonas en donde predominan los cultivos de maíz y frijol para autoconsumo, así como la engorda de ganado bovino principalmente. Sin embargo, dado el minifundismo que se da en la zona de influencia del proyecto se puede decir que esas actividades económicas son de autoconsumo.

#### **En el aspecto económico sus principales ventajas son:**

- 1) Las áreas se encuentra bien comunicada por tierra con respecto a la cabecera municipal y a centros de población.
- 2) Áreas propicias en donde se puede desarrollar la acuicultura (cultivo de trucha arco iris)

#### **Las principales desventajas son:**

- 1 El volumen de productos acuícola es muy pequeño.
- 2 No se tiene infraestructura adecuada para dar valor agregado a los productos tanto agropecuarios como acuícolas.
- 3 Actualmente, no se tiene los canales de comercialización adecuados para comercializar los productos agropecuarios, de pesca y acuicultura, por sus niveles de producción.

#### **Las principales oportunidades del área de estudio en el aspecto económico son:**

- a. Consolidar la acuicultura y en especial el cultivo de trucha arco iris en sistemas controlados como estanques circulares.
- b. Introducir biotecnologías avanzadas para aumentar la productividad acuícola, sin disminuir la frontera forestal.

## V. IDENTIFICACIÓN, DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

### 5.1. Metodología para evaluar los impactos ambientales

La propuesta de análisis del efecto de los impactos sobre el ecosistema acuático, parte del efecto que tiene la transferencia de energía para la transformación del sistema natural a un artificial (Granjas Acuícolas) para el proceso de transferencia de energía se definen en tres grandes eventos:

- Aplicación directa de energía sobre el sistema natural. Consiste en el empleo de equipo y maquinaria menor, sus efectos originan el rompimiento de la estructura edáfica y modificación de la comunidad vegetacional, generando además residuos.
- Movimiento de energía dentro de sistema. Implica los movimientos de maquinaria, materiales, personas y equipo, sus impactos se observan en la compactación de suelo, generación de partículas suspendidas y modificación de paisaje.
- Introducción de energía para modificar el sistema natural. Se define como todos aquellos materiales y personal empleado para la construcción de los estanques y edificaciones, los cuales generarán residuos de diversas características.

La metodología empleada está basada en la observación, descripción, diferencias, semejanzas, comparación, relación, clasificación, secuencias, transformaciones, análisis, síntesis, evaluaciones internas y evaluaciones externas.

Las medidas de prevención y mitigación se evaluarán de acuerdo a los siguientes puntos críticos del sistema (ver diagrama de Impacto Ambiental)

- Sistema natural y sus relaciones con el medio físico y biológico.
- Procesos residuales resultantes de la construcción del sistema artificial.
- Producción de elementos residuales del sistema artificial en funcionamiento.

Diagrama de Impacto

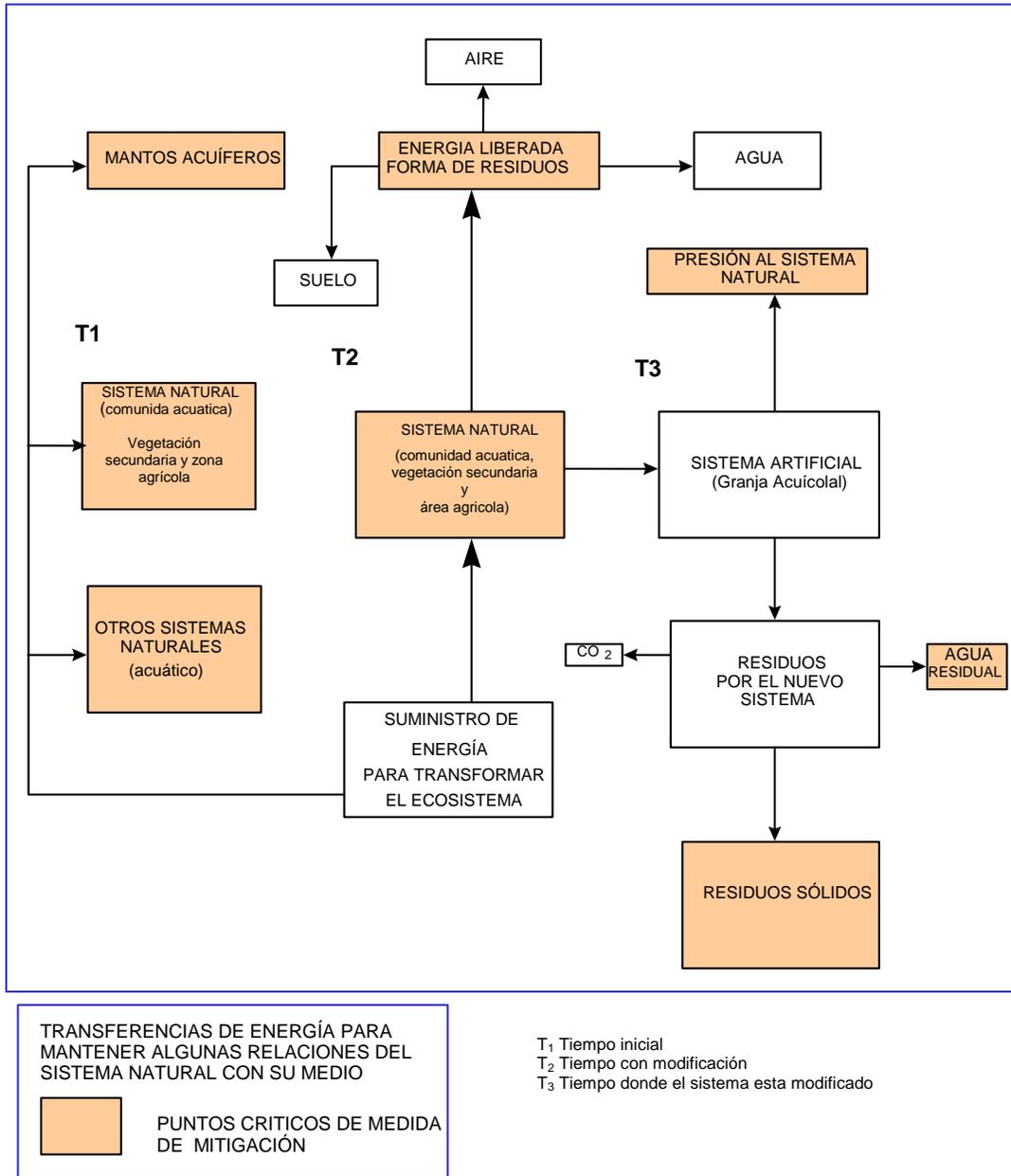
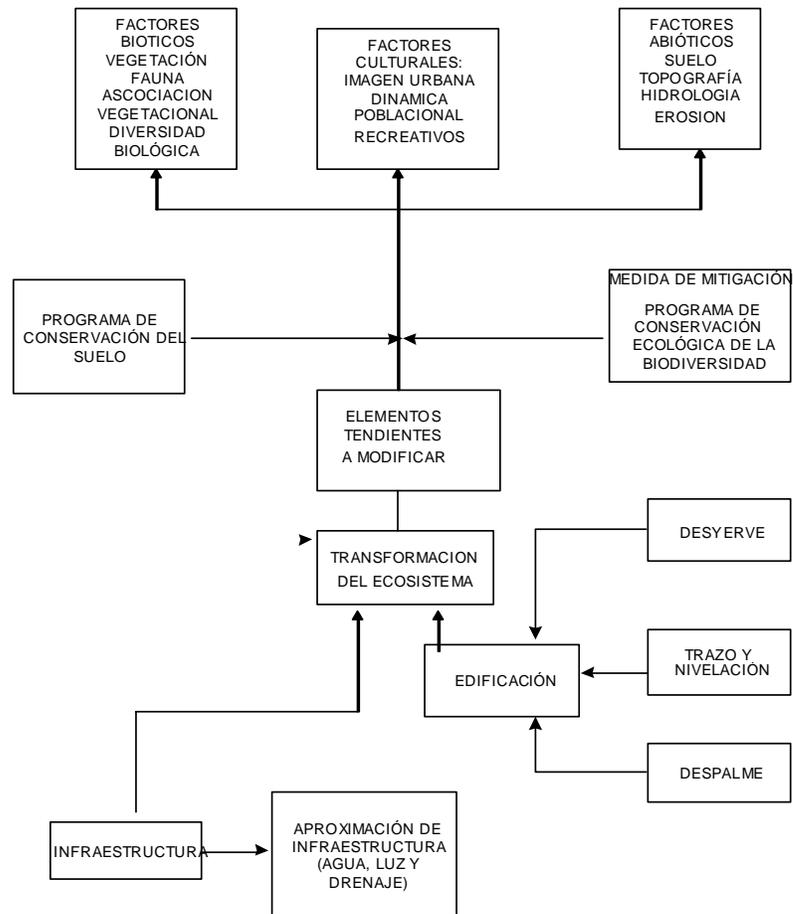


Figura. Diagrama de Impacto.

### Sistema natural y sus relaciones con su medio físico y biológico

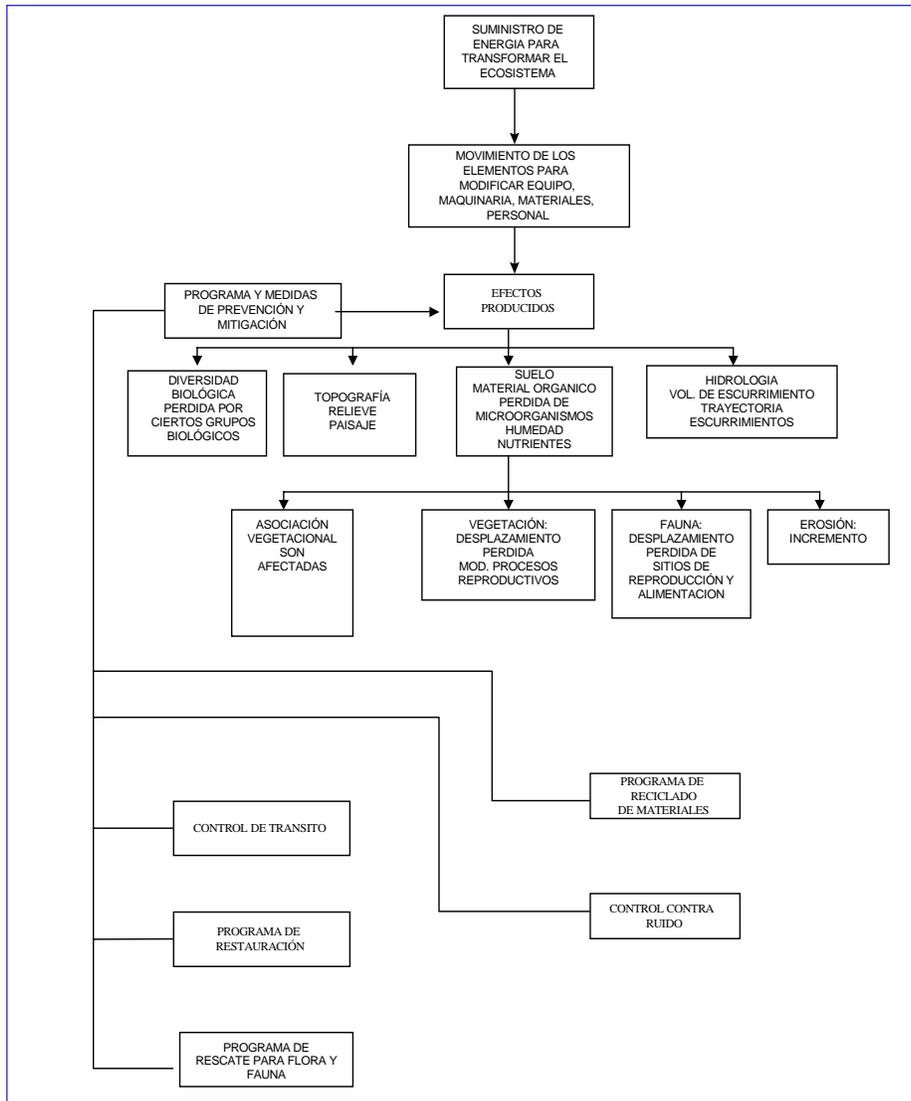
El planteamiento se conceptualiza en función de la programación e intensidad de las acciones de la obra.



**Figura.** Representación esquemática de interacción entre los procesos de transformación y los elementos afectados por la modificación del ecosistema

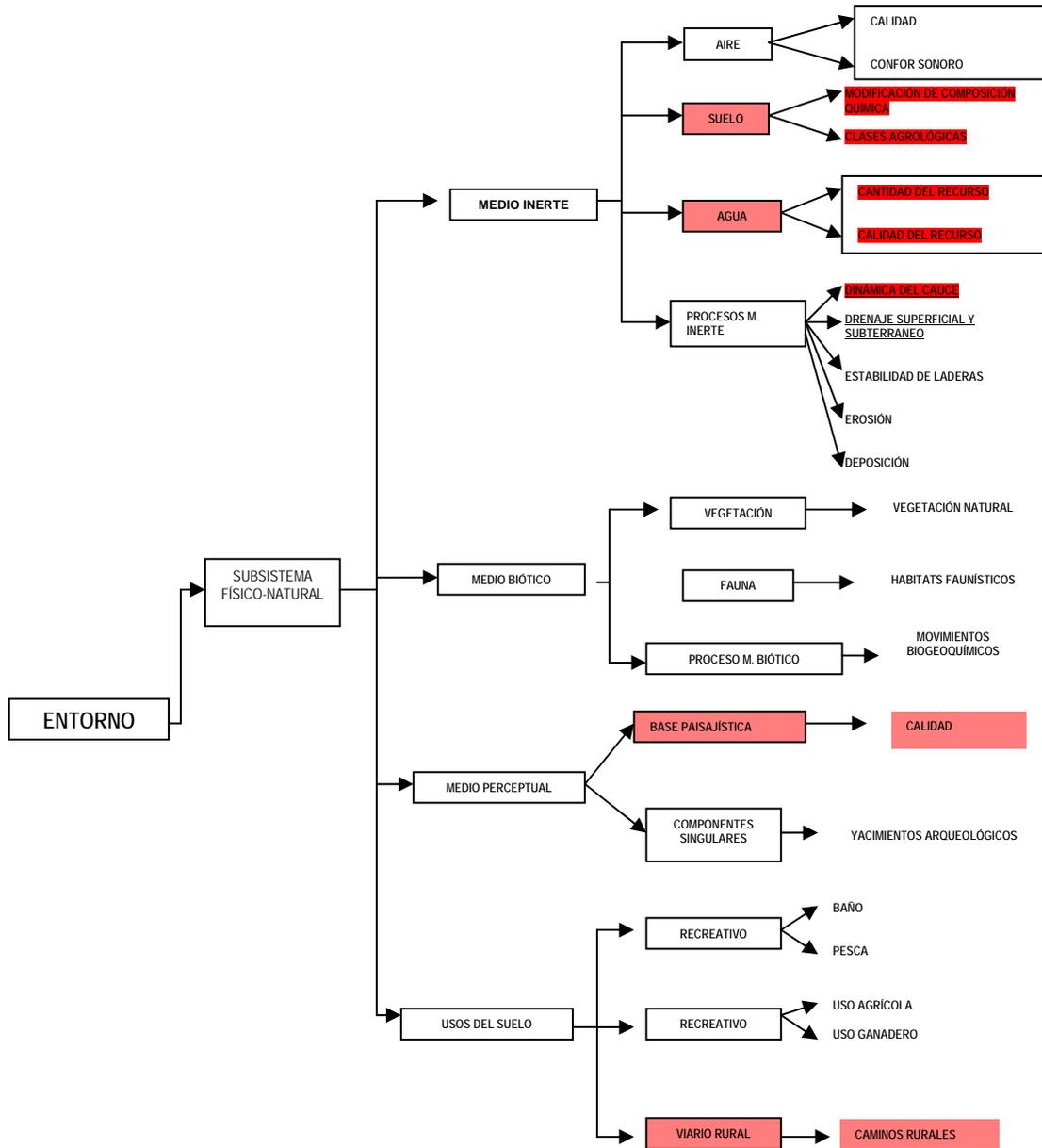
**Procesos residuales resultantes en la construcción del sistema artificial.**

Al introducir factores que modifiquen el sistema natural, se generará un estado de desorden en el sistema natural en proceso de transformación. Es en este estado del movimiento cuando todos los elementos generan una serie de impactos, el cual responde al esquema siguiente:

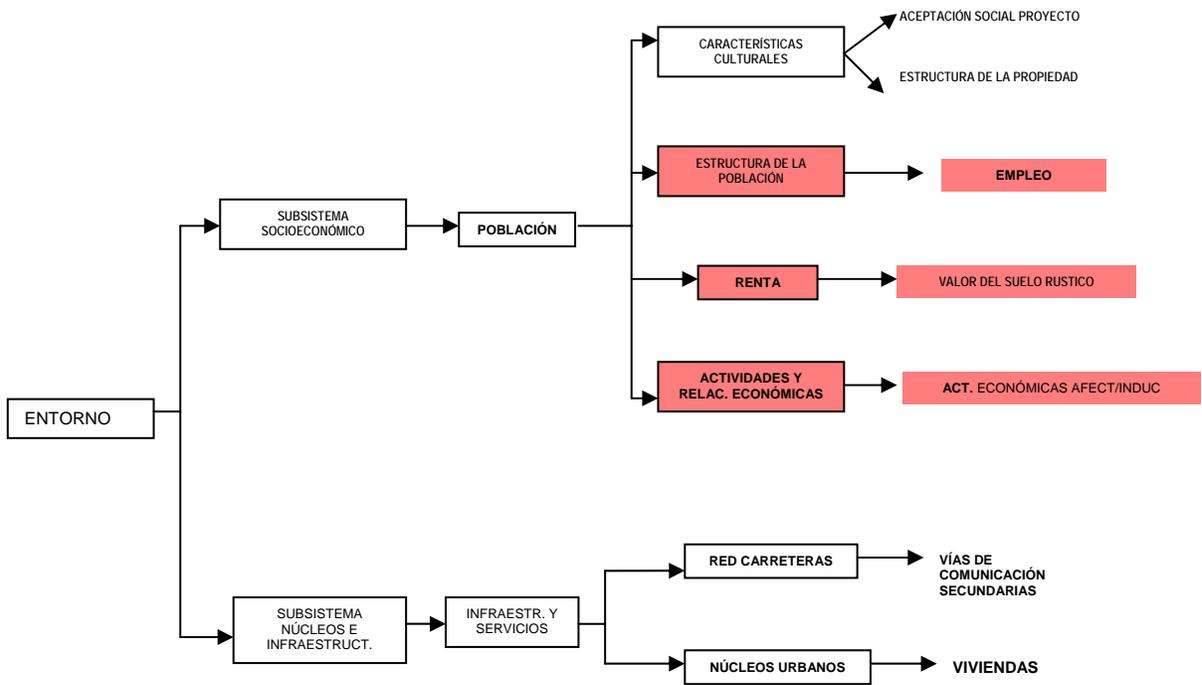


**Figura.** Representación esquemática de interacción entre los procesos de transformación y los elementos afectados por la modificación del ecosistema acuícola.

A partir de estos elementos conceptuales del impacto ambiental, se reconocen dentro del sistema los siguientes impactos, los cuales se indican en el siguiente diagrama. Se indica en rojo los elementos principalmente modificados a nivel regional.



**Figura.** Diagramas donde se describen de los subsistemas: físico, natural, socioeconómico, núcleos e infraestructura, se indica con sombreado la afectación a la estructura de los sistemas ambiental y socioeconómico regional.



**Figura.** Diagramas donde se describen de los subsistemas: físico, natural, socioeconómico, núcleos e infraestructura, se indica con sombreado la afectación a la estructura de los sistemas ambiental y socioeconómico regional.

Bajo esta metodología se analiza el **sistema regional** de la zona evaluando hacia donde se podrían dirigir los impactos originados por el desarrollo de la obra. Una vez identificados se procede a especificar su origen, en base a las actividades producidas por el desarrollo de las Granjas Acuícolas.

El término impacto ambiental podría definirse como todo efecto positivo o negativo que se perciba en el conjunto de valores naturales, sociales y culturales existentes en un lugar y tiempo determinados.

En base a esta definición y como parte integral de la evaluación ambiental sobre la factibilidad de la construcción de las Granjas Acuícolas, se considerarán los posibles impactos que pudiera ocasionar dicha obra al medio ambiente en las diferentes actividades de cada una de las etapas de desarrollo del proyecto, así como por la operación del mismo.

El objetivo fundamental de la evaluación de los impactos ambientales para el desarrollo de los presentes proyectos, es el de orientar al promovente en la toma de decisiones con respecto a las medidas de protección ambiental en la construcción y operación del proyecto que puedan provocar efectos significativos en su entorno.

Los responsables de los proyectos de las “Granjas Acuícolas” comprenden y entienden la importancia de la perspectiva ambiental en el proceso de desarrollo de su proyecto de las Granjas, lo que significa reconocer que existe una relación muy íntima en dos direcciones entre cada una de las acciones que comprenden las etapas del proyecto (**preparación del sitio, construcción, operación y abandono de sitio**) y cada atributo de los factores del medio físico: físicoquímico, ecológico y socioeconómico. Directrices que se consideran tanto a nivel puntual, como regional y por ende nacional.

La metodología para la evaluación de los impactos ambientales en este proyecto, se realizó tomando como base el método de la **matriz de Leopold** modificado por el personal técnico para poder evaluar

los impactos asociados a proyectos del tipo carretero. (Se anexan matrices de cada una de las etapas del proyecto)

La matriz específica para este tipo de proyecto, diversas actividades de desarrollo del mismo (representadas por filas) correspondientes a las 4 etapas ya antes mencionadas y las cuales pueden causar impactos al ambiente. Por otro lado, en las columnas se ubicaron 32 atributos ambientales, fisicoquímicos, ecológicos y socioeconómicos.

El número y tipo de actividades así como sus respectivos atributos fueron seleccionados fundamentalmente en evaluaciones preliminares a través de:

- Cuestionarios de aspectos ambientales y cuyas respuestas se obtuvieron por parte de las personas directamente responsables del proyecto dado su alto conocimiento del sitio seleccionado.
- Estudios de campo y laboratorio realizados por el promotor.
- Consulta bibliográfica sobre el área

Integración de una matriz de cribado ambiental como una primera aproximación para la selección por parte de un grupo interdisciplinario de las actividades y atributos preponderantes a considerar y el aporte elemental del significado de los impactos notorios.

A partir de la matriz general, se estructuró la matriz genérica del proyecto, específica para el área y del mismo proyecto, y se llenaron las celdas con los símbolos que califican los impactos en cuanto a su magnitud (alto, medio y bajo) y carácter (positivo o negativo).

Posteriormente se describieron cada uno de los impactos identificados y se procedió a calificar los acumulados en cada uno de las diversas acciones del proyecto en términos de su temporalidad (periodo de tiempo) ámbito, (área de influencia) frecuencia de la ocurrencia, margen de mitigación, irreversibilidad, así como la intensidad.

Posteriormente se examinó la matriz específica del proyecto para poder identificar los efectos adversos y poder implementar alguna medida de mitigación identificándolos en la matriz de acuerdo en la siguiente escala de ponderación:

**Cuadro.81**

|                  |                  |                   |                  |
|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| <b>POSITIVOS</b> | <b>1 = BAJO</b>  | <b>2 = MEDIO</b>  | <b>3 = ALTO</b>  |
| <b>NEGATIVOS</b> | <b>-1 = BAJO</b> | <b>-2 = MEDIO</b> | <b>-3 = ALTO</b> |

Una vez identificados, calificados y descritos los posibles impactos al ambiente y seleccionados los efectos adversos mitigables, se procedió a enlistar las medidas de mitigación para los impactos negativos, medidas preventivas para los impactos no determinados y recomendaciones para acentuar los impactos positivos al ambiente o mitigar los impactos.

El apoyo bibliográfico y la metodología del estudio resultante de las diferentes campañas de investigación y estudios realizados por instituciones de educación superior y centros de investigación, permitieron apoyar el desarrollo de este ejercicio de identificación y evaluación de impactos.

**Cuadro.82** Variables a considerar.

| INTENSIDAD               |                    | ÁMBITO                  |                             |
|--------------------------|--------------------|-------------------------|-----------------------------|
| MS                       | MUY SIGNIFICATIVO  | L                       | LOCAL                       |
| S                        | SIGNIFICATIVO      | r                       | REGIONAL                    |
| PS                       | POCO SIGNIFICATIVO | n                       | NACIONAL                    |
| FRECUENCIA DE OCURRENCIA |                    | CAPACIDAD DE MITIGACIÓN |                             |
| U                        | ÚNICO              | M                       | MITIGABLE                   |
| In                       | INTERMITENTE       | NM                      | NO MITIGABLE                |
| Mo                       | MOMENTÁNEO         | Re                      | REVERSIBLE                  |
| Co                       | CONTINUO           | N.C.                    | NO CONOCIDO O CUANTIFICABLE |
| REVERSIBILIDAD           |                    | TEMPORALIDAD (Tiempo)   |                             |
| I                        | IRREVERSIBLE       | T                       | TEMPORAL                    |
| R                        | REVERSIBLE         | P                       | PERMANENTE                  |

### Definición de Variables

#### Ocurrencia

|              |   |
|--------------|---|
| Único        | Cuando su ocurrencia es una sola vez por un periodo de 20 años  |
| Intermitente | Cuando ocurre varias veces en un periodo de un mes a cinco años |

#### Tiempo

|            |   |
|------------|---|
| Temporal   | Cuando es reversible por el propio sistema en un plazo corto de ( cinco años) o a mediano plazo (< 15 años) |
| Permanente | Cuando su efecto durará mas de 15 años  |

#### Reversibilidad

|              |   |
|--------------|---|
| Reversible   | Los cuales pueden retornar a su estado natural al sistema     |
| Irreversible | Los cuales no pueden retornar a su estado original al sistema |

#### Ámbito

|          |   |
|----------|---|
| Puntual  | Cuando su efecto no abarca mas allá de los limites del proyecto o actividad |
| Regional | Cuando el efecto ocasionado sale de los limites del proyecto o actividad    |
| Nacional | Cuando el efecto del proyecto tiene un ámbito de dos o más estados          |

#### Mitigación

|              |   |
|--------------|---|
| Mitigable    | Cuando al realizarse acciones preventivas o correctivas, el efecto en el sistema es menor al esperado |
| No mitigable | Cuando no es posible realizar actividades que disminuyan o eliminen los impactos                      |
| Revertible   | Cuando al realizarse acciones preventivas o correctivas el efecto en el sistema es anulado            |

## 5.2. Impactos ambientales generados en las diferentes etapas de desarrollo de las Granjas Acuícolas.

### Selección y preparación del sitio

**Cuadro-83.** Trabajos preliminares

| Actividad                           | Impacto ambiental provocado  |
|-------------------------------------|--|
| Deshierbe                           | Desplazamiento de fauna  |
| Trazo y nivelación                  | Desplazamiento de vegetación   |
|                                     | Rompimiento de la estructura edáfica   |
|                                     | Suelo expuesto a la erosión hídrica.   |
|                                     | Suelo expuesto a la erosión eólica.  |
|                                     | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos) |
|                                     | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos) |
| Movimiento de maquinaria (menor)    | Compactación del suelo y generación de residuos  |
| Movimiento de materiales y personal | Compactación de suelo y generación de residuos.  |

### Construcción

**Cuadro 84.** Construcción

| Actividad                                       | Impacto ambiental provocado  |
|---|--|
| Construcción de infraestructura de apoyo        | Emisión de partículas, generación de ruido y humos por la maquinaria, materiales sobrantes de la construcción. |
|   | Erosión de los cortes y rellenos recién hechos y sedimentación temporal en las vías de drenaje natural.        |
|   | Contaminación del suelo y el agua con aceite, grasa y combustible por uso de maquinaria.                       |
|   | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos)     |
|   | Erosión del suelo en los alrededores de la infraestructura.  |
| Construcción de estanquería                     | Emisión de partículas y generación de ruido.   |
|   | Erosión de los cortes, rellenos y sedimentación temporal en las vías de drenaje natural.                       |
|   | Contaminación del suelo y el agua con aceite, grasa y combustible por uso de maquinaria.                       |
|   | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos)     |
|   | Erosión del suelo debajo de la estanquería, donde se recibe el caudal concentrado de agua.                     |
| Construcción de sistema de llenado y de desagüe | Generación de residuos   |
|   | Rompimiento de la estructura edáfica, para la conducción del agua.   |
| Pruebas pre-operacionales                       | Emisión de partículas, generación de ruido y humos por la maquinaria   |

|  |  |
|--|--|
|  | materiales sobrantes de la construcción.   |
|  | Contaminación del suelo y el agua con aceite, grasa y combustible por uso de maquinaria. |

### Operación y mantenimiento

**Cuadro.85- Operación**

| Actividad   | Impacto ambiental provocado                     |
|---|---|
| Aclimatación de crías                               | Incremento de materia orgánica en agua          |
|   | Cambio hidrodinámica de escurrimientos de agua. |
| Siembra de crías                                    | Incremento de materia orgánica en agua          |
|   | Cambio hidrodinámica de escurrimientos de agua. |
| Engorda comercial                                   | Incremento de materia orgánica en agua          |
| Biometrías de peces                                 | Generación de residuos sólidos                  |
| Monitoreo de parámetros fisicoquímicos              | Generación d residuos sólidos,                  |
| Ajuste de tasas alimenticias                        | Incremento de materia orgánica en agua          |
| Alimentación de peces                               | Generación de residuos sólidos                  |
| Limpieza  | Generación de residuos sólidos                  |
| Cosecha del producto generado                       | Generación de residuos sólidos                  |
| Comercialización del producto generado              | Generación de residuos sólidos                  |
| Mantenimiento de infraestructura productiva         | Generación de residuos sólidos                  |
| Control de patógenos                                | Generación de residuos sólidos                  |
|   | Cambio en la composición química del agua       |
| Reparto de utilidades (actividades administrativas) | Generación de residuos sólidos                  |
| Retroalimentación del grupo de trabajo              | Generación de residuos sólidos                  |
| Evaluación del proyecto                             | Generación de residuos sólidos                  |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

En el siguiente cuadro se indica la clasificación de los diferentes impactos sobre los componentes del sistema natural identificado, para ello son considerados seis componentes, los cuales toman en consideración el ambiente terrestre y acuático.

**Cuadro.86**

| <b>Impacto sobre los componentes del sistema natural identificado</b> | <b>Benéfico o perjudicial</b> | <b>Duración</b>                                | <b>Reversibilidad</b> | <b>Aplicación de medidas correctivas</b> | <b>Importancia</b> |
|---|-------------------------------|--|-----------------------|--|--------------------|
| <b>Geología</b>   | Nulo                          | Permanente                                     | No                    | No                                       | Poco significativa |
| <b>Topografía</b>   | Perjudicial                   | Permanente                                     | No                    | Si                                       | Baja               |
| <b>Suelo</b>  | Perjudicial                   | Permanente                                     | No                    | Si                                       | Baja               |
| <b>Clima</b>  | Nulo                          | No perceptible                                 | Si                    | Si                                       | Baja               |
| <b>Temperatura</b>  | Nulo                          | No perceptible                                 | Si                    | Si                                       | Baja               |
| <b>Precipitación anual</b>  | Nulo                          | No perceptible                                 | Si                    | Si                                       | Baja               |
| <b>Vegetación</b>   | Perjudicial                   | Permanente                                     | No                    | Si                                       | Baja               |
| <b>Fauna</b>  | Perjudicial                   | Temporal para algunos grupos                   | Si                    | Si                                       | Baja               |
| <b>Erosión</b>  | Perjudicial                   | Puede ser temporal                             | Si                    | Si                                       | Baja               |
| <b>Disturbio por desplazamiento de vegetación</b>                     | Perjudicial                   | Permanente                                     | Si                    | Si                                       | Baja               |
| <b>Dinámica poblacional</b>   | Benéfico                      | Permanente                                     | No                    | —  | Baja               |
| <b>Principales actividades económicas</b>                             | Benéfico                      | Permanente                                     | No                    | —  | Media              |
| <b>Diversidad biológica</b>   | Perjudicial                   | Permanente                                     | Si                    | Si                                       | Baja               |
| <b>Paisaje visual</b>   | Perjudicial                   | Permanente                                     | No                    | Si                                       | Media              |
| <b>Refugio de fauna silvestre</b>                                     | Perjudicial                   | Temporal de acuerdo al grupo de fauna afectado | Si                    | Si                                       | Bajo               |
| <b>Fauna residente acuática</b>                                       | Perjudicial                   | Temporal                                       | Si                    | Si                                       | Media              |
| <b>Fauna migratoria acuática</b>                                      | Perjudicial                   | Temporal                                       | Si                    | Si                                       |                    |
| <b>Flora acuática:</b>  | Benéfico                      | Temporal                                       | Si                    | Si                                       | Baja               |
| <b>Hidrodinámica:</b>   | Perjudicial                   | Permanente                                     | Si                    | Si                                       | Media              |
| <b>Calidad del agua:</b>  | Perjudicial                   | Permanente                                     | Si                    | Si                                       | Media              |

A continuación se describen los impactos regionales para cada una de las actividades planteada en los proyectos acuícolas.

### Selección del sitio

Ambiente de los ríos y arroyos

**Cuadro.87**

| <b>Componentes</b> | <b>Impactos</b> |
|--------------------|-----------------|
| Rivera             | Sin impacto     |
| Fondo del río      | Sin impacto     |
| Fauna residente    | Sin impacto     |
| Fauna migratoria   | Sin impacto     |
| Flora acuática     | Sin impacto     |
| Hidrodinámica      | Sin impacto     |
| Calidad del agua   | Sin impacto     |

Ambiente terrestre

**Cuadro.88**

| <b>Componentes</b> | <b>Impactos</b> |
|--------------------|-----------------|
| Biota regional:    | Sin impacto     |
| Biota Exémica:     | Sin impacto     |
| Paisaje:           | Sin impacto     |
| Uso del suelo:     | Sin impacto     |
| Relieve:           | Sin impacto     |

Ambiente socioeconómico

**Cuadro.89**

| <b>Componentes</b>      | <b>Impactos</b>  |
|-------------------------|--|
| Asentamientos humanos:  | Sin impacto  |
| Actividad turística:    | Sin impacto  |
| Actividad agropecuaria: | Sin impacto  |
| Economía regional:      | Con la realización del proyecto se pretende dar alternativas de trabajo a los pescadores de la zona y así incrementar sus ingresos económicos. |

### Preparación del sitio

Ambiente del río y arroyo

**Cuadro.90**

| Componentes:       | Impactos:   |
|--------------------|-------------|
| Arroyo y río       | Sin impacto |
| Fondo del embalse: | Sin impacto |
| Fauna residente:   | Sin impacto |
| Fauna migratoria:  | Sin impacto |
| Flora acuática:    | Sin impacto |
| Hidrodinámica:     | Sin impacto |
| Calidad del agua:  | Sin impacto |

Ambiente terrestre

**Cuadro.91**

| Componentes    | Impactos  |
|----------------|---|
| Biota regional | Sin impacto   |
| Biota Exemica  | Sin impacto   |
| Paisaje        | Sin impacto   |
| Uso del suelo  | En el área seleccionada para la instalación de la infraestructura terrestre se dará un cambio de uso de vegetación secundaria a uso productivo. |
| Relieve        | Se dará una alteración del relieve por las nivelaciones sobre el terreno seleccionado para la instalación de la infraestructura terrestre.      |

Ambiente socioeconómico

**Cuadro.92**

| Componentes            | Impactos  |
|------------------------|---|
| Asentamientos humanos  | Sin impacto   |
| Actividad turística    | Sin impacto   |
| Actividad agropecuaria | Sin impacto   |
| Economía regional      | Incremento temporal en la economía de los pobladores por prestar sus servicios en las labores a desarrollar durante la preparación del sitio. |

## Construcción

Ambiente del río y arroyo.

**Cuadro.93**

| Componentes            | Impactos  |
|------------------------|---|
| Rivera                 | Modificación del la rivera por la construcción de infraestructura, solo en el área de construcción. |
| Fondo del río y arroyo | Sin impacto   |
| Fauna residente        | Sin impacto   |
| Fauna migratoria       | Sin impacto   |
| Flora acuática         | Sin impacto   |
| Hidrodinámica          | Sin impacto   |
| Calidad del agua       | Sin impacto   |

Ambiente terrestre

**Cuadro.94**

| Componentes    | Impactos   |
|----------------|--|
| Biota regional | Sin impacto  |
| Biota Exemica  | Sin impacto  |
| Paisaje        | Cambios en el paisaje en su aspecto visual debido a las labores de construcción de la infraestructura terrestre. |
| Uso del suelo  | Cambio de uso de suelo de improductivo a productivo.   |
| Relieve        | Sin impacto  |

Ambiente socioeconómico

**Cuadro.95**

| Componentes            | Impactos   |
|------------------------|--|
| Asentamientos humanos  | Generación de empleo para los pescadores de la región.   |
| Actividad turística    | Sin impacto  |
| Actividad agropecuaria | Sin impacto  |
| Economía regional      | Favorece temporalmente la economía de los pobladores por laborar en la construcción de las instalaciones terrestres. |
| Rancho acuícola        | Sin impacto  |

**Operación y mantenimiento**

**Cuadro.96**

| Componentes            | Impactos  |
|------------------------|---|
| Rivera                 | Sin impacto   |
| Fondo del arroyo o río | Será afectado el fondo del arroyo o río, debido a la depositación del alimento desperdiciado por los peces cuando se les alimenta.                                      |
| Fauna residente        | El éxito del cultivo de la Trucha arco iris roja en jaulas flotantes permitirá que los pescadores capturen los organismos del medio natural con menor frecuencia.       |
| Fauna migratoria       | Sin impacto   |
| Flora acuática         | Se proporcionaran nutrientes al ecosistema para beneficio de la flora acuática, mediante la biodegradación del alimento desperdiciado y las heces fecales de los peces. |
| Hidrodinámica          | Se afectara la hidrodinámica del embalse debido al cambio del flujo del agua.   |

**Ambiente socioeconómico**

**Cuadro.97**

| Componentes            | Impactos  |
|------------------------|---|
| Asentamientos humanos  | Generación de empleo para pescadores dedicados a realizar actividades de acuicultura.   |
| Actividad turística    | Sin impacto   |
| Actividad agropecuaria | Sin impacto   |
| Economía regional      | Al momento de la cosecha, los organismos cultivados en los estanques tendrán una talla específica 400 gr) por lo que podrán cotizarse a mejores precios en el mercado y por consecuencia habrá un incremento en la economía de los productores. |
| Granjeros              | El cultivo de la trucha permitirá que los cultivadores obtengan una producción anual establecida.   |

**Abandono de sitio**

**Ambiente del río o arroyo**

**Cuadro.98**

| Componentes            | Impactos:   |
|------------------------|-------------|
| Rivera                 | Sin impacto |
| Fondo del arroyo o río | Sin impacto |
| Fauna residente        | Sin impacto |
| Fauna migratoria       | Sin impacto |
| Flora acuática         | Sin impacto |
| Hidrodinámica          | Sin impacto |
| Calidad del agua       | Sin impacto |

Ambiente terrestre

**Cuadro 99.**

| Componentes    | Impactos   |
|----------------|--|
| Biota regional | Sin impacto  |
| Biota endémica | Sin impacto  |
| Paisaje        | El abandono de las instalaciones terrestres dará como resultado un deterioro en el valor estético del paisaje.             |
| Uso de suelo   | El uso del suelo se afectara al no realizarse en las instalaciones terrestres las actividades para las que fueron creadas. |
| Relieve        | Sin impacto  |

Ambiente socioeconómico

**Cuadro.100**

| Componentes:            | Impactos:   |
|-------------------------|---|
| Asentamientos humanos:  | Sin impacto   |
| Actividad turística:    | Sin impacto   |
| Actividad agropecuaria: | Sin impacto   |
| Economía regional:      | 21 Desaparecen las fuentes de empleo de los habitantes de la zona por lo que se afecta su economía. |

Los posibles impactos que se presentaran durante el desarrollo del proyecto son evaluados como benéficos o adversos, según la etapa en la que son generados.

### 5.3. Construcción del escenario modificado por el proyecto

El escenario modificado en los diferentes proyectos acuicolas observarán un grado de deterioro diferencial para los distintos criterios considerados para cuantificar el impacto.

Partiendo de los valores obtenidos se ordenan en forma decreciente los factores de mayor a menor impacto.

#### Componente topográfico

**Cuadro.101-** Componente topográfico

| Factores hidrológicos afectados | Nuevo escenario natural   |
|---------------------------------|---|
| Relieve                         | Perdida original de la forma del relieve de irregular a uniforme. |
| Paisaje                         | Incorporación de elementos constructivos al natural.              |

### Componente suelo

**Cuadro.102-** Componente suelo

| Factores edáficos alterados                 | Nuevo escenario natural  |
|---|--|
| Formación de suelo orgánico                 | Perdida de fertilidad y disminución de regeneración natural en zona de intensivo.                                  |
| Perdido de microorganismos edáficos         | Disminución de las tasas de descomposición orgánica en zona de uso intensivo.                                      |
| Húmeda del suelo                            | Alteración de descomposición de material orgánico y baja tasa de germinación, pérdida de microorganismos edáficos. |
| Fijación de nutrientes (nitrógeno, fósforo) | Perdida de fertilidad de suelo.  |
| Flujo de nutrientes del suelo               | Perdida de la cubierta orgánica.   |
| Arrastre de suelo                           | Erosión de la superficie de los predios  |
| Absorción y retención de agua               | Zonas encharcadas de superficie  |

### Componente hidrología

**Cuadro.103-** Componente hidrología

| Factores hidrológicos afectados         | Nuevo escenario natural   |
|---|---|
| Escurrimientos superficiales            | Sin modificación  |
| Trayectoria de escurrimientos naturales | Cambio en la trayectoria de caudal principal, en la zona del proyecto.                          |
| Incremento de volumen de escurrimientos | Retención del volumen de agua en los estanques para su posterior desagüe en el cause principal. |

### Componente vegetación

**Cuadro.104-** Componente vegetación.

| Factores vegetacionales modificados  | Nuevo escenario natural                        |
|--------------------------------------|--|
| Pedida de cubierta vegetal           | Mínima modificación del paisaje natural.       |
| Alteración de procesos reproductivos | Sin modificación                               |
| Modificación de asociaciones         | Sin modificación                               |
| Presencia de vegetación secundaria   | Incremento de plantas de la familia Compositae |
| Pérdida de biodiversidad             | Sin modificación                               |

### Componente fauna

**Cuadro.105-** Componente fauna.

| Factores afectados de la fauna  | Nuevo escenario natural |
|---|-------------------------|
| Desplazamiento de fauna terrestre y acuática.   | Sin modificación        |
| Pedido de sitios para la alimentación   | Sin modificación        |
| Pérdida de sitios para la reproducción de especies terrestres y acuáticas.                    | Sin modificación        |
| Incremento del proceso de aislamiento geográfico de especies terrestres pequeñas y acuáticas. | Sin modificación        |

### Componente diversidad biológica

**Cuadro.106-** Componente diversidad biológica.

| Modificación de la diversidad biológica        | Nuevo escenario natural                    |
|--|--|
| Pérdida de especies arbóreas                   | Sin modificación                           |
| Pérdida de especies acuáticas                  | Sin modificación, incremento de individuos |
| Pérdida de fauna edáfica                       | Sin modificación                           |
| Pérdida de hidrófitas flotantes o sumergidas.  | Sin modificación                           |
| Pérdida de algas (Chlorophyta, Basilariophyta) | Sin modificación                           |
| Perdida de fauna acuática                      | Sin modificación                           |

### Componente Asociación Vegetacional

**Cuadro.107-** Componente Asociación Vegetacional.

| Modificación de la diversidad biológica      | Nuevo escenario natural  |
|--|--|
| Asociación secundaria                        | Sin modificación   |
| Asociación de especies hidrófitas sumergidas | Modificación de poblaciones por exposición a luz.                      |
| Asociación de clorofilas y diatomeas         | Incremento de sus poblaciones por el incremento de nutrientes al agua. |

El escenario natural modificado tendrá inicialmente su mayor impacto ambiental en las áreas constructivas consideradas para los distintos proyectos. Posteriormente no se verificarán construcciones que tiendan a promover el incremento del impacto.

#### 5.4. Identificación de los efectos en el sistema ambiental

En los siguientes cuadros se indican los efectos regionales y locales que se podrían generar por cada actividad del proyecto. Los efectos son considerados a nivel de microcuenca para los distintos proyectos acuícolas.

## Preparación del sitio

**Cuadro.108-** Trabajos preliminares.

| Actividad                           | Impacto ambiental provocado  | Efectos al ecosistema regional  | Efectos al ecosistema locales   |
|-------------------------------------|--|---|---|
| Deshierbe                           | Desplazamiento de fauna  | No se afecta, a los pedios carece de una escasa fauna                           | Disminución de polinizadores  |
| Trazo y nivelación                  | Desplazamiento de vegetación   | Disminución de cobertura vegetal en la superficie conocida para la microcuenca. | Fragmentación de las poblaciones vegetales.   |
|                                     | Rompimiento de la estructura edáfica   | Disminución de suelo orgánico.  | Pérdida de suelo vegetal  |
|                                     | Suelo expuesto a la erosión hídrica.   | Incremento en el arrastre de sedimentos.  | Perdida de relieve natural de los escurrimientos  |
|                                     | Suelo expuesto a la erosión eólica.  | Incremento de partículas suspendidas.   | Disminución de eventos reproductivos de las plantas con flores por contaminación de polvo |
|                                     | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos) | Modificación de las tasas de infiltración                                       | Incremento de las tasas de evaporación.   |
| Movimiento de maquinaria            | Compactación del suelo.  | Disminución las tasas de infiltración de las aguas pluviales.                   | Incremento de escorrentías naturales.   |
| Movimiento de materiales y personal | Compactación de suelo y generación de residuos.  | Disminución las tasas de infiltración de las aguas pluviales.                   | Incremento de escorrentías naturales.   |

## Construcción

**Cuadro.109-** Construcción.

| Actividad                                | Impacto ambiental provocado  | Efectos al ecosistema regional   | Efectos al ecosistema locales   |
|--|--|--|---|
| Construcción de infraestructura de apoyo | Emisión de partículas, generación de ruido y humos por la maquinaria, materiales sobrantes de la construcción. | Efecto invernadero.<br>Incremento de carbonatos en el suelo.<br>Favorece la presencia de lluvia ácida.<br>Contaminación del suelo. | Desplazamiento de fauna silvestre.<br>Incremento en las tasas de fotosíntesis de las poblaciones de plantas.  |
|  | Erosión de los cortes y rellenos recién hechos y sedimentación temporal en las vías de drenaje natural.        | Efecto invernadero.<br>Incremento de carbonatos en el suelo.<br>Favorece la presencia de lluvia ácida.<br>Contaminación del suelo. | Desplazamiento de fauna silvestre.<br>Incremento en las tasas de fotosíntesis de las poblaciones de plantas.  |
|  | Contaminación del suelo y el agua con aceite, grasa y combustible por uso de maquinaria.                       | Disminución poblacional de especies acuáticas.   | Disminución poblacional de especies acuáticas.<br>Generación de olores.<br>Contaminación de suelo.<br>Pérdida de poblaciones de plantas y animales. |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|   |  |  |   |
|---|--|--|---|
|   | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos)     | Cambio en la dinámica de infiltraciones de agua pluvial hacia los mantos acuíferos.  | Incremento de escorrentías naturales y flujo de agua en el subsuelo.  |
|   | Erosión del suelo en los alrededores de la infraestructura.  | Incremento de sedimentos a los afluentes regionales.   | Incremento de arcillas a los arroyos y ríos.  |
| Construcción de estanquería                     | Emisión de partículas, generación de ruido y humos por la maquinaria, materiales sobrantes de la construcción. | Efecto invernadero.<br>Incremento de carbonatos en el suelo.<br>Favorece la presencia de lluvia ácida.<br>Contaminación del suelo. | Desplazamiento de fauna silvestre.<br>Incremento en las tasas de fotosíntesis de las poblaciones de plantas.  |
|   | Contaminación del suelo y el agua con aceite, grasa y combustible por uso de maquinaria.                       | Disminución poblacional de especies acuáticas.   | Disminución poblacional de especies acuáticas.<br>Generación de olores.<br>Contaminación de suelo.<br>Pérdida de poblaciones de plantas y animales. |
|   | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (área de construcción de estanques)       | Cambio en la dinámica de infiltraciones de agua pluvial hacia los mantos acuíferos.  | Incremento de escorrentías naturales y flujo de agua en el subsuelo.  |
|   | Erosión del suelo debajo de la estanquería, donde se recibe el caudal concentrado de agua.                     | Cambio en la dinámica de infiltraciones de agua pluvial hacia los mantos acuíferos.  | Incremento de escorrentías naturales y flujo de agua en el subsuelo.  |
| Construcción de sistema de llenado y de desagüe | Generación de residuos   | Contaminación paisajística.<br>Generación de fauna nociva  | Contaminación paisajística.<br>Generación de fauna nociva   |
|   | Rompimiento de la estructura edáfica.  | Disminución de suelo orgánico.   | Pérdida de suelo vegetal  |
| Pruebas pre operacionales                       | Emisión de partículas, generación de ruido y humos por la maquinaria, materiales sobrantes de la construcción. | Efecto invernadero.<br>Incremento de carbonatos en el suelo.<br>Favorece la presencia de lluvia ácida.<br>Contaminación del suelo. | Desplazamiento de fauna silvestre.<br>Incremento en las tasas de fotosíntesis de las poblaciones de plantas.  |

## Operación y mantenimiento

**Cuadro.110-** Operación y mantenimiento.

| Actividad   | Impacto ambiental provocado                     | Efectos al ecosistema regional                  | Efectos al ecosistema locales   |
|---|---|---|---|
| Aclimatación de crías                               | Incremento de materia orgánica en agua          | Incremento de algas vedes e insectos acuáticos  | Incremento de algas e insectos acuáticos.   |
|   | Cambio hidrodinámica de escurrimientos de agua. | No se prevén cambios importantes.               | Disminución de los volúmenes de agua en el afluente y disminución de la temporalidad de las especies. |
| Siembra de crías                                    | Incremento de materia orgánica en agua          | Incremento de algas vedes e insectos acuáticos. | Incremento de algas e insectos acuáticos.   |
|   | Cambio hidrodinámica de escurrimientos de agua. | No se prevén cambios importantes.               | Disminución de los volúmenes de agua en el afluente y disminución de la temporalidad de las especies. |
| Engorda comercial                                   | Incremento de materia orgánica en agua          | Incremento de algas vedes e insectos acuáticos. | Incremento de algas e insectos acuáticos.   |
| Biometrías de peces                                 | Generación de residuos sólidos                  | No se prevén cambios importantes.               | Incremento de algas e insectos acuáticos.   |
| Ajuste de tasas alimenticias                        | Incremento de materia orgánica en agua          | Incremento de algas vedes e insectos acuáticos. | Incremento de algas e insectos acuáticos.   |
| Alimentación de peces                               | Generación de residuos sólidos                  | Incremento de algas vedes e insectos acuáticos. | Incremento de algas e insectos acuáticos.   |
| Limpieza  | Generación de residuos sólidos                  | Incremento de algas vedes e insectos acuáticos. | Incremento de algas e insectos acuáticos.   |
| Cosecha del producto generado                       | Generación de residuos sólidos                  | No se prevén cambios importantes.               | Contaminación de suelo.<br>Generación de fauna nociva.  |
| Comercialización del producto generado              | Generación de residuos sólidos                  | No se prevén cambios importantes.               | Contaminación de suelo.<br>Generación de fauna nociva.  |
| Mantenimiento de infraestructura productiva         | Generación de residuos sólidos.                 | No se prevén cambios importantes.               | Contaminación de suelo.<br>Generación de fauna nociva.  |
| Control de patógenos                                | Generación de residuos sólidos.                 | No se prevén cambios importantes.               | Contaminación de suelo.   |
|   | Cambio en la composición química del agua.      | No se prevén cambios importantes.               | Contaminación de suelo.   |
| Reparto de utilidades (actividades administrativas) | Generación de residuos sólidos.                 | No se prevén cambios importantes.               | Contaminación de suelo.<br>Generación de fauna nociva.  |

## 5.5 Caracterización de los impactos

### Preparación del sitio.

**Cuadro.111-** Trabajos preliminares.

| Actividad                           | Impacto ambiental provocado  | B/P | M | D | R | C | I |
|-------------------------------------|--|-----|---|---|---|---|---|
| Deshierbe                           | Desplazamiento de fauna  | P   | L | P | R | C | B |
| Trazo y nivelación                  | Desplazamiento de vegetación   | P   | L | P | R | C | B |
|                                     | Rompimiento de la estructura edáfica   | P   | L | P | I | C | B |
|                                     | Suelo expuesto a la erosión hídrica.   | P   | L | T | R | C | B |
|                                     | Suelo expuesto a la erosión eólica.  | P   | L | T | R | C | B |
|                                     | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos) | P   | L | P | R | C | B |
| Movimiento de maquinaria            | Compactación del suelo.  | P   | L | P | R | C | B |
| Movimiento de materiales y personal | Compactación de suelo y generación de residuos.  | P   | L | T | R | C | B |

| BENÉFICO O PERJUDICIAL (B/P) | MAGNITUD (LOCAL/REGIONAL) | DURACIÓN (TEMPORAL/PERMANENTE) | REVERSIBILIDAD (REVERSIBLE/IRREVERSIBLE) | APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS © | IMPORTANCIA (ALTA, MEDIA, BAJA) |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------|
|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------|

### Construcción

**Cuadro.112-** Construcción.

| Actividad                                | Impacto ambiental provocado  | B/P | M | D | R | C | I |
|--|--|-----|---|---|---|---|---|
| Construcción de infraestructura de apoyo | Emisión de partículas, generación de ruido y humos por la maquinaria, materiales sobrantes de la construcción. | P   | L | T | R | C | B |
|  | Erosión de los cortes y rellenos recién hechos y sedimentación temporal en las vías de drenaje natural.        | P   | L | P | R | C | B |
|  | Contaminación del suelo y el agua con aceite, grasa y combustible por uso de maquinaria.                       | P   | L | T | R | C | B |
|  | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos)     | P   | L | P | R | C | B |
|  | Interrupción de los sistemas de  | P   | L | T | R | C | B |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|   |  |   |   |   |   |   |   |
|---|--|---|---|---|---|---|---|
|   | drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos)                                     |   |   |   |   |   |   |
|   | Erosión del suelo en los alrededores de la infraestructura.  | P | L | P | R | C | B |
| Construcción de estanquería                     | Emisión de partículas, generación de ruido y humos por la maquinaria, materiales sobrantes de la construcción. | P | L | T | R | C | B |
|   | Erosión de los cortes y rellenos recién hechos y sedimentación temporal en las vías de drenaje natural.        | P | L | T | R | C | B |
|   | Contaminación del suelo y el agua con aceite, grasa y combustible por uso de maquinaria.                       | P | L | T | R | C | B |
|   | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (área de construcción de estanques)       | P | L | T | R | C | B |
|   | Erosión del suelo debajo de la estanquería, donde se recibe el caudal concentrado de agua.                     | P | L | P | R | C | B |
| Construcción de sistema de llenado y de desagüe | Generación de residuos   | P | L | T | R | C | B |
|   | Rompimiento de la estructura edáfica.  | P | L | P | I | C | B |
| Pruebas pre – operacionales                     | Emisión de partículas, generación de ruido y humos por la maquinaria, materiales sobrantes de la construcción. | P | L | T | R | C | B |
|   | Contaminación del suelo y el agua con aceite, grasa y combustible por uso de maquinaria.                       | P | L | T | R | C | B |

| BENÉFICO O PERJUDICIAL (B/P) | MAGNITUD (LOCAL/REGIONAL) | DURACIÓN (TEMPORAL/PERMANENTE) | REVERSIBILIDAD (REVERSIBLE/IRREVERSIBLE) | APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS © | IMPORTANCIA (ALTA, MEDIA, BAJA) |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------|
|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------|

**Operación y mantenimiento**

**Cuadro.113-** Operación y mantenimiento.

| Actividad              | Impacto ambiental provocado                     | B/P | M | D | R | C | I |
|------------------------|---|-----|---|---|---|---|---|
| Aclimatación de crías. | Incremento de materia orgánica en agua          | P   | L | P | R | C | M |
|                        | Cambio hidrodinámica de escurrimientos de agua. | P   | L | P | R | C | A |
| Siembra de crías.      | Incremento de materia orgánica en agua          | P   | L | P | R | C | M |
|                        | Cambio hidrodinámica de escurrimientos de agua. | P   | L | P | R | C | A |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Engorda comercial.                                  | Incremento de materia orgánica en agua    | P | L | P | R | C | M |
| Biometrías de peces.                                | Generación de residuos sólidos            | P | L | P | R | C | B |
| Ajuste de tasas alimenticias.                       | Incremento de materia orgánica en agua    | P | L | P | R | C | M |
| Alimentación de peces.                              | Generación de residuos sólidos            | P | L | P | R | C | B |
| Limpieza.   | Generación de residuos sólidos            | P | L | P | R | C | B |
| Cosecha del producto generado.                      | Generación de residuos sólidos            | P | L | P | R | C | B |
| Comercialización del producto generado              | Generación de residuos sólidos            | P | L | P | R | C | B |
| Mantenimiento de infraestructura productiva.        | Generación de residuos sólidos            | P | L | P | R | C | B |
| Control de patógenos.                               | Generación de residuos sólidos            | P | R | P | R | C | B |
|   | Cambio en la composición química del agua | P | R | P | R | C | B |
| Reparto de utilidades (actividades administrativas) | Generación de residuos sólidos            | P | L | P | R | C | B |

| BENÉFICO O PERJUDICIAL (B/P) | MAGNITUD (LOCAL/REGIONAL) | DURACIÓN (TEMPORAL/PERMANENTE) | REVERSIBILIDAD (REVERSIBLE/IRREVERSIBLE) | APLICACIÓN DE MEDIDAS CORRECTIVAS © | IMPORTANCIA (ALTA, MEDIA, BAJA) |
|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------|
|------------------------------|---------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|---------------------------------|

## 5.6 Evaluación de los impactos

Evaluación de los impactos ambientales a nivel local para los diferentes proyectos acuicolas a desarrollar, se considera una matriz genérica por que las características de los proyectos son similares.

### Fase de selección del sitio.

Cuadro.114

| Factores Modificados  | FACTORES DE PRESIÓN |                    |                          |
|---|---------------------|--------------------|--------------------------|
|   | Deshierbe           | Trazo y nivelación | Movimiento de maquinaria |
| Relieve   | 0                   | 0                  | 1                        |
| Paisaje   | 1                   | 1                  | 1                        |
| Formación de suelo orgánico   | 1                   | 2                  | 1                        |
| Perdida de microorganismos edáficos   | 0                   | 0                  | 2                        |
| Húmeda del suelo  | 1                   | 1                  | 1                        |
| Flujo de nutrientes del suelo   | 0                   | 0                  | 1                        |
| Arrastre de suelo   | 1                   | 0                  | 0                        |
| Absorción y retención de agua   | 0                   | 1                  | 1                        |
| Escurremientos superficiales  | 0                   | 1                  | 1                        |
| Trayectoria de escurrimientos naturales   | 0                   | 2                  | 0                        |
| Volumen de escurrimientos   | 1                   | 1                  | 0                        |
| Desplazamiento de individuos  | 1                   | 1                  | 2                        |
| Pedida de cubierta vegetal  | 1                   | 1                  | 2                        |
| Alteración de procesos reproductivos  | 0                   | 0                  | 0                        |
| Modificación de asociaciones  | 0                   | 0                  | 0                        |
| Presencia de vegetación secundaria  | 1                   | 0                  | 1                        |
| Pérdida de biodiversidad  | 0                   | 1                  | 1                        |
| Desplazamiento de fauna   | 1                   | 1                  | 1                        |
| Perdida de sitios para la alimentación de fauna   | 1                   | 0                  | 0                        |
| Pérdida de sitios para la reproducción de fauna   | 0                   | 0                  | 0                        |
| Incremento del proceso de aislamiento geográfico de especies terrestres pequeñas de fauna | 0                   | 2                  | 0                        |
| Generación de residuos sólidos.   | 1                   | 1                  | 2                        |
| Generación de partículas suspendidas.   | 0                   | 0                  | 2                        |
| Favorece presencia de erosión hídrica   | 0                   | 1                  | 1                        |
| Favorece presencia de erosión eólica  | 0                   | 1                  | 1                        |
| Alteración de la visual local   | 0                   | 1                  | 1                        |
| Generación de ruido   | 0                   | 1                  | 2                        |
| <b>TOTAL DE PUNTOS</b>  | <b>11</b>           | <b>20</b>          | <b>25</b>                |

Para considerar un comparativo cuantitativo se asignan valores relativos de afectación:

**Valor de 3: alto efecto**

**Valor de 2: medio efecto**

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

**Valor de 1: bajo efecto**

Para los factores tendientes hacer modificados por la etapa de selección del sitio se encuentra que el valor total de la matriz es de **234**, que da como resultado un impacto total. Los valores obtenidos para los factores de presión hacen a **57 puntos, esto es el 23.93% o 0.23** del valor total del impacto ambiental. En una escala de 0 al 1, el impacto ocupa cerca del **25 %** del impacto total, ello indica un impacto tendiente hacer bajo. Los elementos que tiene mayor impacto corresponden al trazo-nivelación y al movimiento de maquinaria con 20 y 25 respectivamente, por lo que las medidas de mitigación deben de ser implementadas durante esta fase del programa de obra.

**Fase de construcción**

**Cuadro.115**

| Factores Modificados  | FACTORES DE PRESIÓN                      |                             |   |                             |
|---|--|-----------------------------|---|-----------------------------|
|   | Construcción de infraestructura de apoyo | Construcción de estanquería | Construcción de sistema de llenado y de desagüe | Pruebas pre – operacionales |
| Relieve   | 2  | 3                           | 1   | 0                           |
| Paisaje   | 2  | 3                           | 1   | 0                           |
| Formación de suelo orgánico   | 1  | 0                           | 0   | 0                           |
| Perdida de microorganismos edáficos   | 2  | 1                           | 0   | 0                           |
| Húmeda del suelo  | 1  | 2                           | 1   | 1                           |
| Flujo de nutrientes del suelo   | 2  | 0                           | 1   | 0                           |
| Arrastre de suelo   | 2  | 2                           | 0   | 0                           |
| Absorción y retención de agua   | 1  | 2                           | 1   | 1                           |
| Escurremientos superficiales  | 1  | 3                           | 1   | 0                           |
| Trayectoria de escurrimientos naturales   | 1  | 2                           | 2   | 0                           |
| Volumen de escurrimientos   | 2  | 2                           | 2   | 2                           |
| Desplazamiento de individuos  | 2  | 1                           | 0   | 0                           |
| Pérdida de cubierta vegetal   | 2  | 1                           | 0   | 0                           |
| Alteración de procesos reproductivos  | 0  | 0                           | 0   | 0                           |
| Modificación de asociaciones  | 0  | 0                           | 0   | 0                           |
| Presencia de vegetación secundaria  | 1  | 1                           | 0   | 0                           |
| Pérdida de biodiversidad  | 1  | 0                           | 0   | 0                           |
| Desplazamiento de fauna   | 1  | 1                           | 0   | 0                           |
| Perdida de sitios para la alimentación de fauna   | 1  | 1                           | 0   | 0                           |
| Pérdida de sitios para la reproducción de fauna   | 0  | 0                           | 0   | 0                           |
| Incremento del proceso de aislamiento geográfico de especies terrestres y acuáticas pequeñas de fauna | 1  | 2                           | 1   | 0                           |
| Generación de residuos sólidos  | 1  | 1                           | 1   | 1                           |
| Generación de partículas suspendidas  | 1  | 1                           | 1   | 2                           |
| Favorece presencia de erosión hídrica   | 1  | 1                           | 0   | 0                           |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
**Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares**

---

|                                      |           |           |           |          |
|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|
| Favorece presencia de erosión eólica | 1         | 1         | 0         | 0        |
| Alteración de la visual local        | 2         | 2         | 0         | 0        |
| Aeración de ruido.                   | 1         | 1         | 1         | 2        |
| <b>TOTAL DE PUNTOS</b>               | <b>33</b> | <b>34</b> | <b>14</b> | <b>9</b> |

Para considerar un comparativo cuantitativo se asignan valores relativos de afectación:

Valor de 3: alto efecto

Valor de 2: medio efecto

Valor de 1: bajo efecto

Para los factores tendientes hacer modificados por la etapa de construcción del sitio se encuentra que el valor total de la matriz es de **324**, que da como resultado un impacto total. Los valores obtenidos para los factores de presión hacen a **90 puntos, esto es el 27.77 %** del valor total. Ello indica un impacto tendiente hacer bajo. El elemento que tiene mayor impacto corresponde a la construcción de infraestructura de apoyo y construcción de estanques. El bajo estado de conservación de los elementos naturales del área del proyecto, está determinando el bajo valor del impacto ambiental dentro de los predios y en las áreas colindantes.

Fase de operación y mantenimiento

Cuadro.116

| FACTORES MODIFICADOS                    | FACTORES DE PRESIÓN   |                  |                   |                       |          |                               |  |   |                      |
|---|-----------------------|------------------|-------------------|-----------------------|----------|-------------------------------|--|---|----------------------|
|   | Aclimatación de crías | Siembra de crías | Engorda comercial | Alimentación de peces | Limpieza | Cosecha del producto generado | Comercialización del producto generado | Mantenimiento de infraestructura reproductiva | Control de patógenos |
| Relieve                                 | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 0                    |
| Paisaje                                 | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 0                    |
| Formación de suelo orgánico             | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 0                    |
| Perdida de microorganismos edáficos     | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 1                    |
| Húmeda del suelo                        | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 0                    |
| Flujo de nutrientes del suelo           | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 0                    |
| Arrastre de suelo                       | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 0                    |
| Absorción y retención de agua           | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 0                    |
| Escurremientos superficiales            | 0                     | 1                | 1                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 0                    |
| Trayectoria de escurrimientos naturales | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 0                    |
| Volumen de escurrimientos               | 3                     | 3                | 3                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 3   | 0                    |
| Desplazamiento de individuos            | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 3                    |
| Pedida de cubierta vegetal              | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 0                    |
| Alteración de procesos reproductivos    | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 0                    |
| Modificación de asociaciones            | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 0                    |
| Presencia de vegetación secundaria      | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 0                    |
| Pérdida de biodiversidad                | 0                     | 0                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 1                    |
| Desplazamiento de fauna                 | 1                     | 1                | 0                 | 0                     | 0        | 0                             | 0                                      | 0   | 1                    |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|   |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Perdida de sitios para la alimentación de fauna   | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        |
| Pérdida de sitios para la reproducción de fauna   | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 1        |
| Incremento del proceso de aislamiento geográfico de especies terrestres pequeñas de fauna | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Generación de residuos sólidos  | 2        | 2        | 2        | 2        | 2        | 1        | 2        | 2        | 1        |
| Generación de partículas suspendidas  | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Favorece presencia de erosión hídrica   | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Favorece presencia de erosión eólica  | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Alteración de la visual local   | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| Generación de ruido   | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        | 0        |
| <b>TOTAL DE PUNTOS</b>  | <b>6</b> | <b>7</b> | <b>6</b> | <b>2</b> | <b>2</b> | <b>1</b> | <b>2</b> | <b>5</b> | <b>1</b> |

Para considerar un comparativo cuantitativo se asignan valores relativos de afectación:

Valor de 3: alto efecto

Valor de 2: medio efecto

Valor de 1: bajo efecto

Para los factores tendientes hacer modificados por la etapa de operación y mantenimiento del sitio se encuentra que el valor total de la matriz es de **729** que da como resultado un impacto total. Los valores obtenidos para los factores de presión hacen a solo **32 puntos, esto es el 4.3 %** del valor total, ello indica un impacto bajo. El elemento que tiene mayor impacto corresponde a el manejo de las poblaciones de truchas manejadas durante su proceso de engorda y venta.

De esta información se puede concretar que el impacto generado por la actividad de construcción del proyecto acuícola, no generara impactos importantes a los sistemas naturales, en gran medida por los siguientes factores:

- Los proyectos no generan residuos de alto impacto.
- La construcción de la infraestructura se realizará en varias etapas.
- Se generará una estabilización de las afluentes de agua que alimenten a los estanques.
- No existen cambios significativos en los volúmenes de agua que se emplearán en el cultivo.

## VI. MEDIDAS PREVENTIVAS Y DE MITIGACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES.

### 6.1. Medidas preventivas

En los siguientes cuadros se indican las medidas preventivas por las diferentes etapas del desarrollo del proyecto y las actividades específicas, estas medidas serán implementadas para cada proyecto acuícola a construir.

#### Preparación del sitio

**Cuadro.117-** Trabajos preliminares.

| Actividad                           | Impacto ambiental provocado  | Medidas de prevención y mitigación   |
|-------------------------------------|--|--|
| Deshierbe                           | Desplazamiento de fauna  | Reforestación con especies nativas rescatadas para la generación de las condiciones necesarias para la generación de habitats naturales.   |
| Trazo y nivelación                  | Desplazamiento de vegetación<br>Rompimiento de la estructura edáfica                                       | Desarrollo del programa de rescate de especies vegetales nativas<br>Desarrollo del programa de Conservación del suelo.   |
|                                     | Suelo expuesto a la erosión hídrica.   | Establecer la instalación permanente de elementos para la retención de suelos.   |
|                                     | Suelo expuesto a la erosión eólica.  | Aspersión continua de agua.  |
|                                     | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos) | Elaboración y operación de un programa de reforestación de acciones a corto plazo para plantar especies vegetales tan pronto sea posible de acuerdo al programa respectivo, dando prioridad a las zonas propensas a erosionarse. |
| Movimiento de maquinaria            | Compactación del suelo.  | Desarrollo del programa de conservación del suelo.   |
|                                     |  | Transporte de maquinaria pesada con equipo adecuado.   |
|                                     |  | Establecer las posibles rutas de acceso que coincidan con las áreas que serán utilizadas como áreas constructivas.   |
| Movimiento de materiales y personal | Compactación de suelo.   | Programa de recolección de basura.   |
|                                     | Generación de residuos.  | Delimitar áreas de trabajo,  |

**Construcción**

**Cuadro.118-Construcción.**

| Actividad                                | Impacto ambiental provocado  | Medidas de prevención y mitigación  |
|--|--|---|
| Construcción de infraestructura de apoyo | Emisión de partículas, generación de ruido y humos por la maquinaria, materiales sobrantes de la construcción.                 | Aspersión de agua, mantenimiento oportuno a la maquinaria, verificación<br><br>Programa para la reutilización del material sobrante de la construcción o la disposición de éstos en los lugares autorizados para tal fin. |
|  | Erosión de los cortes y rellenos recién hechos y sedimentación temporal en las vías de drenaje natural.                        | Limitar el movimiento de tierras. Protegiendo los canales de drenaje a través de un diseño de captación, conducción y destino final de las aguas pluviales.   |
|  | Contaminación del suelo y el agua con aceite, grasa y combustible por uso de maquinaria.                                       | Recolectar los aceites que se generen como mantenimiento de la maquinaria y reciclarlos según la normatividad vigente en la materia.  |
|  | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos)                     | Diseño del sistema para la captación, conducción y destino de las aguas pluviales.  |
|  | Erosión del suelo en los alrededores de la infraestructura.  | Diseño del sistema para la captación, conducción y destino de las aguas pluviales.  |
| Construcción de estanquería              | Emisión de partículas, generación de ruido y humos por la maquinaria, materiales sobrantes de la construcción.                 | Aspersión de agua, mantenimiento oportuno a la maquinaria, verificación<br><br>Programa para la reutilización del material sobrante de la construcción o la disposición de éstos en los lugares autorizados para tal fin. |
|  | Erosión de los cortes y rellenos recién hechos y sedimentación temporal en las vías de drenaje natural.                        | Limitar el movimiento de tierras. Protegiendo los canales de drenaje a través de un diseño de captación, conducción y destino final de las aguas pluviales.   |
|  | Contaminación del suelo y el agua con aceite, grasa y combustible por uso de maquinaria.                                       | Recolectar los aceites que se generen como mantenimiento de la maquinaria y reciclarlos según la normatividad vigente en la materia.  |
|  | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos)                     | Diseño del sistema para la captación, conducción y destino de las aguas pluviales.  |
|  | Erosión de las tierras debajo del piso del camino, donde se recibe el caudal concentrado de los drenajes cubiertos o abiertos. | Diseño del sistema para la captación, conducción y destino de las aguas pluviales.  |
| Pruebas preoperacionales                 | Emisión de partículas, generación de ruido y humos por la maquinaria, materiales sobrantes de la construcción.                 | Mantenimiento oportuno a la maquinaria y verificación.  |
|  | Contaminación del suelo y el agua con aceite, grasa y combustible por uso de maquinaria.                                       | Recolectar los aceites que se generen como mantenimiento de la maquinaria y reciclarlos según la normatividad vigente en la materia.  |

**Operación y mantenimiento.**

**Cuadro.119** Operación y mantenimiento.

| <b>Actividad</b>                                    | <b>Impacto ambiental provocado</b>              | <b>Medidas de prevención y mitigación</b>   |
|---|---|---|
| Aclimatación de crías                               | Incremento de materia orgánica en agua          | Establecer filtros para la captación de partículas sedimentables.   |
|   | Cambio hidrodinámica de escurrimientos de agua. | Controlar los flujos de agua para evitar retenciones de los volúmenes por periodos de tiempo prolongados. |
| Siembra de crías                                    | Incremento de materia orgánica en agua          | Establecer filtros para la captación de partículas sedimentables.   |
|   | Escape de crías al medio natural                | Programa preventivo para evitar fugas de crías.   |
|   | Cambio hidrodinámica de escurrimientos de agua. | Controlar los flujos de agua para evitar retenciones de los volúmenes por periodos de tiempo prolongados. |
| Engorda comercial                                   | Incremento de materia orgánica en agua          | Establecer filtros para la captación de partículas sedimentables.   |
| Biometrías de peces                                 | Generación de residuos sólidos                  | Programa de monitoreo.  |
| Ajuste de tasas alimenticias                        | Incremento de materia orgánica en agua          | Establecer filtros para la captación de partículas sedimentables.   |
| Alimentación de peces                               | Generación de residuos sólidos                  | Establecer un programa semanal de colecta de basura.  |
| Limpieza  | Generación de residuos sólidos                  | Establecer un programa semanal de colecta de basura.  |
| Cosecha del producto generado                       | Generación de residuos sólidos                  | Establecer un programa semanal de colecta de basura.  |
| Comercialización del producto generado              | Generación de residuos sólidos                  | Establecer un programa semanal de colecta de basura.  |
| Mantenimiento de infraestructura productiva         | Generación de residuos sólidos                  | Establecer un programa semanal de colecta de basura.  |
| Control de patógenos                                | Generación de residuos sólidos                  | Establecer un programa semanal de colecta de basura.  |
|   | Cambio en la composición química del agua       | Disminuir las dosis a índices de toxicidad bajos. Mantener aislados las áreas de tratamiento.             |
| Reparto de utilidades (actividades administrativas) | Generación de residuos sólidos                  | Establecer un programa semanal de colecta de basura.  |
| Retroalimentación del grupo de trabajo              | Generación de residuos sólidos                  | Establecer un programa semanal de colecta de basura.  |
| Evaluación del proyecto                             | Generación de residuos sólidos                  | Establecer un programa semanal de colecta de basura.  |

## **6.2. Descripción de la medida o sistema de medidas de mitigación**

### **6.2.1 Análisis de simulación de los eventos máximos probables y su posibilidad de ocurrencia.**

Existe la probabilidad dentro de los eventos perjudiciales que pueden presentarse problemas en la ejecución y operación del proyecto, estos están representados por la muerte masiva de las poblaciones bajo cultivo, por causas externas derivadas de la obstrucción temporal de la entrada de agua a la granja, envenenamiento accidental o provocado con sustancias tóxicas o bien por la presencia de enfermedades, el diseño, construcción y operación de la infraestructura reúne las condiciones necesarias para el control de este tipo de eventos, evitando que los organismos muertos pasen al ecosistema acuático.

### **6.2.2 Programa preventivo para evitar la fuga de organismos al sistema**

Se realizará con mucho cuidado el traslado de las bolsas con crías y su siembra en los estanques de crianza, así como su cambio a la estanquería de engorda, tratando que las bolsas o equipo empleado para tal fin no sean golpeado durante el manejo, con esto se evitará el estrés de los organismos.

La organización del grupo será primordial, ya que el éxito dependerá del grado de apropiamiento que tengan los productores del proyecto.

Las biometrías se programaran durante los periodos de menor insolación posible con la finalidad de que los peces no sufran estrés por las temperaturas, de preferencia se ejecutara durante las tardes o por las mañanas.

Con el mantenimiento programado cada mes se tendrá la certeza de que el sistema de engorda funcione correctamente. En caso de que algún estanque presente problemas como por ejemplo rompimiento de los tubos de control de nivel y paso de organismos estos se remplazaran o en su caso los peces serán distribuidos en otros estanques.

De acuerdo a las biometrías realizadas el asesor técnico, éste proporcionará a los productores el dato exacto de la cantidad de alimento que deberán suministrar a los peces, con esto se conocerá el estado físico del pez, crecimiento y tiempo de cosecha del producto.

La cosecha se realizará con mucho cuidado con una red y auxiliados con una red de cuchara. El producto se comercializará en el restaurante con que cuenta la Sociedad Cooperativa en la Cabecera Municipal, principalmente. Los excedentes se comercializarán como producto vivo, a otros desarrollos trufícolas que lo demanden, localizados principalmente en los municipios de Huasca de Ocampo y Mineral del Chico.

### **6.2.3 Programa de monitoreo en de la granja para verificar la eficiencia de las medidas**

Se realizara un programa de monitoreo basándose en los componentes que corresponden a inicio del cultivo, parámetros fisicoquímicos del agua, mantenimiento de infraestructura, biometrías de peces y cosecha, estas variantes proporcionan los criterios para evaluar la eficiencia de medidas preventivas que sustentan el desarrollo del proyecto.

#### **6.2.4 Localización de elementos auxiliares temporales y permanentes**

Para la ubicación de los elementos auxiliares, temporales y permanentes, como maquinaria, almacenes de materiales, instalaciones provisionales de obra, sistemas de saneamiento, zonas de vertido, vías de acceso a las obras y otros, se clasificará durante el desarrollo del proyecto, el territorio en dos categorías.

**Zonas Restringidas.** Son las áreas de cierto valor ambiental cuya conservación es deseable. En ellas sólo se admite la localización de instalaciones de carácter temporal y durante la realización de las obras, debiendo quedar el terreno a su finalización en sus condiciones originales, tanto topográficas como recubierta vegetal. Estas zonas se incluirán dentro de las labores de restauración ecológica y paisajística del proyecto.

**Zonas Admisibles.** Incluyen el territorio con menores méritos de conservación (zonas degradadas, vertederos). En ellas se podrán localizar aquellas instalaciones y elementos de carácter permanente (áreas de construcción del proyecto).

El proyecto prevé la señalización detallada de las zonas a ser ocupadas por la construcción de los estanques e infraestructura adicional que se limitará, siempre que sea posible. Las zonas de instalaciones auxiliares y caminos de acceso también se marcarán convenientemente con anticipación, de manera que la circulación de la maquinaria y la localización de elementos auxiliares se restrinjan a las superficies acotadas.

El proyecto incorporará normas de operación y sanción que garanticen el estricto respeto de las zonas señaladas.

#### **6.2.5 Tratamiento y gestión de residuos**

El proyecto prevé la gestión, de acuerdo con la normativa vigente, de los aceites, combustibles, cementos y otros sólidos procedentes de las zonas de instalaciones, de tal manera que, en ningún caso, lleguen a los cursos de agua.

#### **6.2.6 Criterios para la restauración vegetal**

La restauración vegetal refleja el carácter local del paisaje, atenderá, por tanto, a criterios de coherencia ecológica y paisajística, y de funcionalidad en el sentido de controlar la erosión de las superficies desnudas producidas por las obras; ello implica llevar el terreno a tratar hacia el aspecto y composición vegetal predominante en el entorno; la utilización de especies autóctonas es recomendable, pero no necesariamente exclusiva, sino que hay que procurar un equilibrio entre lo autóctono, lo existente en el entorno y lo que proporcione una mayor probabilidad de éxito, teniendo en cuenta la precariedad de los cuidados de conservación previsibles.

##### **6.2.6.1 Selección de especies**

Los principales factores considerados en la selección de las especies vegetales a utilizar en la restauración son:

Las condiciones climáticas, que también determinan las labores de preparación para siembras y plantaciones y las necesidades de mantenimiento.

Las particularidades microclimáticas, como las derivadas de la exposición; efecto solar/umbría, principalmente.

La forma y estructura geofísica prevista de las superficies a revegetar: pendiente, granulometría, pedregosidad, litología que también afectan al tipo de revegetación, cantidad de material a utilizar, etc. La vegetación y usos del suelo en el entorno, de manera que sea efectiva la coherencia ecológica y paisajística.

Todo ello se traducirá en la utilización de plantas y semillas de especies autóctonas de árboles, arbustos, matorrales y herbáceas (anuales o bianuales) que deben proceder de la misma zona o de zonas similares, según criterios biogeográficos, litológicos, de vegetación potencial y climática. A los efectos de este documento se entenderá por plantas “autóctonas” aquellas que se hallen en la zona en proporciones significativas con anterioridad a las obras, bien por tratarse de especies pertenecientes a los ecosistemas locales, bien por tratarse de especies forestales cultivadas habitualmente en el lugar.

#### **6.2.6.2 Plantaciones**

En principio en las plantaciones sólo se admitirán plantas arbóreas o arbustivas autóctonas cuya existencia en los viveros esté garantizada; la utilización de otras deberá justificarse de forma clara.

En cuanto al tamaño, se utilizarán preferiblemente plantas de una o dos savias, complementadas incluso con la siembra de especies arbóreas y arbustivas; solamente se aceptarán plantas de porte medio o alto en zonas especialmente visibles que requieren corrección a corto plazo o en las que se pretenda jardinar.

#### **6.2.7 Adecuación del diseño de determinados elementos constructivos**

La totalidad del sistema de drenaje auxiliar de los estanques (canales laterales, cunetas, arquetas, sifones, entradas y salidas) serán consideradas como paso bidireccional de fauna y, por tanto, desprovisto de estructuras de caída vertical que impidan el retorno. Sobre todo de aquellas zonas que limiten el río.

Asimismo, el diseño de todos los elementos de drenaje, preverán que las especies que caigan a ellos (anfibios, ciertos micromamíferos y reptiles) puedan salir, aunque ello implique un sobredimensionamiento de los mismos.

#### **6.2.8 Criterios generales de restauración paisajística**

En todos los tratamientos se buscará la coherencia por armonía con el paisaje en cada lugar; el relieve procurará prolongar el elemento natural, aunque para ello sea necesario prolongar el diseño de accesos; el modelado de los taludes evitará formas demasiado artificiales y tenderá a que la intersección con el terreno en las aristas de los bordes de los desmontes se produzca mediante el cambio gradual de las pendientes. Estas directrices añaden a su justificación estética otra de carácter técnico en cuanto facilitan la restauración del suelo y la implantación de una cubierta vegetal; por otra parte el modelado de taludes permite ajustar el equilibrio de materiales por tramos.

#### **6.2.9 El manejo de residuos derivados de la construcción**

##### **Reciclaje y rehuso**

En esta actividad se deberán utilizar para el diseño del sistema de procesamiento de residuos el procesamiento en el sitio y procesamiento manual. Se emplearán estos procesamientos por las siguientes ventajas:

- El proceso manual favorecer la selección de un proceso de mano de obra intensiva; los trabajadores pueden seleccionar materiales que son difíciles de segregar por medios mecánicos; tener la disponibilidad de fuerza laboral para otras tareas y relativamente baja inversión de capital para el proceso.
- Procesamiento en el sitio evitar el transportes de materiales de baja densidad; la manipulación doble (menos costos, menos contaminación atmosférica) y se cuenta con mas flexibilidad en el uso del equipo.
- La operación inicial comprenderá una simple segregación manual en el sitio de construcción. Algunos de los materiales como los metales y la madera se pueden segregar para su venta, su reutilización o su descarte final separado del resto de los materiales.

Para procesar los residuos se podrán incorporar varios tipos de cernidores para sacar las rocas y la tierra del resto de los materiales.

La madera se puede separar de los demás materiales si desde un principio se destina a sus usos específicos, evitando con ello su mezcla con materiales pétreos. Por tanto, se esperaría un mínimo de contaminación por madera.

Otra actividad importante para el reciclado, es el procesamiento en obra de los materiales, dado que favorece y contribuye al incremento del rehúso de materiales empleados en la construcción. En estos casos exigirá que la mayor parte de los residuos sean reutilizados o se reciclen para las edificaciones nuevas.

#### **6.2.10 Prevención de la contaminación atmosférica**

Con esta actividad se pretende reducir el riesgo de contaminación atmosférica por partículas, materiales plásticos y gases, en las diferentes fases del proyecto acuícola.

##### **Tiene como objetivos específicos**

- Disminuir la generación de particular suspendidas y gases, en las diferentes etapas del proyecto.
- Implementar dispositivos para evitar la generación de CO<sub>2</sub>.

##### **Actividades principales**

- Corroborar la verificación vehicular de los transportistas contratados para el desarrollo de la obras.
- Humedecer las áreas de tránsito y el movimiento de tierras con dispersores de agua.

#### **6.2.11 Prevención de la contaminación por ruido**

En este apartado se pretende prevenir afectaciones originadas por ruido.

##### **Tiene como objetivos**

- Proporcionar condiciones de seguridad al personal involucrado en la construcción del proyecto acuícola.
- Reducir los efectos a las poblaciones de aves y pequeños mamíferos por la generación de ruido realizada por equipos y personas que participan en el desarrollo del proyecto.

### **Estrategias**

- Reducir el nivel de ruido provocado en las diferentes fases de construcción del proyecto acuícola.

### **Actividades**

- Uso de silenciadores en maquinaria y automotores.
- Requerir la verificación de maquinaria y automotores.

## **6.2.12 Prevención de la contaminación por residuos peligrosos.**

Dar el manejo adecuado a los residuos peligrosos generados en el desarrollo del proyecto acuícola.

### **Objetivos específicos**

- Evitar contaminación de aguas superficiales y subterráneas.
- Evitar la contaminación de suelo y subsuelo.

### **Estrategias**

- Identificar los residuos que por sus características los vuelven peligrosos.

### **Acciones**

- Monitoreo de los residuos generados durante el desarrollo del proyecto acuícola.
- Implementar el programa de manejo de residuos peligrosos (aceites, pinturas, envases que contuvieron materiales peligrosos, etc.)
- Contar con la infraestructura requerida para almacenar temporalmente a los residuos peligrosos.
- Contratar empresas autorizadas para el transporte, tratamiento y/o confinamiento de residuos peligrosos.

Cuando la infraestructura de apoyo este funcionando será necesario adecuar un área para eviscerado del producto generado.

Los desechos generados como agua, escamas, vísceras, huesos y piel tendrán que colocarse en contenedores y transportarse a las áreas provistas por el municipio.

La otra opción es que los productores lleven estos desechos a una fosa común, autorizada por la instancia correspondiente.

## **6.2.13 Criterios para la protección de la fauna.**

### **Adecuación de los drenajes para su uso por la fauna**

Los drenajes propios de la infraestructura, además de su función principal, se adecuará también para servir como pasos de fauna, si se acondicionan para ello, previniendo, por ejemplo, anchura suficiente, geometría adecuada y vías paralelas para el agua y para los animales dentro del tubo de drenaje.

Medidas compensatorias – estructuras de sustitución – donde sea imposible construir pasos de fauna

Si no se pudiera habilitar un paso adecuado, se tomarán medidas compensatorias, como colocar bebederos, charcas de reproducción de anfibios, refugios, etc. Cuando algunas poblaciones pequeñas puedan quedar aisladas se habilitara un paso, aunque haya que dirigirla al mismo.

### **Calidad del agua**

El oxígeno disuelto es uno de los parámetros fisicoquímicos más importantes a controlar, en el cultivo de peces en jaulas, por lo que se recomienda tener un sistema de aireación de emergencia por si se presentara una disminución drástica en los valores de oxígeno del agua.

Se recomienda que periódicamente se lleve a cabo un programa de monitoreo de la calidad de agua, para obtener una base de datos que nos indique los periodos críticos de este parámetro y así poder programar tanto la producción como el desplazamiento de la infraestructura.

## VII. PRONÓSTICOS AMBIENTALES Y, EN SU CASO, EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.

### 7.1. Pronóstico de escenario

En las siguientes tablas se indica los distintos escenarios que se espera obtener mediante la aplicación de las diferentes medidas de mitigación para los impactos ambientales detectados, producto de las tres fases del desarrollo de las obras de los proyectos acuícolas.

#### Preparación del sitio

**Cuadro120-** Trabajos preliminares.

| Actividad          | Impacto ambiental provocado  | Medidas de prevención y mitigación   | Pronóstico de escenario  |
|--------------------|--|--|--|
| Deshierbe          | Desplazamiento de fauna  | Reforestación con especies nativas rescatadas para la generación de las condiciones necesarias para la generación de hábitats naturales.   | Restitución de microhábitats de fauna pequeña y mediana.<br>Incremento de aves.                              |
| Trazo y nivelación | Desplazamiento de vegetación<br>Rompimiento de la estructura edáfica   | Desarrollo del programa de rescate de especies vegetales nativas<br>Desarrollo del programa de Conservación del suelo.   | Recuperación paisajística.<br>Disminución del proceso erosivo.   |
|                    | Suelo expuesto a la erosión hídrica.   | Establecer la instalación permanente de elementos para la retención de suelos.   | Conservación del suelo orgánico y recuperación de microorganismos edáficos.                                  |
|                    | Suelo expuesto a la erosión eólica.  | Aspersión continua de agua..   | Disminución de partículas atmosféricas e incremento de eventos reproductivos de las plantas.                 |
|                    | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos)   | Elaboración y operación de un programa de reforestación de acciones a corto plazo para plantar especies vegetales tan pronto sea posible de acuerdo al programa respectivo, dando prioridad a las zonas propensas a erosionarse. | Control de erosión y escorrentías de agua pluvial.<br>Disminución de sedimentos en arroyos y ríos.           |
|                    | Erosión de las tierras debajo del piso del camino, donde se recibe el caudal concentrado de los drenajes cubiertos o abiertos  | Diseño del sistema para la captación, conducción y destino de las aguas pluviales.   | Conducción de agua por sitios adecuados para evitar erosión y conservar la hidrodinámica de los arroyos.     |
|                    | Afectación ambiental, trastorno y destrucción de la fauna debido a la interrupción de las rutas migratorias, el disturbio de los hábitats y los problemas relacionados con el ruido. | Reforestar con especies endémicas o nativas, el entorno del proyecto, generando una zona de amortiguamiento.<br><br>Mantenimiento preventivo de parque de maquinaria y equipo.   | Generar sitios de alimentación en el bosque fragmentado y con ello, promover un sitio de paso para la fauna. |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|                          |                         |   |  |
|--------------------------|-------------------------|---|--|
|                          |                         | Establecimiento de horarios de trabajo diurnos  |  |
| Movimiento de maquinaria | Compactación del suelo. | Desarrollo del programa de Conservación del suelo.  | Disminución de sedimentos en arroyos y ríos.   |
|                          |                         | Transporte de maquinaria pesada con equipo adecuado.  | Conservación de la estructura física del suelo y conservación de los procesos de germinación de las plántulas. |
|                          |                         | Establecer las posibles rutas de acceso que coincidan con las áreas que serán utilizadas como vialidades dentro del desarrollo. | Conservación de la estructura física del suelo y conservación de los procesos de germinación de las plántulas. |

**Construcción**

**Cuadro.121- Construcción.**

| Actividad                                | Impacto ambiental provocado   | Medidas de prevención y mitigación  | Pronóstico de escenario   |
|--|---|---|---|
| Construcción de infraestructura de apoyo | Emisión de partículas, generación de ruido y humos por la maquinaria, materiales sobrantes de la construcción.                | Aspersión de agua, mantenimiento oportuno a la maquinaria, verificación<br><br>Programa para la reutilización del material sobrante de la construcción o la disposición de éstos en los lugares autorizados para tal fin. | Disminución de partículas atmosféricas.<br><br>Conservación de elementos paisajísticos. |
|  | Erosión de los cortes y rellenos recién hechos y sedimentación temporal en las vías de drenaje natural.                       | Limitar el movimiento de tierras. Protegiendo los canales de drenaje a través de un diseño de captación, conducción y destino final de las aguas pluviales.   | Conservación de escurrimientos naturales y disminución de sedimentos en arroyos y ríos. |
|  | Contaminación del suelo y el agua con aceite, grasa y combustible por uso de maquinaria.                                      | Recolectar los aceites que se generen como mantenimiento de la maquinaria y reciclarlos según la normatividad vigente en la materia.  | Conservación de propiedades y características químicas del suelo.                       |
|  | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos)                    | Diseño del sistema para la captación, conducción y destino de las aguas pluviales.  | Conservación de escurrimientos naturales y disminución de sedimentos en arroyos y ríos. |
|  | Erosión de las tierras debajo del piso del camino, donde se recibe el caudal concentrado de los drenajes cubiertos o abiertos | Diseño del sistema para la captación, conducción y destino de las aguas pluviales.  | Conservación de escurrimientos naturales y disminución de sedimentos en arroyos y ríos. |
| Construcción de estanquería              | Emisión de partículas, generación de ruido y humos por la maquinaria, materiales sobrantes de la construcción.                | Aspersión de agua, mantenimiento oportuno a la maquinaria, verificación   | Disminución de partículas atmosféricas.   |
|  |   | Programa para la reutilización del material sobrante de la construcción o la disposición de éstos en los lugares autorizados para tal fin.  | Conservación de elementos paisajísticos.  |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|                             |   |   |   |
|-----------------------------|---|---|---|
|                             | Erosión de los cortes y rellenos recién hechos y sedimentación temporal en las vías de drenaje natural.                       | Limitar el movimiento de tierras. Protegiendo los canales de drenaje a través de un diseño de captación, conducción y destino final de las aguas pluviales. | Conservación de escurrimientos naturales y disminución de sedimentos en arroyos y ríos. |
|                             | Contaminación del suelo y el agua con aceite, grasa y combustible por uso de maquinaria.                                      | Recolectar los aceites que se generen como mantenimiento de la maquinaria y reciclarlos según la normatividad vigente en la materia.                        | Conservación de propiedades y características químicas del suelo.                       |
|                             | Interrupción de los sistemas de drenaje subterráneos y superficiales (en el área de los cortes y rellenos)                    | Diseño del sistema para la captación, conducción y destino de las aguas pluviales.  | Conservación de escurrimientos naturales y disminución de sedimentos en arroyos y ríos. |
|                             | Erosión de las tierras debajo del piso del camino, donde se recibe el caudal concentrado de los drenajes cubiertos o abiertos | Diseño del sistema para la captación, conducción y destino de las aguas pluviales.  | Conservación de escurrimientos naturales y disminución de sedimentos en arroyos y ríos. |
| Pruebas pre – operacionales | Emisión de partículas, generación de ruido y humos por la maquinaria, materiales sobrantes de la construcción.                | Mantenimiento oportuno a la maquinaria y verificación   | Conservación de propiedades y características químicas del suelo.                       |
|                             | Contaminación del suelo y el agua con aceite, grasa y combustible por uso de maquinaria.                                      | Recolectar los aceites que se generen como mantenimiento de la maquinaria y reciclarlos según la normatividad vigente en la materia.                        | Conservación de propiedades y características químicas del suelo.                       |

**Operación y mantenimiento**

**Cuadro.122** Operación y mantenimiento.

| Actividad             | Impacto ambiental provocado                     | Medidas de prevención y mitigación  | Pronóstico de escenario   |
|-----------------------|---|---|---|
| Aclimatación de crías | Incremento de materia orgánica en agua          | Establecer filtros para la captación de partículas sedimentables.   | Conservación de propiedades coloidales del agua.                          |
|                       | Cambio hidrodinámica de escurrimientos de agua. | Controlar los flujos de agua para evitar retenciones de los volúmenes por periodos de tiempo prolongados. | Mantenimiento de la hidrodinámica de los afluentes entrantes y salientes. |
| Siembra de crías      | Incremento de materia orgánica en agua          | Establecer filtros para la captación de partículas sedimentables.   | Conservación de propiedades coloidales del agua.                          |
|                       | Cambio hidrodinámica de escurrimientos de agua. | Controlar los flujos de agua para evitar retenciones de los volúmenes por periodos de tiempo prolongados. | Mantenimiento de la hidrodinámica de afluentes entrantes y salientes.     |
| Engorda comercial     | Incremento de materia orgánica en agua          | Establecer filtros para la captación de partículas sedimentables.   | Conservación de propiedades coloidales del agua.                          |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
| Biometrías de peces                                 | Generación de residuos sólidos            | Programa de monitoreo.   | Conservación de los arroyos y zonas de trabajo.    |
| Ajuste de tasas alimenticias                        | Incremento de materia orgánica en agua    | Establecer filtros para la captación de partículas sedimentables.                                | Conservación de propiedades coloidales del agua.   |
| Alimentación de peces                               | Generación de residuos sólidos            | Establecer un programa semanal de colecta de basura.   | Conservación de los arroyos y zonas de trabajo.    |
| Limpieza  | Generación de residuos sólidos            | Establecer un programa semanal de colecta de basura.   | Conservación de los arroyos y zonas de trabajo.    |
| Cosecha del producto generado                       | Generación de residuos sólidos            | Establecer un programa semanal de colecta de basura.   | Conservación de los arroyos y zonas de trabajo.    |
| Comercialización del producto generado              | Generación de residuos sólidos            | Establecer un programa semanal de colecta de basura.   | Conservación de los arroyos y zonas de trabajo.    |
| Mantenimiento de infraestructura productiva         | Generación de residuos sólidos            | Establecer un programa semanal de colecta de basura.   | Conservación de los arroyos y zonas de trabajo.    |
| Control de patógenos                                | Generación de residuos sólidos            | Establecer un programa semanal de colecta de basura.   | Conservación de los arroyos y zonas de trabajo.    |
|   | Cambio en la composición química del agua | Disminuir las dosis a índices de toxicidad bajos.<br>Mantener aislados las áreas de tratamiento. | Conservación de las propiedades químicas del agua. |
| Reparto de utilidades (actividades administrativas) | Generación de residuos sólidos            | Establecer un programa semanal de colecta de basura.   | Conservación de los arroyos y zonas de trabajo.    |
| Retroalimentación del grupo de trabajo              | Generación de residuos sólidos            | Establecer un programa semanal de colecta de basura.   | Conservación de los arroyos y zonas de trabajo.    |
| Evaluación del proyecto                             | Generación de residuos sólidos            | Establecer un programa semanal de colecta de basura.   | Conservación de los arroyos y zonas de trabajo.    |

### 7.3 Programa de monitoreo

Para este apartado se desarrollan indicadores de seguimiento, además se definen los aspectos objeto de vigilancia, los indicadores establecidos y los criterios para su aplicación.

#### Señalamiento de la zona de ocupación del trazado, de los elementos auxiliares y de los caminos de acceso.

**Cuadro.123**

|  |
|--|
| <b>Objetivo: Minimizar la ocupación de suelo por las obras y sus elementos auxiliares.</b>   |
| Indicador de realización: Longitud correctamente señalizada en relación a la longitud total del perímetro correspondiente a la zona de ocupación, elementos auxiliares y caminos de acceso en su entronque con la taza, expresado en porcentaje. |
| Calendario: Control previo al inicio de las obras y verificación semanal durante la fase de construcción.  |
| Valor umbral: Menos del 80 por 100 de la longitud total correctamente señalada a juicio de la Dirección Ambiental de Obra.   |
| Momento/os de análisis del Valor Umbral: Cada vez que se realiza la verificación.  |
| Medida: Reparación o reposición de la señalización.  |

**Cuadro.124**

|   |
|---|
| <b>Objetivo: Marcar las zonas excluidas en la parte colindante con la obra para extremar la prevención de efectos sobre ellas.</b>  |
| Indicador de realización: Longitud colindante del área excluida correctamente señalizada en relación con la longitud total colindante del área excluida, expresado en porcentaje. |
| Calendario de comprobación: Al inicio de las obras y verificación semanal durante la fase de construcción.  |
| Umbral de alerta: Menos del 80 por 100 de la longitud total correctamente señalizada a juicio de la Dirección Ambiental de Obra.  |
| Momento/os de análisis del Valor Umbral: Cada vez que se realiza la verificación.   |
| Medida: Reparación o reposición de la señalización.   |

**Cuadro.125**

|   |
|---|
| <b>Objetivo: Verificar la localización de elementos auxiliares fuera de las zonas excluidas.</b>  |
| Indicador: Superficie afectada según las categorías definidas: zonas excluidas, restringidas y admisibles, expresadas como porcentaje del total.                  |
| Frecuencia: Previa al comienzo de las obras. Control cada mes en fase de construcción incluyendo una al final y antes de la recepción.                            |
| Valor Umbral: 0 por 100 de zonas excluidas ocupadas. 0 por 100 de zonas restringidas ocupadas por elementos auxiliar y recuperación del espacio afectado.         |
| Observaciones: Se comprueba de esta forma que no se producen ocupaciones de las zonas excluidas y que las restringidas afectadas son sólo ocupadas temporalmente. |

**Cuadro.126**

|   |
|---|
| <b>Objetivo: Restauración de las zonas restringidas utilizadas para localizar elementos auxiliares temporales de las obras.</b> |
| Indicador: % superficie de zonas restringidas con restauración inadecuada o insuficiente de acuerdo con los                     |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|   |
|---|
| critérios señalados más abajo.  |
| Frecuencia: Control periódico después de la restauración, como mínimo dos veces al año durante el período de garantía.                        |
| Valor umbral: 10 por 100 de las zonas restringidas afectadas por localización de obras auxiliares con restauración inadecuada o insuficiente. |
| Momento/os de análisis del Valor Umbral: Fin de la temporada siguiente a la restauración.   |
| Medida/as complementarias: Reponer las acciones de restauración no realizada o defectuosa.  |
| Observaciones: Se considera restauración inadecuada o insuficiente en los siguientes casos:   |

Ausencia de vegetación (exceptuando aquellas zonas sin vegetación en la situación "sin" proyecto),  
Incremento de la presencia de materiales gruesos en la superficie del suelo,  
Incremento de la pendiente con respecto a la situación "sin" proyecto en aquellas zonas destinadas a sus agrícolas,  
Presencia de escombros,  
Presencia de basuras,  
Presencia de manchas de aceite o cualquier otra huella de contaminación,  
Relieve sustancialmente más irregular que en la situación "sin" proyecto.

Información a proporcionar por parte del contratista: El diario ambiental de la obra contendrá una ficha que adjunte material gráfico sobre:

- La situación "sin" proyecto,
- La situación mientras la instalación está en su uso,
- La situación tras la finalización de las obras de restauración.

Un mes después del Acta de replanteo, el contratista presentará un proyecto de recuperación ambiental de las zonas afectadas por la localización de obras auxiliares.

**Cuadro.127**

|   |
|---|
| <b>Objetivo: Evitar los daños producidos por la circulación de vehículos fuera de las zonas señalizadas.</b>  |
| Indicador: Circulación de vehículos fuera de las zonas señalizadas.   |
| Frecuencia: Al menos semanal, durante la fase de construcción.  |
| Valor Umbral: Presencia de vehículos de obra fuera de las zonas señalizadas.  |
| Momento/os de análisis de Valor Umbral: En cada verificación.   |
| Medida/as complementarias: Sanción prevista en el manual de buenas prácticas ambientales.   |
| Información a proporcionar por parte del contratista: Se anotarán en el Diario Ambiental de la obra todas las incidencias en este aspecto y justificación en su caso. |

**Conservación de suelo**

**Cuadro.128**

|   |
|---|
| <b>Objetivo: Evitar presencia de rechazos en la tierra vegetal.</b>   |
| Indicador: Presencia de materiales rechazables en el almacenamiento de tierra vegetal.  |
| Frecuencia: Control diario durante el período de retirada de la tierra vegetal y simultáneo con el control de la medida anterior.                             |
| Valor Umbral: Presencia de un 20 por 100 en volumen de materiales susceptibles de ser rechazados de acuerdo con los criterios establecidos por la Secretaría. |
| Momento/os de análisis del Valor Umbral: En cada control  |
| Medida/as complementarias: Revisión de los materiales.  |

Retirada de los volúmenes rechazables y reubicación.

### Protección de los sistemas Fluviales y de la calidad de las aguas

**Cuadro.129**

|   |
|---|
| <b>Objetivo: Evitar vertidos a cauces procedentes de las obras a realizar en sus proximidades.</b>  |
| Indicador: Presencia de materiales en las proximidades de los cauces con riesgo de ser arrastrados.   |
| Frecuencia: Control al menos semanal en las obras y sus afluentes.  |
| Valor Umbral: Presencia de materiales susceptibles de ser arrastrados al río.   |
| Momento/os de análisis del Valor Umbral: Comienzo y final de las obras de cimentación.  |
| Medida/as completarias: Revisión de las medidas tomadas. Emisión de informe y en su caso paralización de las obras de cimentación y realización de las actuaciones complementarias.                                 |
| Observaciones: El control se realizará por técnico competente.  |
| Información a proporcionar por parte del contratista: El Responsable Técnico de Medio Ambiente informará con carácter de urgencia al Director Ambiental de la Obra de cualquier vertido accidental a cauce público. |

**Cuadro.130**

|   |
|---|
| <b>Objetivo: Tratamiento y gestión de residuos.</b>   |
| Indicador: Presencia de aceites combustibles cementos y otros sólidos en suspensión no gestionados. |
| Frecuencia: Control mensual en fase de construcción.  |
| Valor Umbral: Incumplimiento de la normativa legal en el tratamiento y gestión de residuos.         |
| Medida/as complementarias: Sanción prevista en el manual.   |
| Observaciones: Se analizarán especialmente las áreas de almacenamiento de materiales.               |

### Protección y restauración de la vegetación

**Cuadro.131**

|   |
|---|
| <b>Objetivo: Protección de la vegetación en zonas sensibles</b>   |
| Indicador: La vegetación afectada por las obras.  |
| Frecuencia: Controles periódicos en fase de construcción. Periodicidad mínima mensual, en las zonas sensibles colindantes a las obras.  |
| Valor Umbral: 10 por 100 de superficie con algún tipo de afección negativa por efecto de las obras.   |
| Momento/os de análisis del Valor Umbral: Fase de construcción. Previo al acta de recepción provisional de las obras.  |
| Medida/as complementarias: Recuperación de las zonas afectadas.   |
| Observaciones: A efectos de este indicador se considera zonas sensibles las incluidas en las áreas excluidas a efectos de la localización de elementos auxiliares. Se considera vegetación afectada a aquella que:<br>Ha sido eliminada total o parcialmente<br>Dañada de forma traumática<br>Con presencia ostensible de partículas de polvo en su superficie foliar |

**Cuadro.132**

|   |
|---|
| <b>Objetivo: Preparación de la superficie del terreno para plantaciones y siembras.</b> |
|---|

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|  |
|--|
| Indicador de realización: Espesor de la capa de tierra vegetal incorporada a la superficie   |
| Frecuencia: Control diario durante el extendido de la tierra.  |
| Valor Umbral: No se admitirá un espesor inferior en un 10 por 100 al previsto en el proyecto.  |
| Momento/os de análisis del Valor Umbral: Previo al acta de recepción provisional de las obras  |
| Medidas: Aportación de una nueva capa de tierra vegetal hasta llegar a 30 cm, realización de labores contra compactación, eliminación de elementos gruesos, etc. |

**Cuadro.133**

|  |
|--|
| <b>Objetivo: Plantaciones</b>  |
| Indicador de realización: Número de individuos instalados en relación con los previstos en términos de especie, tamaño forma de preparación (raíz desnuda, cepellón o contenedor) y forma de plantación.   |
| Frecuencia: Controles semanal de la plantación.  |
| Valor Umbral: 10 por 100 de desviación respecto a lo previsto sin justificación y aceptación por el director ambiental.  |
| Momento de análisis del Valor Umbral: Previo al acta de recepción provisional de las obras.  |
| Medida/as complementarias: Control de las plantas en a su llegada a obra y control de las actividades para conseguir propagarlos de las plantas autóctonas, en su caso.  |
| Observaciones: La vigilancia ambiental se refiere no sólo a la traza de la infraestructura, sino también a las plantaciones a realizar en las zonas afectadas por elementos temporales. Las plantas que no puedan ser consideradas autóctonas, vivas o muertas, deberán retirarse y sustituidas por otras que lo sean.                                   |
| Información a proporcionar por parte del contratista: Se realizará una ficha en el diario ambiental de la obra en el que se anotarán como mínimo las fechas, las especies utilizadas, el marco de plantación, y las condiciones ambientales existentes durante la plantación. Así mismo se indicaran los controles realizados sobre el material vegetal. |

**Cuadro.134**

|  |
|--|
| <b>Objetivos particulares: Determinar las variables fisicoquímicas más importantes del área de estudio como: temperatura, oxígeno disuelto, porcentaje de saturación de oxígeno, pH, salinidad, alcalinidad, dureza total, amoníaco, nitrito, transparencia y profundidad.</b>   |
| <p><b>Metodología</b><br/>Se obtendrá información de las variables fisicoquímico del proyecto.<br/>La segunda etapa tendrá una duración de 11 meses y una periodicidad de muestreo mensual.<br/>Los registros obtenidos por cada mes de estudio serán concentrados y ordenados por esta consultaría donde se hará el análisis de los datos para obtener los resultados y conclusiones.</p> |
| <p><b>Aplicación de los resultados</b><br/>Con los resultados obtenidos se podrá predecir y determinar la viabilidad técnica, económica y ecológica del proyecto, además la autoridad ambiental podrá determinar basándose en los criterios de sustentabilidad la viabilidad ecológica del proyecto.</p>   |

VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y EQUIPO.

**Cuadro.135**

| Variable                  | Método                | Autor             |
|---------------------------|-----------------------|-------------------|
| Oxígeno disuelto mg/lit.  | Multianalizador Hanna | Manual Fabricante |
| Saturación de Oxígeno (%) | Multianalizador Hanna | Manual Fabricante |
| Temperatura de agua (°C)  | Multianalizador Hanna | Manual Fabricante |

**PROYECTOS ACUÍCOLA**  
Cultivo de Trucha arco iris en Estanques Circulares

|                                       |                        |                         |
|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|
| Temperatura ambiente (°C)             | Termómetro de mercurio | Manual Fabricante       |
| Alcalinidad mg/lt. CaCO <sub>3</sub>  | Ácido Sulfúrico        | Manual equipo Hach FF-2 |
| Dureza total mg/lt. CaCO <sub>3</sub> | EDTA                   | Manual equipo Hach FF-2 |
| Amonia mg/lt.                         | Coloración de disco    | Manual equipo Hach FF-2 |
| pH unidad                             | Coloración de disco    | Manual equipo Hach FF-2 |
| Nitrito mg/lt.                        | Coloración de disco    | Manual equipo Hach FF-2 |
| Acidez mg/lt.                         | Coloración de disco    | Manual equipo Hach FF-2 |
| Transparencia del agua                | Disco de secchi        |                         |
| Estado de marea                       | Tabla de mareas        |                         |
| Nubosidad                             | Escala de visibilidad  |                         |

**Cuadro.136** Calendario de muestreo

| Variable                              | Periodo 2002-2003 |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---------------------------------------|-------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
|                                       | J                 | J | A | S | O | N | D | E | F | M | A | M |   |
| Oxígeno disuelto mg/lt.               | x                 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Saturación de Oxígeno (%)             | x                 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Temperatura de agua (°C)              | x                 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Temperatura ambiente (°C)             | x                 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Alcalinidad mg/lt. CaCO <sub>3</sub>  | x                 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Dureza total mg/lt. CaCO <sub>3</sub> | x                 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Amonia mg/lt.                         | x                 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| pH unidad                             | x                 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Nitrito mg/lt.                        | x                 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Acidez mg/lt.                         | x                 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Transparencia del agua                | x                 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Estado de marea                       | x                 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| Nubosidad                             | x                 | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x | x |

**Cuadro.137** Formatos de presentación para los registros.

| Variable   | Hora | T°C Agua | T°C Amb. | Transp. | Oxígeno mg/lt. | % de saturación | Alcalinidad mg/lt. CaCO <sub>3</sub> | Dureza total mg/lt. CaCO <sub>3</sub> | Amonia mg/lt. | PH unidad | Nitrito mg/lt. | Acidez mg/lt. | Estado de marea | Nubosidad |
|------------|------|----------|----------|---------|----------------|-----------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------|-----------|----------------|---------------|-----------------|-----------|
| Estación 1 |      |          |          |         |                |                 |                                      |                                       |               |           |                |               |                 |           |
| Estación 2 |      |          |          |         |                |                 |                                      |                                       |               |           |                |               |                 |           |
| Estación 3 |      |          |          |         |                |                 |                                      |                                       |               |           |                |               |                 |           |
| Estación 4 |      |          |          |         |                |                 |                                      |                                       |               |           |                |               |                 |           |
| Estación 5 |      |          |          |         |                |                 |                                      |                                       |               |           |                |               |                 |           |

## VIII. CONCLUSIONES

- Las características ecológicas actuales de los predios son consideradas bajo un estado de conservación no satisfactoria, observa un alto grado de deterioro ecológico.
- El proyecto acuícola se desarrollarán en superficies pequeñas, sin que se tenga afectación por su construcción en el entorno natural dado que serán implementadas en áreas donde no se tienen afectaciones tanto a la flora como a la fauna nativa del lugar.
- Las actividades agrícolas y pecuarias actualmente desarrolladas representan un fuerte impacto ambiental para las comunidades de plantas y animales de la región del proyecto.
- El proyecto representa una alternativa de desarrollo sustentable para la localidad, dado su carácter de compatibilidad con el aprovechamiento racional de los recursos naturales de la zona.
- El mayor impacto por la instalación de la infraestructura (estanques y almacén) se verificará en el componente suelo y en áreas de no afectación.
- El desarrollo de infraestructura no afectará a las características ecológicas predominantes de los predios porque abarcarán superficies pequeñas y por la existencia de una vegetación secundaria, lo que implica no derribar árboles, en la mayoría de las obras.
- El proyecto presenta una oportunidad para el desarrollo del ecoproductivo, dado que la gestión y potencialidad productiva del Municipio de Acaxochitlán, Agua Blanca y Tepehuacán de Guerrero presenta condiciones adecuadas para ello, brindando oportunidades de empleo para los pobladores de la localidad.
- La infraestructura a implementar en el proyecto no presentarán un impacto en las características del Paisaje, dado que se sitúan en polígonos donde la afectación visual no es considerable.
- La operación del proyecto acuícola no generará cambios en las condiciones naturales de los recursos existentes en la zona.
- La fauna, en particular las aves, se ha adaptado a cambios de los espacios del bosque abierto originados por el desarrollo agrícola, por lo que para el sitio de estudio, este aspecto no representa afectación alguna.
- Durante la fase de operación del proyecto acuícola, no se observarán impactos ambientales significativos sobre los componentes ambientales, el recurso agua, en su dinámica hídrica, será el mas afectado, sin que estos sean significativos.

## IX. BIBLIOGRAFÍA

1. García E. 1981 Modificaciones Al Sistema De Clasificación Climática de Köeppen. Instituto De Geografía. Universidad Nacional Autónoma De México. D.F. 217 P.
2. Rzedowski, J. 1998. Vegetación De México Limusa. 432 P.
3. Sánchez Sánchez, O. 1994. La Flora Del Valle De México. Instituto Mexicano De Recursos Renovables. 608 P.
4. Tamayo, L. J. 1982. Geografía Moderna De México, México Trillas 400 P.
5. Peterson, T.R. Y Chalif, L.E. 1989. Aves De México. Guía De Campo. Ed. Diana. 473 P.
6. Diario Oficial De La Federación. 2001. Norma Oficial Mexicana Nom-059-Ecol-2001., México.
7. Inegi, 1992. Síntesis Geográfica Del Estado De Hidalgo-Mexico.
8. Semarnat, 2003. Ley General De Desarrollo Forestal Sustentable.
9. Semarnat, 2000. Ley General Del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.
10. Diario Oficial De La Federación, 2000. Reglamento De La Ley General De Equilibrio Ecológico Y Protección Al Ambiente En Materia De Evaluación Del Impacto Ambiental.
11. Coede, 2001. Ordenamiento Ecológico Territorial Del Estado De Hidalgo.
12. Álvarez T. P., 1999. Acuicultura de Repoblamiento en Embalses. Curso Taller: Evaluación de Poblaciones y Repoblamiento en Embalses. Instituto Nacional de la Pesca. Chápala, Jalisco, México. del 6 al 9 de Julio 1999. 18 pp.
13. FAO, 1992. Manejo y Explotación de Embalses de Agua Dulce en América Latina, Proyecto Aquila II Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, México, D.F. Noviembre 1992. 191 pp.
14. Hernández A. J. S. Limnología de Pequeños Embalses para la Acuicultura en México. Curso Taller: Evaluación de Poblaciones y Repoblaciones y Repoblación de Embalses. Universidad Nacional Autónoma de México. Chápala, Jalisco, México del 6 al 9 de Julio 1999. 23 pp.
15. INEGI, 2000. Síntesis de Información Geográfica del Estado de Hidalgo.
16. INEGI, 2000. Censo de Población y Vivienda del Estado de Hidalgo.
17. Coordinación General de los Servicios Nacionales de estadística, Geografía e Informática Nomenclátor. – d. G. G. T. N. San Antonio Abad 124 México 8, D. F. 86 pp.
18. Jiménez et al 1996. Manual de Enfermedades Parasitarias de Peces. Curso de Parasitología de Peces, Inédito San Blas Nayarit, México Publicación Técnica No. 6 Centro Nacional de Sanidad Acuícola, Nuevo León México, Septiembre de 1996. 53 pp.
19. Leyes y Códigos de México, Pesca 15ª edición; Porrúa 2000

20. Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, Delitos Ambientales; SEMARNAT/PROFEPA; 1997
21. Marilyn Chakroff, 1983. Piscicultura Cultivo de Peces en Estanques de Agua Dulce. Editorial Concepto, S. A., México, D. F. 1983. 203 pp.
22. M. Bertona Alberto, 2001. como se hace una manifestación de impacto ambiental. 40 pp.
23. Orbe M. A., 1999. Ordenamiento Pesquero del Lago de Patzcuaro, Michoacán. Curso Taller: Evaluación de Poblaciones y Repoblación en Embalses. Instituto Nacional de la Pesca. Centro Regional de Investigaciones Pesqueras. Chápala, Jalisco, México del 6 al 9 de Julio 1999. 12 pp.
24. Ramírez et al 1996. Fundamentación de la Programación Acuícola en México, Información para el Primer Curso Internacional de Producción de Trucha arco iris México, D.F. del 20 al 22 de Junio de 1996, 224 pp.
25. Rosas M. M., 1992. Biología Acuática y Piscicultura en México. Serie de Materiales Didácticos en Ciencia y Tecnología del Mar. Secretaria de Educación Pública. México, 1992. 379 pp.
26. SEMARNAP, 1999. Ley de Pesca y su Reglamento, México, DF.
27. SEMARNAP, 2002. Apéndices de las Guías para Elaborar Informes Preventivos y las Manifestaciones de Impacto Ambiental Sector Pesquero Subsector Acuícola, Dirección General de Ordenamiento Ecológico e Impacto Ambiental. 27 pp.
28. SEPESCA, 1988. Formulación de Proyectos, Fideicomiso Fondo Nacional para el Desarrollo Pesquero, 106 pp.
29. SEPESCA, 1985. Manual Técnico para el Cultivo de Trucha arco iris en los Centros Acuícola de la Secretaria de Pesca, México, 1985,

## X GLOSARIO DE TÉRMINOS

**Aclimatación.-** Acción y efecto de aclimatar o aclimatarse, hace que un pez se acostumbre a un nuevo clima distinto del que le era habitual.

**Acuicultura.-** Actividad de producción de animales y plantas acuáticas.

**Aireación.-** Es la acción mediante la cual se incrementan el contenido de oxígeno disuelto en el agua.

**Alevín.-** Estadio larvario de peces que conservan la bolsa o saco vitelino de la que se nutren en un tiempo determinado, antes de ingerir alimento del ambiente exterior.

**Abiótico factor.-** Caracterizado por la ausencia de vida, incluye temperatura, humedad, pH y otros factores fisicoquímicos, que inhiben o estimulan las manifestaciones vitales.

**Agente enfermedad.-** Factor físico, químico o biológico que causa enfermedad. Es sinónimo de agente etiológico, agente patógeno y agente infeccioso.

**Aerobio.-** Organismos que necesitan el oxígeno para vivir.

**Agua dulce.-** Tipo de agua que contiene menos del 0.5% de salinidad total.

**Alcalinidad.-** Efecto combinado de sustancias minerales medido por la fuerza de una solución para neutralizar los iones hidrógeno. Se expresa como equivalentes de carbonato de calcio.

**Amonio.-** El gas, NH<sub>3</sub>, altamente soluble en el agua y tóxico para los peces, especialmente en su forma no disociada. Su toxicidad aumenta por bajas tensiones de oxígeno.

**Beneficioso o perjudicial.-** Cuando el impacto es positivo o negativo.

**Bacteria.-** Organismo unicelular microscópico.

**Biomasa.-** Es el peso vivo o el peso total, de los organismos bajo cultivo por unidad de área del lugar donde se realiza el cultivo.

**Bióticos factores.-** Factores ambientales ocasionados por plantas o animales.

**Calidad del agua.-** Son aquellas variables fisicoquímicas del agua, relacionadas directamente con el cultivo de especies.

**Conversión alimenticia.-** Es la cantidad de alimento que se convierte en biomasa o de carne de un animal vivo durante el proceso de cultivo.

**Cosecha.-** Recolección de los productos de un cultivo en cualquiera de sus modalidades.

**Componentes ambientales críticos.-** Serán definidos de acuerdo con los siguientes criterios: fragilidad, vulnerabilidad, importancia en la estructura y función del sistema, presencia de especies de flora, fauna y otros recursos naturales considerándolos en alguna categoría de protección, así como aquellos elementos de importancia desde el punto de vista cultural, religioso y social.

**Componentes ambientales relevantes.-** Se determinarán sobre la base de la importancia que tienen en el equilibrio y mantenimiento del sistema, así como por las interacciones proyecto – ambiente previstas.

**Cría.-** Es la fase que empieza cuando el alevín absorbe su saco vitelino y el pez comienza a procurarse el alimento por sí mismo.

**Crecimiento.-** Proceso normal del incremento en tamaño de los tejidos, órganos u organismo.

**Cultivo intensivo.-** Modalidad acuícola que se lleva a cabo en instalaciones construidas, en donde los organismos son controlados en su alimentación, sanidad, talla y densidad. Asimismo, se controla

la calidad del agua y producto. Se caracteriza por la alta densidad de organismos.

**Daño ambiental.-** Es el que ocurre sobre algún elemento ambiental a consecuencia de un impacto ambiental adverso.

**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 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, cinéticos o residuales que ocasionarían la destrucción, el aislamiento o la fragmentación de los ecosistemas.

**Densidad de carga.-** Número de organismos con relación al espacio en que están cultivados.

**Dióxido de carbono.-** Gas inodoro e incoloro, altamente soluble en el agua, tóxico para los peces a niveles mayores de 20 ppm. Su toxicidad aumenta cuando se presentan bajos niveles de oxígeno.

**Disuelto oxígeno.-** Cantidad de oxígeno elemental disuelto en un líquido a una temperatura y presión atmosférica determinada.

**Dureza.-** Clasificación de cierto tipo de agua, la cual es ocasionada por la presencia de sales de magnesio y calcio principalmente, expresada en partes por millón (ppm) equivalentes a carbonato de calcio. Se identifica porque no hace espuma con ciertos detergentes jabones.

**Duración.-** Tiempo de duración del impacto; por ejemplo, permanente o temporal.

**Embalse.-** Lugar donde se almacena agua.

**Estanque.-** En acuicultura es un receptáculo artificial de agua poco profundo construido de diferentes materiales, que es utilizado para el cultivo controlado de peces.

**Estrés.-** Cambio corporal causado por alguna fuerza, condición o circunstancia, en o sobre un organismo o sobre uno de sus sistemas fisiológicos o anatómicos.

**Enfermedad.-** Proceso mórbido de un organismo o sus partes que impide su funcionamiento normal; generalmente diferenciadas entre sí por malestares, síntomas o signos característicos.

**Eutroficación.-** Adición de nutrientes como fertilizantes o materia orgánica.

**Excreción.-** Evacuación de los restos metabólicos.

**Fisiológica.-** Duración máxima de los ejemplares de una población bajo condiciones específicas; los organismos normales mueren de senectud.

**Hábitat.-** Plantas, animales y componentes físicos de un ecosistema, constituido por elementos naturales, condiciones fisicoquímicas y requerimientos de un organismo.

**Hormona.-** Sustancia producida por las glándulas que causa efectos específicos en tejidos y órganos.

**Salinidad.-** Se refiere a la concentración de sodio, potasio y magnesio en el agua, se expresa en partes por millón.

**Impacto ambiental.-** Modificación del ambiente ocasionada por la acción del hombre o de la naturaleza.

**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 afectaron en el pasado o que están ocurriendo en el presente.

**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.

**Importancia.-** Indica que tan significativo es el efecto del impacto en el ambiente.

**Irreversible.-** Efecto que supone la importancia o dificultad extrema de retomar por medios naturales a la situación existente antes de que se ejecutara la acción que produce el impacto.

**Secchi, disco.-** Plato blanco de 20-25 cm de diámetro usado para medir la transparencia del agua.

**Juvenil.-** Estadio en el cual unos organismos han adquirido la morfología del adulto, pero aun no es capaz de reproducirse.

**Siembra.-** Actividad de distribución de organismos en el agua.

**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.

**Magnitud.-** Extensión del impacto con respecto al área de influencia a través del tiempo, expresada en términos cualitativos.

**Medidas de prevención.-** Conjunto de acciones que deberá ejecutar el promovente para evitar efectos previsibles de deterioro del ambiente.

**Medidas de mitigación.-** Conjunto de acciones que deberá ejecutar existentes el promovente para atenuar el impacto ambiental 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.

**Mortalidad.-** Proporción de organismos muertos en relación con los organismos vivos de una población.

**Naturaleza del impacto.-** Se refiere al efecto benéfico o adverso de la acción sobre ambiente.

**Turbidez.-** Disminución de la penetración de la luz en un cuerpo de agua, debido a la materia orgánica o inorgánica suspendida.