

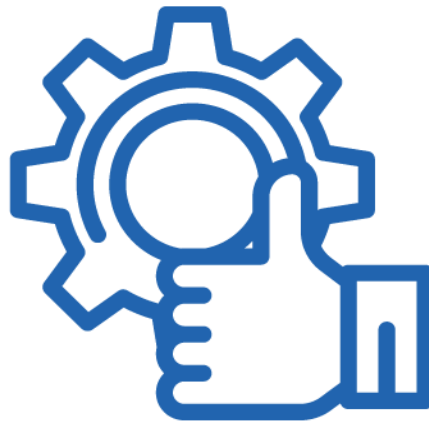
# MEZCLAS BITUMINOSAS SEMICALIENTES. TRAMO EXPERIMENTAL AUNOR EN ALBATERA

INFORME

CLIENTE: CIRTEC

EXPEDIENTE: O/2208775/11

INGENIERIA | CONTROL DE CALIDAD | GEOTECNIA | EDIFICACION | CERTIFICACION | I+D+i | SEGURIDAD Y SALUD



P.I. LA JUADA. CALLE SIERRA ALHAMILLA  
717104240 VIATOR (ALMERÍA)

Delegación de Almería

[www.cemosa.es](http://www.cemosa.es)

**cemosa**  
Ingeniería y Control

## INDICE DE CONTENIDO

### MEMORIA

<b>1</b>	<b>Mezclas semicalientes .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Antecedentes.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Objetivos del trabajo .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Tramos pavimentados .....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Mezclas bituminosas empleadas .....</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Aditivo para rebajar temperatura. BIOROAD Warm Mix .....</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>Control de calidad .....</b>	<b>7</b>
7.1	Fórmula de trabajo.....	7
7.2	Control de calidad de ejecución.....	8
<b>8</b>	<b>Ensayos realizados por CEMOSA .....</b>	<b>8</b>
8.1	Control de calidad de fabricación de la mezcla semicaliente.....	8
8.2	Control de calidad de la puesta en obra de los dos tipos de mezclas bituminosa.....	9
<b>9</b>	<b>Resultados obtenidos por CEMOSA .....</b>	<b>10</b>
9.1	Control de calidad de fabricación de la mezcla semicaliente.....	10
9.1.1	Resultados obtenidos.....	10
9.1.2	Análisis de los resultados obtenidos.....	11
9.2	Control de calidad de la puesta en obra de los dos tipos de mezclas bituminosa, Extracción y ensayo de probetas testigo.....	11
9.2.1	Ubicación de las probetas testigo.....	11
9.2.2	Resultados de los ensayos sobre las probetas testigo.....	12
9.2.3	Análisis de los resultados de los ensayos sobre las probetas testigo.....	12
<b>10</b>	<b>Conclusiones ensayos CEMOSA .....</b>	<b>13</b>
<b>11</b>	<b>Documentación laboratorio Comunidad de Murcia .....</b>	<b>13</b>
<b>12</b>	<b>Conclusiones laboratorio Comunidad de Murcia .....</b>	<b>17</b>
<b>13</b>	<b>Fecha y firmas .....</b>	<b>18</b>

### ANEXOS

#### ANEXO N°1

Ficha Técnica. Aditivo BIOROAD Warm Mix.

#### ANEXO N°2

Fórmula de trabajo AC 22 SURF 35/50 S.

**ANEXO N°3**

**Actas de ensayo CEMOSA.**

**ANEXO N°4**

**Actas de ensayo Laboratorio Comunidad de Murcia**

## INFORME. MEZCLAS SEMICALIENTES TRAMO EXPERIMENTAL EN ALBATERA (MURCIA)

### 1 Mezclas semicalientes

Una de las clasificaciones que se realizan sobre los tipos de mezclas bituminosas es por la temperatura de fabricación, de acuerdo con ello existen las siguientes clases:

- Mezclas bituminosas frías, las fabricadas entre 0 y 50 °C.
- Mezclas bituminosas templadas, las fabricadas entre 50 y 100 °C.
- Mezclas bituminosas semicalientes, las fabricadas entre 100 y 140 °C.
- Mezclas bituminosas calientes, las fabricadas a temperaturas superiores a los 140 °C.

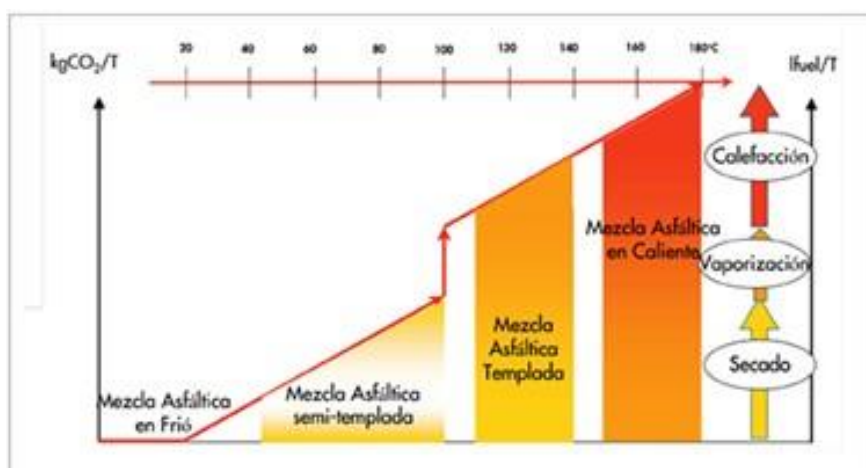


Imagen nº1.

Tipos de mezclas bituminosas en función de la temperatura de fabricación

Las mezclas semicalientes están contempladas en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales de Carreteras y Puentes (PG-3).

Con las mezclas bituminosas semicalientes se mejoran prestaciones medioambientales, de seguridad y salud, técnicas y económicas con respecto a las mezclas bituminosas calientes, entre otras las indicadas a continuación:

- **Ventajas medioambientales:**
  - Reducción del consumo energético.
  - Menor emisión de gases efecto invernadero. Reducción exponencial.
- **Ventajas de mejora de seguridad y salud**
  - Mejora en las condiciones de trabajo por menores emisiones de humos y olores en la puesta en obra.
  - Existe un menor riesgo de accidente por quemaduras de los trabajadores.

- **Ventajas técnicas**

- Menor pérdida de temperatura en las fases de transporte y puesta en obra.
- Menor envejecimiento inicial del ligante por la oxidación inicial del betún por calentamiento (se estima, en las MBC convencionales, que es alrededor del 70% del proceso de oxidación total).

- **Ventajas económicas**

- Al reducir el consumo energético se reduce los costes de fabricación de la mezcla.

Todas estas mejoras están consiguiendo que cada vez en mayor medida se opte por las mezclas semicalientes en vez de las de caliente.

Pero una duda que existe en los agentes técnicos de la pavimentación y es si las mezclas semicalientes presentan prestaciones técnicas inferiores a las de caliente.

Es por lo que se ha realizado el trabajo que se expone en este informe, en el que se han determinado las características de una mezcla semicaliente frente a su homóloga en caliente en su fabricación y compactación.

## 2 Antecedentes.

Tal y como se mencionado en el punto de Introducción. SACYR Concesiones (AUNOR) ha decidido la ejecución de dos tramos de carreteras pertenecientes a ramales de un enlace el Albaterra (Murcia) con mezclas caliente y semicaliente, para analizar el comportamiento de ambas mezclas.

El Control de calidad de puesta en obra ha sido realizado por dos laboratorios: el laboratorio de Carreteras de la Dirección General de Carreteras de la Consejería de Fomento e Infraestructuras de la Región de Murcia y CEMOSA.

En la actualidad se encuentra en fase de ejecución los ensayos que está realizando el Laboratorio de Carreteras de la Región de Murcia, por lo que en este informe se presentan los resultados obtenidos por CEMOSA.

## 3 Objetivos del trabajo

De acuerdo con todo lo indicado, los objetivos del trabajo son:

- Estudio comparativo del comportamiento de una mezcla bituminosa semicaliente frente a la misma fabricada en caliente.

## 4 Tramos pavimentados

La pavimentación se realizó el día 2 de noviembre de 2022.

En el siguiente plano se puede observar que tramos se asfaltó con la mezcla en caliente y cuales con semicalientes

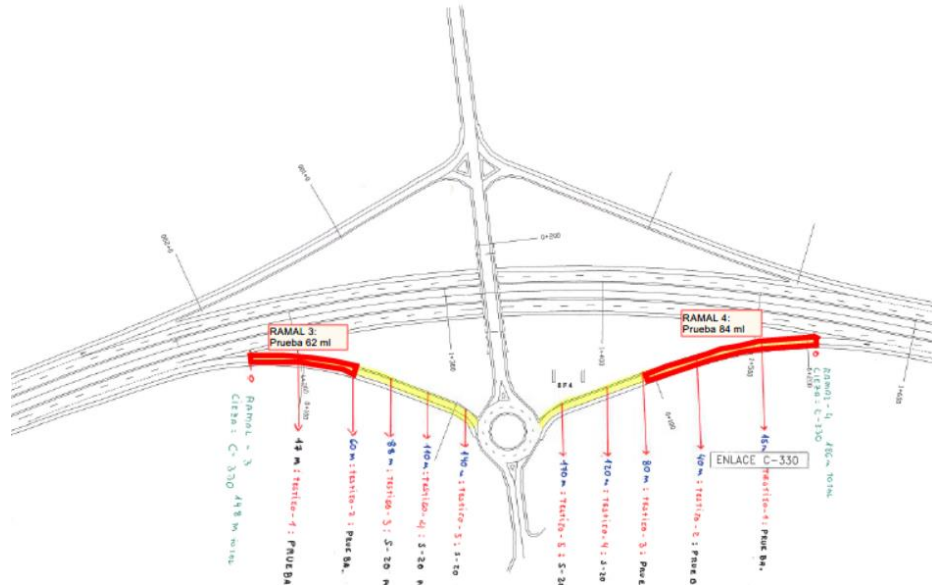


Imagen nº2.

Ubicación de los tramos con los dos tipos de mezcla bituminosa

En el plano, que es el de la ubicación de las probetas testigo, los tramos pintados de rojo son los que han sido asfaltados con la mezcla semicaliente.

## 5 Mezclas bituminosas empleadas

Los dos tipos de mezcla bituminosa que se analizan han sido:

- Mezclas tipo: AC 22 SURF 35/50 S y la AC 22 SURF 35/50 S SEMICALIENTE
- FABRICANTE: CHM OBRAS E INFRAESTRUCTURAS SA.
- PLANTA: PUERTO LUMBRERAS.

## 6 Aditivo para rebajar temperatura. BIOROAD Warm Mix

Para la fabricación de la mezcla semicaliente, para conseguir la rebaja de las temperaturas de trabajo, se ha empleado un aditivo específico para ello:

- ADITIVO PARA REBAJAR LA TEMPERATURA:
  - Nombre comercial: BIOROAD Warm Mix
  - Fabricante: UNICO ASFALTO.



Imagen nº3. Aditivo BIOROAD Warm Mix.

Este aditivo se ha añadido a la mezcla en una proporción de 0,7% sobre el betún.

En el Anexo 1 se adjunta la Ficha Técnica del aditivo.

De acuerdo con lo indicado en la ficha técnica, el aditivo aporta dos beneficiosos efectos prestacionales:

- **Permite rebajar las temperaturas de trabajo:**
  - La de fabricación hasta 100 °C.
  - La de compactación hasta 80 °C.
- **Aditivo promotor de la adhesividad árido ligante.**

## 7 Control de calidad

### 7.1 Fórmula de trabajo

La fórmula de trabajo de la mezcla bituminosa en caliente fue confeccionada por CHM OBRAS E INFRAESTRUCTURAS SA.

En el Anexo 2 se adjunta dicha fórmula de trabajo.

A continuación, en las siguientes tablas se resume los parámetros de dicha fórmula:

- COMPOSICIÓN**

Los componentes de la mezcla son los indicados en la siguiente tabla:

MATERIAL	TIPO/PROCEDENCIA
Árido 16/32	Cantera Pórfido del Mediterráneo - Abarán
Árido 12/20	
Árido 6/12	
Árido 0/4	Arena caliza, Cantera Santa Rita - Abanilla
Betún de penetración	35/50

Imagen nº4.

Constituyentes de la mezcla bituminosa

- CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA**

Los características de la mezcla para el porcentaje óptimo de betún obtenido en la fórmula son:

PARÁMETROS	VALORES DECLARADOS
% Betún/Áridos	4,5
% Betún / Mezcla	4,3
Densidad (g/cm3)	2,512
Estabilidad Marshall (KN)	16,1
Deformación Marshall (mm)	2,9
% Huecos mezcla	6,1
% Huecos Áridos	16,5
%Huecos rellenos	63,4
Relación filler/betún	1,2

Imagen nº5.

Características de la mezcla bituminosa



## • PRESTACIONES DE LA MEZCLA

Los valores obtenidos en la fórmula de sensibilidad al agua y deformación en pista han sido:

PRESTACIÓN	PARAMETRO	RESULTADO OBTENIDO
Sensibilidad al agua	ITSR (%)	87,9
Deformación en pista de laboratorio	WTS (mm/103 ciclos)	0,06
	RD	5,70
	PRD	3,40

Imagen nº6.

Sensibilidad y deformación de la mezcla bituminosa

## 7.2 Control de calidad de ejecución

Como se ha indicado el control de calidad de ejecución de las mezclas bituminosas han sido realizados por dos laboratorios, el de carreteras de la Consejería de Fomento e infraestructuras de la Comunidad de Murcia y CEMOSA.

En el informe, en los siguientes apartados, se exponen por separado los ensayos, resultados y conclusiones obtenidas por ambos laboratorios.

- Trabajos ejecutados por CEMOSA:
  - Apartado 8, Ensayos realizados por CEMOSA
  - Apartado 9. Resultados obtenidos en los ensayos CEMOSA.
  - Apartado 10. Conclusiones CEMOSA.
  - En el Anexo 3. Actas de ensayos de CEMOSA.
- Trabajos realizados por el Laboratorio de la Comunidad de Murcia:
  - Apartado 11. Documentación (ensayos y resultados) Laboratorio Comunidad de Murcia.
  - Apartado 12. Conclusiones Laboratorio Comunidad de Murcia.
  - En el Anexo 4. Actas de ensayo Laboratorio Comunidad de Murcia.

## 8 Ensayos realizados por CEMOSA

### 8.1 Control de calidad de fabricación de la mezcla semicaliente

Sobre una muestra de la mezcla bituminosa semicaliente se han realizado los siguientes ensayos de laboratorio:

- **UNE-EN 12697-1:2022.** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 1: Contenido de ligante soluble.
- **UNE-EN 12697-2:2015+A1:2022.** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 2: Determinación de la distribución granulométrica
- **UNE-EN 12697-5:2020.** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 5: Determinación de la densidad máxima.
- **UNE-EN 12697-6:2022.** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 6: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas.

- **UNE-EN 12697-8:2020.** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 8: Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas.
- **UNE-EN 12697-12:2019.** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 12: Determinación de la sensibilidad al agua de probetas de mezcla bituminosa.
- **UNE-EN 12697-22:2022.** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 22: Deformación en pista.
- **NLT 159/00.** Resistencia a la deformación plástica de mezclas bituminosas empleando el aparato Marshall.

En el laboratorio, las probetas de ensayo han de ser confeccionadas recalentando la muestra de la mezcla bituminosa fría, ya que las probetas no se pueden fabricar in situ.

En el caso de las mezclas bituminosas en caliente, en el laboratorio la temperatura para la fabricación de las probetas es la misma que la de fabricación de la mezcla en la planta.

Sin embargo, en el caso de las mezclas semicalientes, hay que decidir la temperatura de recalentamiento de la mezcla en el laboratorio para la fabricación de las probetas.

El motivo de ello es que la rebaja de las temperaturas de trabajo de las mezclas semicalientes se consiguen según diferentes procedimientos: utilizando ligantes modificados para trabajar a bajas temperaturas o modificando la mezcla en la planta, en este último caso los procedimientos más habituales son por espumación del betún o con el empleo de aditivos.

Como se ha mencionado, la mezcla semicaliente que se ensaya se ha fabricado con un aditivo, el BIOROAD Warm Mix, para bajar las temperaturas de trabajo.

Pero la actuación del aditivo puede limitarse al momento de la fabricación de la mezcla, es decir, que una vez fría ya no tiene porque seguir actuando el aditivo, por lo que para fabricar las probetas en el laboratorio recalentando la mezcla fría hay que emplear la temperatura requerida por el ligante sin aditivar.

Para determinar esta temperatura lo que se ha hecho en el laboratorio ha sido:

- Fabricar y ensayar probetas Marshall recalentando la mezcla semicaliente a 140 °C.
- Fabricar y ensayar probetas Marshall recalentando la mezcla semicaliente a 156 °C.

Debe elegirse la temperatura de recalentamiento con la que las probetas fabricadas más se parezcan a las de la fórmula de trabajo.

En el caso de este trabajo la temperatura de recalentamiento de la mezcla semicaliente ha sido de 156 °C.

## 8.2 Control de calidad de la puesta en obra de los dos tipos de mezclas bituminosa

El control de la unidad terminada ha consistido en la extracción y ensayo de probetas testigo.

Los trabajos realizados han sido:

- Extracción de 5 probetas testigo en cada tramo, en total 10 probetas testigo. Las extracciones se han ajustado a lo indicado en la norma:

- **UNE-EN 12697-27:2018.** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 27: Toma de muestras.
- Ensayo en el laboratorio de las 10 probetas testigo. Los ensayos realizados en cada una de estas probetas han sido:
  - **UNE-EN 12697-29:2022.** Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo. Parte 29: Determinación de las dimensiones de las probetas bituminosas.

## 9 Resultados obtenidos por CEMOSA

### 9.1 Control de calidad de fabricación de la mezcla semicaliente

#### 9.1.1 Resultados obtenidos

En el Anexo número 3 se adjuntan las actas de resultados de los ensayos de CEMOSA. A continuación, en las siguientes tablas, se resumen los resultados obtenidos.

- **GRANULOMETRÍA**

La curva granulométrica de los áridos extraídos encajan en el huso AC 22 S

- **CARACTERÍSTICAS DE LA MEZCLA BITUMINOSA**

Son los indicados en la siguiente tabla:

PARÁMETROS	VALORES OBTENIDOS
% Betún/Áridos	4,9
% Betún / Mezcla	4,7
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	2,513
Densidad máxima (g/cm <sup>3</sup> )	2,690
Estabilidad Marshall (KN)	17,2
Deformación Marshall (mm)	2,6
% Huecos mezcla	6,6
% Huecos Áridos	18,1
%Huecos rellenos	63,5
Relación filler/betún	1,0

Imagen nº7. Características de la mezcla bituminosa semicaliente extendida

- **PRESTACIONES DE LA MEZCLA**

Los valores obtenidos en la fórmula de sensibilidad al agua y deformación en pista han sido:

PRESTACIÓN	PARAMETRO	RESULTADO OBTENIDO
Sensibilidad al agua	ITSR (%)	89,4
Deformación en pista de laboratorio	WTS (mm/103 ciclos)	0,022
	RD	1,411
	PRD	2,350

Imagen nº8. Sensibilidad y deformación de la mezcla bituminosa semicaliente extendida

### 9.1.2 Análisis de los resultados obtenidos

Como puede observarse las características de la mezcla semicaliente coinciden totalmente con las de la fórmula de trabajo de la mezcla en caliente.

Por lo tanto:

- El aditivo empleado no ha afectado a la calidad de la mezcla en caliente.
- Si la densidad obtenida en obra es la solicitada para la mezcla en caliente, las características de la mezcla semicaliente sería, como mínimo, la misma que la de caliente.

Además, en la documentación de las mezclas semicalientes se expone que el bajarse la temperatura del betún en el mezclado con los áridos se rebaja la oxidación de este ligante y con ello debe aumentarse la durabilidad de la mezcla, lo que se podrá determinar con el seguimiento de los tramos experimentales en el tiempo.

## 9.2 Control de calidad de la puesta en obra de los dos tipos de mezclas bituminosa, Extracción y ensayo de probetas testigo

### 9.2.1 Ubicación de las probetas testigo

En el siguiente plano se indica la ubicación de las 10 probetas testigo extraídas.

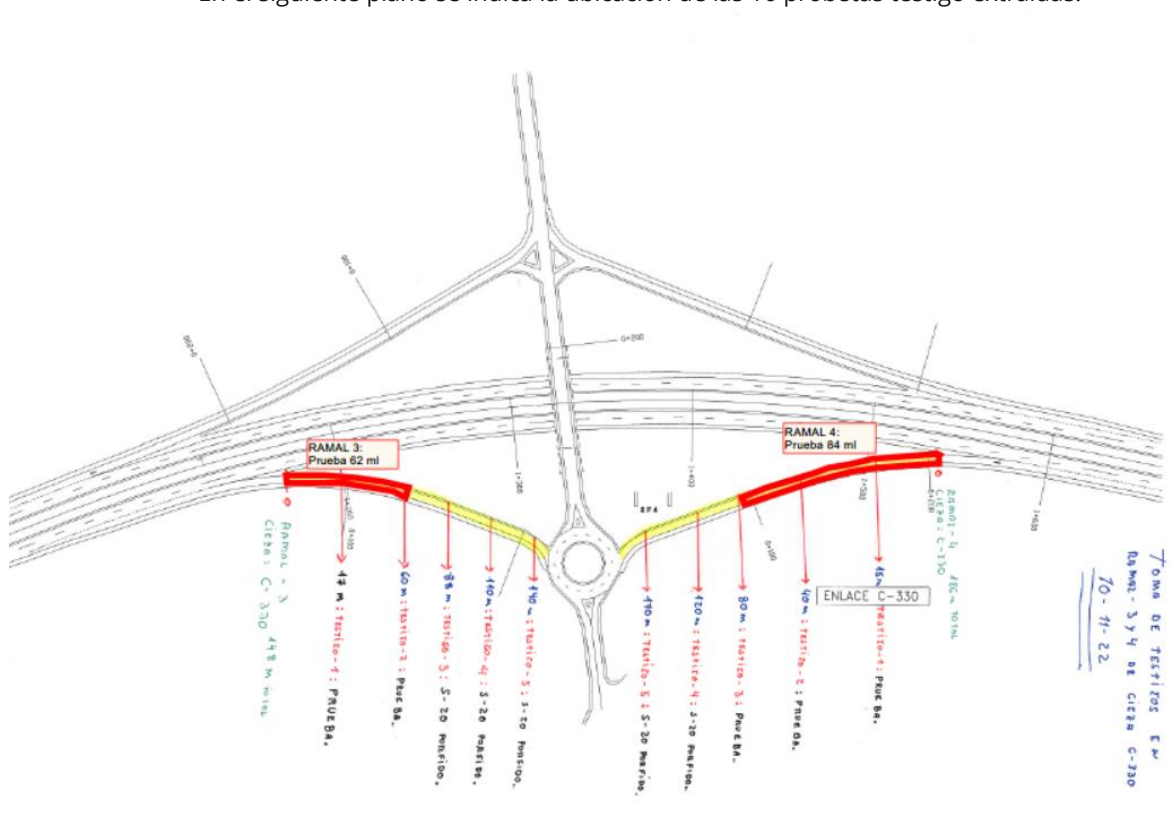


Imagen nº9.

Ubicación de las probetas testigo

### 9.2.2 Resultados de los ensayos sobre las probetas testigo

En los Anexos 2 se adjuntan las Actas de los resultados de los ensayos de las probetas testigo.

A continuación, en la siguiente tabla, se resumen los resultados obtenidos.

REFERENCIA PROBETA TESTIGO CEMOSA	UBICACIÓN	TIPO DE MEZCLA BITUMINOSA	DENSIDAD APARENTE PROBETA (g/cm3)
T-1	R3 - 17 M	SEMICALIENTE	2,400
T-2	R3 - 60 M		2,397
T-6	R-4 15 M		2,483
T-7	R-4 40 M		2,475
T-8	R-4 80 M		2,396
VALOR MEDIO			2,430
T-3	R-3 88 M	CALIENTE	2,440
T-4	R-3 110 M		2,378
T-5	R-3 140 M		2,399
T-9	R-4 120 M		2,375
T-10	R-4 170 M		2,409
VALOR MEDIO			2,400

Imagen nº10.

Resultados ensayos de las probetas testigo

### 9.2.3 Análisis de los resultados de los ensayos sobre las probetas testigo

Uno de los controles principales de la calidad de puesta en obra de una mezcla semicaliente es que se consiga la densidad de referencia de la mezcla en caliente.

Las densidades de las mezclas colocadas, la semicaliente y la caliente son muy similares, incluso la densidad media de la semicaliente es superior a la de caliente.

De acuerdo con ello se puede indicar:

- La calidad de las mezclas colocadas es muy similar. Algo superior la semicaliente.
- El aditivo empleado ha conseguido que se pueda rebajar las temperaturas de trabajo de la mezcla bituminosa sin que se afecte a la calidad de la mezcla fabricada ni que se rebaje la trabajabilidad de la mezcla.

## 10 Conclusiones ensayos CEMOSA

Las características de la mezcla semicaliente coinciden con las de la fórmula de trabajo de la de caliente.

La densidad media de las probetas testigo de la mezcla semicaliente es algo superior a la densidad media de las probetas testigo de la mezcla bituminosa caliente.

Por lo que:

**Con el aditivo BIOROAD Warm Mix se ha conseguido fabricar la mezcla bituminosa AC 22 SURF 35/50 S a 140 °C, sin rebajar la calidad de la mezcla fabricada mejorando su trabajabilidad.**

## 11 Documentación laboratorio Comunidad de Murcia

Antes de iniciar la ejecución de los trabajos con las mezclas se procedió a la recuperación del betún empleado en ellas y a su análisis y caracterización mediante los parámetros de penetración y punto de reblandecimiento. Los resultados obtenidos han sido:

MEZCLA	PENETRACIÓN (0.1 mm)	ANILLO Y BOLA (°C)	INDICE PENETRACIÓN
CALIENTE	57,7	51,6	-0,4
SEMICALIENTE	26,0	61,7	-0,1

Se observa claramente el efecto sobre el betún del aditivo incorporado a la mezcla para la disminuir su temperatura de trabajo, destaca la importante disminución sufrida en la penetración del betún original de la mezcla en caliente que ha pasado de 57,7 a 26,0, es decir, se ha producido una rigidización muy notable del betún, lo cual en muchas ocasiones deberá ser tenido en cuenta a la hora de diseñar la fórmula de trabajo. También se ha producido un aumento de 10 °C en la temperatura de reblandecimiento del betún, lo cual va en consonancia con el dato obtenido en la penetración, pero que nos indica también la posibilidad de empleo de este tipo de mezclas en zonas en donde la temperatura sea un factor a considerar.

Durante la ejecución del refuerzo de firme en los ramales de la Autovía RM-15, el Laboratorio de Carreteras de la Comunidad de Murcia realizó una serie de ensayos de las mezclas ejecutadas en caliente, de las cuales se han obtenido los siguientes resultados:

Dens ap	Dens máx	L. S/MEZCLA	f/b	HUECOS			ESTABILIDAD	DEF	COCIENTE
g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	%		% Mezcla	% Árido	% Rellenos	kN	mm	kN/mm
2,541	2,645	4,60	1,2	3,90	15,18	74,50	14,700	5,396	2,778

Estos datos se tratan del valor medio obtenido de las 25 tomas de mezcla en caliente recogidas durante la ejecución de las obras.

SERIE SECA	SERIE HÚMEDA	Sensibilidad agua	DEFORMACIÓN PISTA		
kPa	kPa	%	WTS (mm)	PDR (%)	PD (mm)
2.886,32	2.626,54	91%			
3.316,59	3.052,61	92%	0,06	4,35	2,57

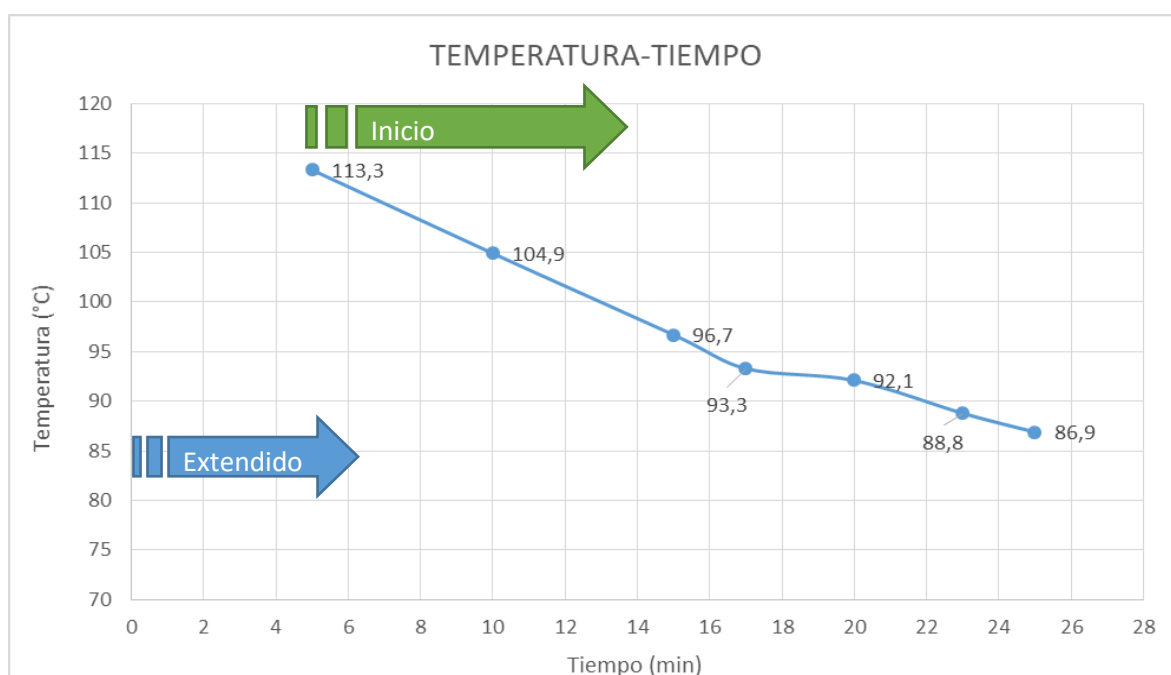
Así mismo se ensayó el tramo ejecutado con mezcla semicaliente con aditivo, y se obtuvieron los resultados:

Dens ap	Dens máx	L. S/MEZCLA	f/b	HUECOS			ESTABILIDAD	DEF	COCIENTE
g/cm <sup>3</sup>	g/cm <sup>3</sup>	%		% Mezcla	% Árido	% Rellenos	kN	mm	kN/mm
2,543	2,630	4,34	1,30	3,31	13,97	76,30	14,27	7,30	1,96

SERIE SECA	SERIE HÚMEDA	Sensibilidad agua	DEFORMACIÓN PISTA		
kPa	kPa	%	WTS (mm)	PDR (%)	PD (mm)
2.658,52	2.470,59	93	0,07	4,77	2,83

Como se puede apreciar en los datos anteriores, los resultados obtenidos en las mezclas semicalientes son similares a los obtenidos en las mezclas en caliente,

Uno de los aspectos de la puesta en obra de las mezclas semicalientes que nos pareció necesario estudiar es la evolución de las temperaturas de compactación con el tiempo durante su puesta en obra, y para ello, se tomaron las temperaturas de la mezcla conforme se avanzaba en el proceso de compactación y se obtuvieron los siguientes resultados:



En la gráfica anterior se aprecia como la compactación se inicia a los 5 minutos de realizado el extendido, en cuyo momento la mezcla ha bajado la temperatura a 113 °C, produciéndose en los 10 minutos siguientes una reducción de temperatura de 20 °C. En los siguientes 10 minutos (entre el 15' y el 25') la disminución de temperatura es bastante menor, aproximadamente 6 °C, lo que nos indica la gran importancia que tiene en la densificación de esta mezcla el inicio de la compactación en la misma, considerando incluso, una vez analizados los resultados anteriores, que el inicio de la compactación deberá producirse inmediatamente extendida la mezcla y así evitar la disminución que se ha producido entre el extendido (130 °C) y el inicio de la compactación en donde la mezcla estaba a 113 °C.

Se puede deducir de la gráfica anterior que la clave para poder realizar la compactación a una temperatura adecuada es que esta se ejecute antes de los 15 primeros minutos desde el extendido de la misma, iniciándose lo más cerca posible del extendido, siendo aconsejable que el rodillo compactador metálico se sitúe inmediatamente detrás de la extendidora, con lo que se evitará la bajada rápida de temperaturas que se ha detectado y comentado anteriormente.

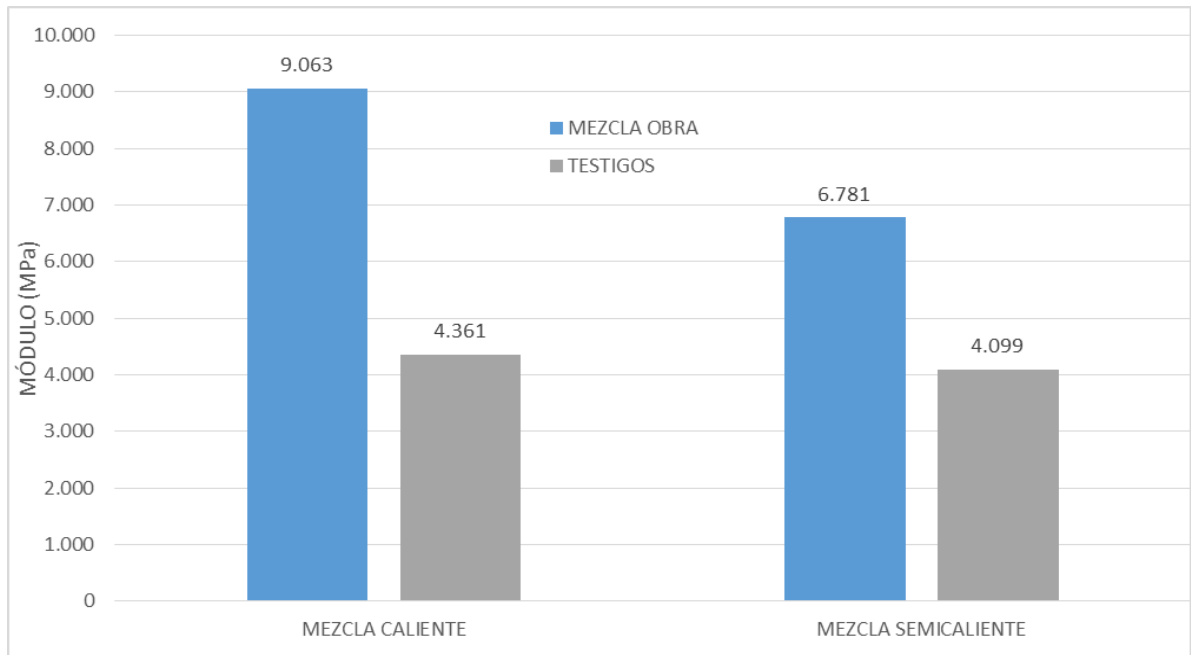
Para analizar el comportamiento de las mezclas tras un período de tiempo, se han sacado testigos a los 4 meses y de estos se han obtenido los siguientes valores:

MEZCLA	T	MÓDULO	DENSIDAD SSD	DENSIDAD MÁXIMA	HUECOS
	°C	MPa	t/m <sup>3</sup>	t/m <sup>3</sup>	%
<b>MBC</b>	5	24.464	2,545	2,673	
<b>MBC</b>	20	9.063	2,545	2,673	
<b>MSC</b>	5	19.497	2,543	2,630	
<b>MSC</b>	20	6.781	2,543	2,630	
<b>TESTIGO MBC</b>	20	4.361	2,451	2,673	8,29
<b>TESTIGO MSC</b>	20	4.099	2,425	2,630	7,81

Analizando el valor de los módulos, se aprecia una diferencia importante en el valor del módulo a 20 °C, que es bastante inferior en la mezcla semicaliente que, en la caliente, aunque hemos de indicar que el valor de la mezcla en caliente es muy alto en relación con los valores habituales de este parámetro.

Si comparamos con los valores a 20 °C obtenidos en los testigos, observamos que el módulo de ambas mezclas se ha reducido casi a la mitad del inicial, igualándose casi ambos valores en los testigos, con valores más parecidos a los obtenidos en general en este tipo de mezclas.

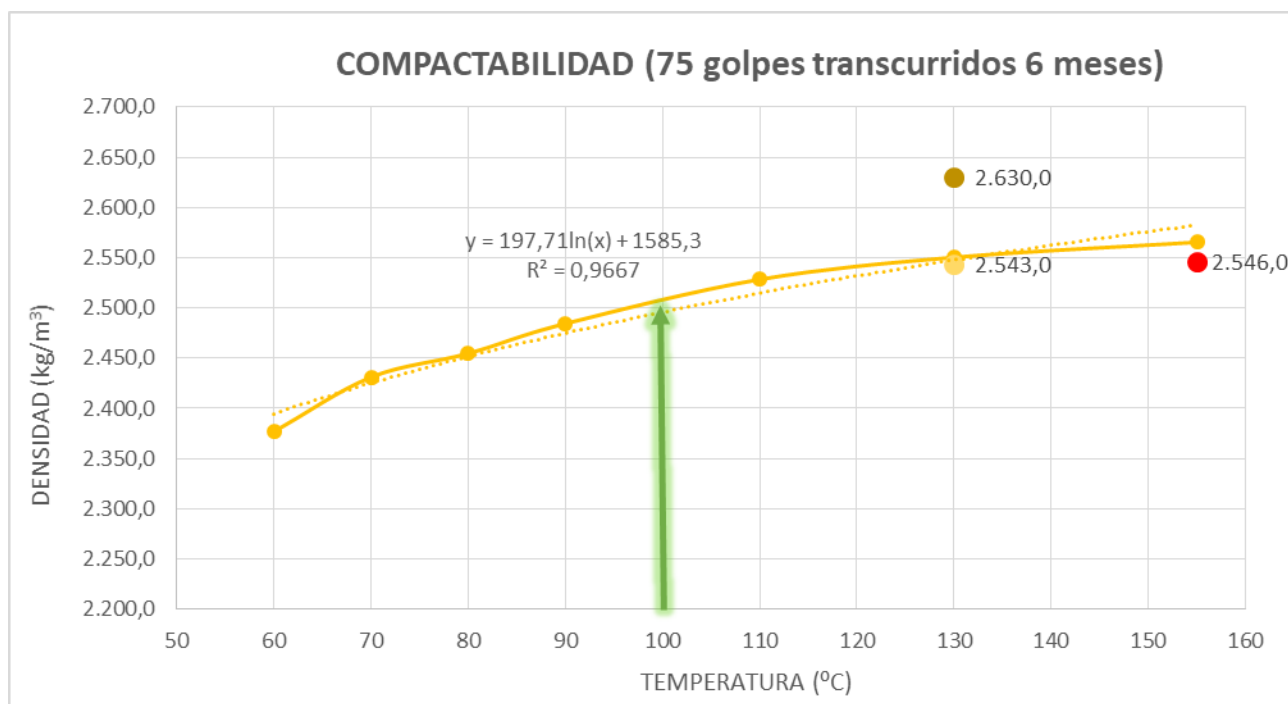




En cuanto a las densidades obtenidas en los testigos se observa que en el caso de las mezclas en caliente la densidad aparente SSD de los testigos es del 96% del valor obtenido en la mezcla de obra, mientras que en las mezclas semicalientes los testigos alcanzan el 95,5% de la mezcla de obra.

Con los datos obtenidos hasta este momento se hace necesario analizar de forma más detallada cual es el comportamiento de la mezcla semicaliente durante el proceso de fabricación y puesta en obra en relación con la compactabilidad de la misma. Así mismo, se plantea el interrogante de saber si el aditivo empleado en la fabricación de la mezcla semicaliente se mantiene en la misma con el tiempo o si desaparece de ella una vez terminado el proceso de fabricación y puesta en obra.

Para ello, se ha procedido a fabricar probetas Marshall una vez transcurridos 6 meses desde su ejecución, con mezcla mantenida en laboratorio a temperatura ambiente durante este período, y en la cual se ha ido modificando la temperatura de compactación de la mezcla. Los datos obtenidos en este estudio han sido:



Analizando la gráfica anterior, se puede observar cómo se eleva la densidad de la mezcla conforme se aumenta la temperatura de compactación, alcanzando el mismo valor de densidad aparente SSD a 130 °C la mezcla conservada en laboratorio durante 6 meses que la densidad conseguida en el momento de ejecutarse la obra (2.543 kg/m3).

También queríamos comprobar la relación que hay entre la muestra en caliente y la misma mezcla en semicaliente pasados los 6 meses indicados; se puede apreciar según la gráfica anterior, que la densidad SSD de la mezcla en caliente a 155 °C es prácticamente igual (2.546 kg/m3) a la obtenida en la mezcla semicaliente a los 6 meses (2.543 kg/m3).

Por último, analizamos cuál es la temperatura necesaria para obtener una densidad en la semicaliente que sea del 98% de la alcanzada en caliente, y se obtiene, que a 100 °C de temperatura de compactación alcanzamos un valor semejante, es decir, la densidad a 100 °C en la mezcla semicaliente después de 6 meses (2.495 kg/m3) es similar al 98% de la obtenida en la mezcla en caliente durante la ejecución de las obras.

## 12 Conclusiones laboratorio Comunidad de Murcia

- Las mezclas semicalientes con el aditivo empleado para disminuir su temperatura de trabajo presentan unos resultados en los ensayos prestacionales muy similares a los obtenidos con la misma mezcla fabricada en caliente con betún convencional.
- En ambas mezclas se obtienen densidades de puesta en obra que solamente alcanzan el 96% de la densidad exigida para estas mezclas, lo que nos produce un exceso de huecos en las mezclas.

- En las mezclas semicalientes es fundamental el inicio de la compactación de la misma, debiendo de iniciarse este proceso lo más cercano posible al extendido.
- El aditivo empleado en la reducción de la temperatura de fabricación y puesta en obra de la mezcla AC 22 Surf 35/50 se mantiene en la misma durante por lo menos 6 meses, pudiendo trabajar las mezclas una vez transcurrido este tiempo con la misma temperatura que en el momento en el que se puso en obra.
- Por debajo de los 90 °C se aprecia una disminución importante en la densificación de la mezcla, lo cual nos indicaría que al alcanzar aproximadamente esta temperatura la mezcla debería haberse finalizado el proceso de compactación.

### 13 Fecha y firmas

El presente informe consta de portada, índice, dieciocho páginas y cuatro Anexos.



*Fdo. Isaías García Salcedo  
Ingeniero de Caminos Canales y Puertos  
Dirección General de Carreteras  
Consejería de Fomento e Infraestructuras*



*Fdo. MANUEL SALAS CASANOVA  
Dtor. Área Control de Calidad y Materiales  
Lcdo. Ciencias Químicas*

*Murcia a 7 de julio de 2023*



**ANEXO N°1**

Ficha Técnica. Aditivo BIOROAD Warm Mix.

# FICHA TECNICA BIOROAD

Warm Mix



## DESCRIPCIÓN

**BioRoad** es un aditivo para asfalto de última generación, a base de tensoactivo anfifílico con base en ester de ácido graso vegetal residual ecológico enriquecido con grafeno que proporciona una mayor duración del concreto asfáltico al tiempo que mejora los procesos de fabricación, extendido y compactado.

Aditivo ecológico para mezclas asfálticas semicalientes (fabricadas entre 100°C hasta 140°C), enriquecido con grafeno que proporciona mejoras relevantes en el proceso de producción de la mezclas asfálticas.

Su comportamiento tras ser incorporado a la mezcla bituminosa puede ser interpretado como un aditivo promotor de adhesividad y/o un aditivo para fabricar y extender semicaliente.

**BioRoad** puede añadirse a la mezcladora, a la báscula de betún o al tanque de betún. El que sea más fácil para la operación.

## VENTAJAS PRESTACIONALES

- ◊ Permite reducir las temperaturas de fabricación hasta 100°C y las de compactación hasta 80°C.
- ◊ Su efecto modificador reológico de la mezcla, proporciona mejor envuelta y dispersión del ligante con los áridos, favoreciendo mayor trabajabilidad en extendido y compactación.
- ◊ Mejora la adhesividad entre árido-ligante, mejorando por lo tanto también la afinidad y sensibilidad al agua.
- ◊ Solubiliza de una manera íntegra y rápida en betún caliente, pudiendo ser combinado con cualquier grado, incluidos betunes modificados con polímero (PMB), betunes modificados con caucho (CRMB) y Betunes con aditivo caucho (**RARx**).
- ◊ Se trata de un producto sin olores, termo-resistente y estable a temperaturas de almacenamiento. A dosis elevadas tiene un efecto rejuvenecedor y **permite ser combinado con tasas elevadas de RAP/RAS (hasta 60%)**.
- ◊ La reducción de temperaturas conlleva una **menor oxidación del ligante** y por lo tanto aumenta la durabilidad de la mezcla asfáltica.
- ◊ La reducción de las temperaturas habilita una **apertura al tráfico más rápida**.
- ◊ Aumenta la resistencia a fatiga hasta en un 50%, extendiendo la vida útil de las carreteras, al comprobarse una mejora en la tenacidad de las mezclas asfálticas producidas.
- ◊ Aumenta la resistencia al agua medida con el ensayo de tracción indirecta y ensayo del cántabro.
- ◊ Incorpora tensioactivos anfóteros garantizando el carácter neutro de la base compuesta y su estabilidad.
- ◊ **Mejora la resistencia** al envejecimiento, medido por el ensayo del cántabro.
- ◊ Contiene el grafeno, que conduce el calor y la electricidad fácilmente, es casi transparente y confiere muchas propiedades útiles a sustancias con las que está junto. El grafeno posee estructura tipo red es responsable de las características mecánicas propias del material que derivan de la fuerte interacción covalente entre los átomos de carbono mejorando la trabajabilidad.



## VENTAJAS MEDIOAMBIENTALES

- ◊ **BioRoad** no contiene COVs, ni sustancias volátiles. Esta formulado con compuestos naturales reciclados que eximen de cualquier clasificación de peligrosidad.
- ◊ Reducción de humos y emisiones durante el proceso de fabricación, extendido y compactación del aglomerado, incluso a temperaturas cercanas a 120°C se constata la **desaparición de humos**, vapores y olores de los ligantes.
- ◊ Reducción de emisión de gases derivadas por el ahorro de combustible (hasta 50% de reducción de combustible).
- ◊ Salubridad, confort y manipulación segura de los operarios debido a la **disminución de las temperaturas de trabajo** y el empleo de un aditivo vegetal no peligroso.
- ◊ Facilita el proceso de compactación debido a la mayor trabajabilidad de la mezcla.
- ◊ Las emisiones de CO<sub>2</sub> para la fabricación del BioRoad son mínimas, ya que utilizamos casi todos los ingredientes reciclados.

## VENTAJAS ECONOMICAS

- ◊ Posibilidad de consumir áridos "locales" con una peor adhesividad frente al betún.
- ◊ Hasta **50% menos consumo de combustible** en el proceso de fabricación.
- ◊ En comparación con la mezcla convencional, la mezcla semicaliente con **BioRoad** puede ser hasta **2€ más económica** por tonelada fabricada.
- ◊ Menor desgaste de las piezas de la planta debido a las menores temperaturas de fabricación, lo que supone un ahorro de piezas de repuesto y de horas de trabajo en el mantenimiento correctivo.
- ◊ Permite fabricar mezclas en caliente a temperaturas ambientales frías, obras de difícil acceso-trasvase y/o largas distancias desde la planta asfáltica hasta el extendido.



## APLICACIÓN Y DOSIFICACIÓN

- ◊ **BioRoad** puede ser incorporado al tanque de betún con una ligera agitación o recirculación, o dosificado a bascula de ligante, o directamente en la mezcladora después de añadir y mezclar el betún con los áridos.
- ◊ La dosificación final depender de las prestaciones requeridas y será determinado o verificado mediante ensayos previos de laboratorio, utilizando la formulación y materiales disponibles en cada caso.
- ◊ Recomendamos las siguientes dosis en función de las temperaturas de fabricación y compactación:

BioRoad % s/ Betún*	Temperatura de fabricación (°C)	Temperatura de Compactación (°C)
0,07	140 ±5	120 ±5
0,7	135 ±5	110 ±5
1,0	130 ±5	100 ±5
1,5	120 ±5	90 ±5
2,0	115 ±5	80 ±5

\* Recomendaciones validas para betunes 35/50, 50/70 y 70/100.

## COMPOSICIÓN Y PROPIEDADES

Aditivo anfotérico tensoactivo anfílico con base en Ester de ácido graso vegetal residual ecológico para mezclas asfálticas semicalientes enriquecido con grafeno.



Aspecto:	Líquido Negro
Olor:	Característico
Densidad:	0,92 g/cm <sup>3</sup> (± 0,03)
Viscosidad:	48,00 cSt a 40°
Ponto de Inflamación	>170

## ENVASE, ALMACENAJE Y SEGURIDAD

- ◊ Disponible en IBC's de aproximadamente 900Kg / 1000L.
- ◊ Se recomienda conservar el producto en su envase original cerrado, en un lugar seco y protegido de la intemperie.
- ◊ **BioRoad** es un producto **no peligroso** para su manipulación y transporte.



## NOTAS

Por cada 1.000L de aditivo utilizado en la fabricación estarás colaborando con el medio ambiente destinando hasta 300L de residuo de aceite de oliva (alpechín) y hasta 400L de aceite vegetal reciclado.

**¡Colaboren eficazmente con el medio ambiente!**



Aunque la información contenida en este documento es verdadera, precisa y representa nuestro mejor conocimiento y experiencia, no se ofrece ni se implica ninguna garantía con ninguna recomendaciones hechas por nosotros, nuestros representantes o distribuidores, ya que las condiciones de uso y la competencia de cualquier mano de obra involucrada en la aplicación están fuera de nuestro control.



**ANEXO N°2**

Fórmula de trabajo AC 22 SURF 35/50 S.



# LABORATORIO

## **ESTUDIO DOSIFICACIÓN AC22Surf35/50S Planta: Albaterra**



# LABORATORIO

## INDICE

- 1.- INTRODUCCION**
- 2.- RECEPCION DE MUESTRAS**
- 3.- ENSAYOS ARIDOS**
- 4.- ENSAYOS DEL LIGANTE**
- 5.- FORMULA DE TRABAJO**
- 6.- CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA**
- 7.- PARAMETROS OPTIMOS**
- 8.- ANEXOS**



# LABORATORIO

## 1.- INTRODUCCION.

El proyecto contempla una mezcla bituminosa en caliente tipo AC 22 SURF 35/50S

Para la realización de la fórmula de trabajo, se ha partido de los materiales procedentes de la instalación de CHM Infraestructuras en **Albatera**.

CHM Infraestructuras cuenta con una instalación de aglomerado asfáltico de tipo discontinuo las siguientes características:

Planta asfáltica marca MARINI tipo discontinuo de 220 Tn/h.

Las telas de la Planta son: 40 mm, 13 mm, 7 mm y 4 mm.

## 2.- RECEPCION DE LAS MUESTRAS.

<u>Nª/Ref</u>	<u>Material: Descripción y procedencia</u>
16/32p	Cantera Pófido del Mediterraneo- Abarán.
12/20p	Cantera Pófido del Mediterraneo- Abarán.
6/12p	Cantera Pófido del Mediterraneo- Abarán.
0/4c	Arena caliza. Cant. Sta Rita- Abanilla
Betún	35/50

### 3.- ENSAYOS ARIDOS.

NORMA		FRACCIÓN				
		0/4	6/12	12/20	16/32	F. Recup.
SE <sub>4</sub>	UNE-EN 933-8	72				
MB <sub>F</sub>	UNE-EN 933-9					
C.F.	UNE-EN 933-5		C100/0	C100/0	C100/0	
FI	UNE-EN 933-3		12.2	11.3	9.5	
Dens y Abs.	UNE-EN 83183 UNE-EN 83184	2635/0.89	2938/0.82	2926/0.74	2925/0.78	
LA	UNE-EN 1097-2	24	13	13	13	
PSV	UNE-EN 1097-8		50	50	50	
Finos	UNE-EN 933-1		0.2	0.3	0.2	
DAF	UNE-EN 1097-3					0.60

### Granulometría de los áridos (UNE-EN 933-1).

Fracción/Tamiz	40	25	20	12,5	8	4	2	0,500	0,250	0,125	0,063
16/32p	100,0	98,9	74,1	0,8	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1
12/20p	100,0	100,0	100,0	44,2	3,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
6/12p	100,0	100,0	100,0	99,3	64,5	4,4	0,7	0,6	0,6	0,5	0,3
0/4c	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	96,4	60,9	23,9	14,3	10,3	6,8

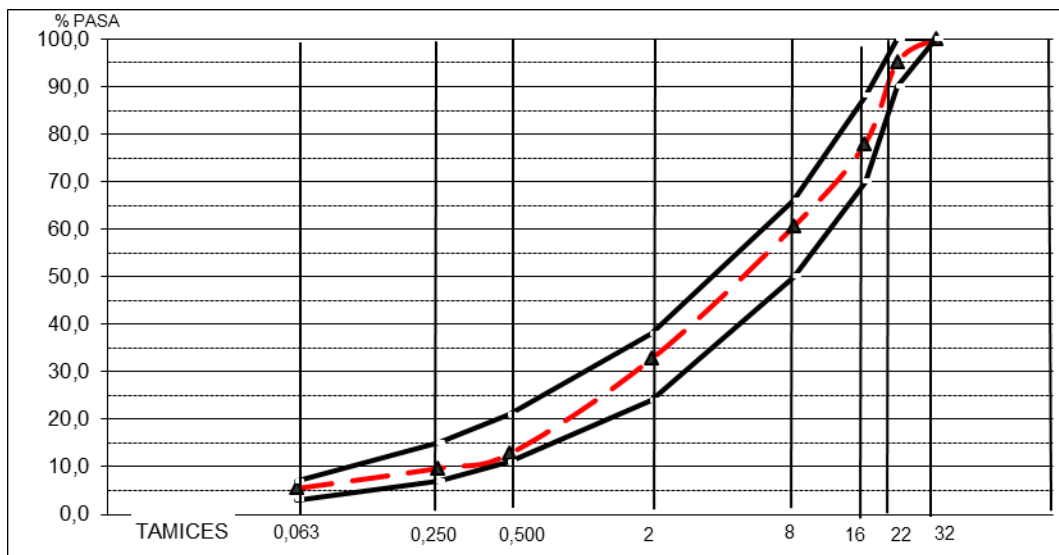
### 4.- ENSAYOS DEL LIGANTE.

<u>N<sup>a</sup>/Ref:</u> 35/50	Unidades	Norma	Valor	Especificación
Penetración (25°C, 100 grs, 5s)	0,1 mm	EN1426	45	35-50
Punto de reblandet <sup>o</sup> A y B	°C	EN 1427	52,4	
Índice de penetración	---	Anexo A	-0,9	-1.5 / +0.7

## 5.- FORMULA DE TRABAJO.

### Dosificación y fórmula de trabajo:

Fracción/Tamíz	%	32	22	16	8	2	0.5	0.25	0.063
Huso Teórico		100,0	99,1	84,2	55,8	31,9	14,2	10,2	5,4



Peso específico del árido 2880 Mg/m<sup>3</sup>

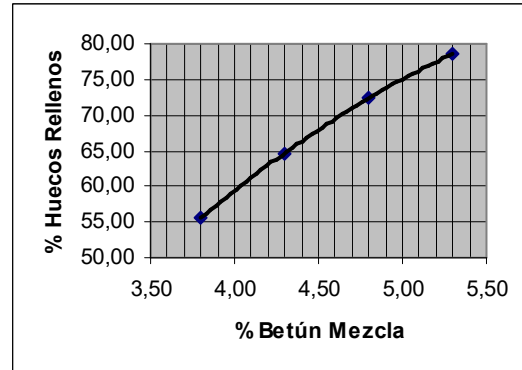
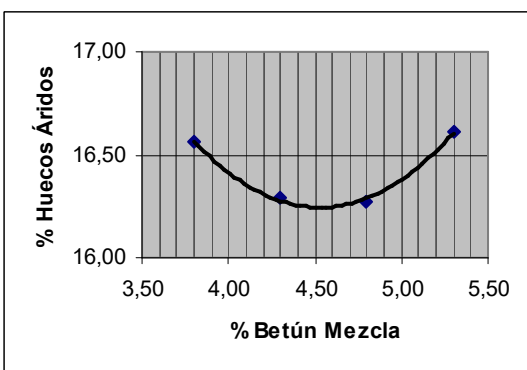
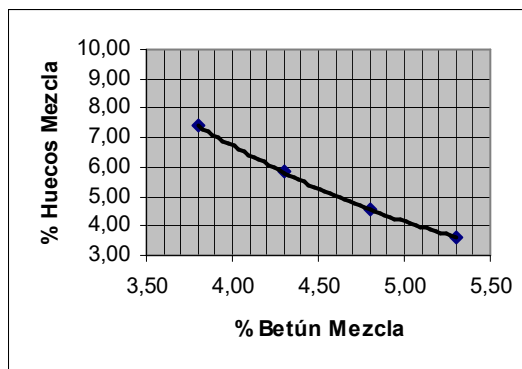
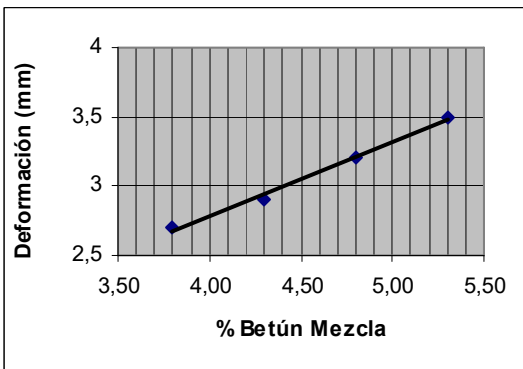
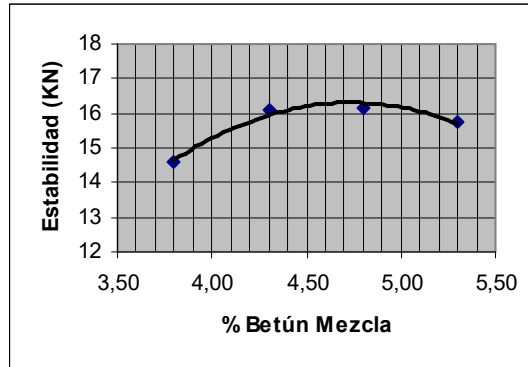
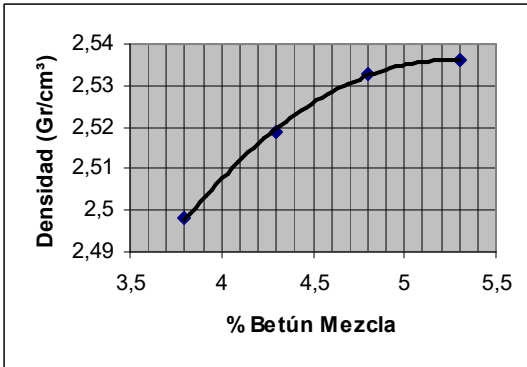
## 6.- CARACTERISTICAS DE LA MEZCLA.

Con la fórmula de trabajo anterior y porcentajes crecientes de ligantes ( se hicieron las probetas con la referencia de betún sobre mezcla ), se han preparado probetas mediante el compactador de impactos (UNE EN 12697-30) con 75 golpes por cara, con las siguientes características:

**La temperatura de fabricación está comprendida entre 155-160 °C.**

**La temperatura de compactación está comprendida entre 145-150 °C.**

Se obtuvieron los siguientes resultados:





## 7.- PARAMETROS OPTIMOS.

Teniendo en cuenta la corrección de la dotación mínima de betún según PG-3 debido a la densidad de los áridos, obtenemos los siguientes datos:

Factor de corrección ( $\alpha$ ) =  $2.650 / \text{densidad áridos (2.880)} = 0,920$

% de betún/mezcla mínimo =  $4,5 \times 0.902 = 4,14$

A la vista de los resultados y teniendo en cuenta los parámetros antes expuesto, tendremos las siguientes características en la mezcla:

Resultados Optimos		Esp.	C. Den.
% Betún/Áridos	4,50		
% Betún/Mezcla	4,30	4,50	4,14
Densidad (Grs/cm <sup>3</sup> )	2,512		
Estabilidad (KN)	16.1		
Deformación (mm)	2,9		
% Huecos Mezcla	6.1	4-6	
% Huecos Aridos	16,5	>14	
% Huecos Rellenos	63,4		
Relación F/BA	1,2	1,2	

## 8.-ANEXOS

8.1.- El filler utilizado en la fórmula de trabajo es de recuperación de la arena.

### 8.2- SENSIBILIDAD AL AGUA UNE-EN 12697-12.

Densidad, Kg/m<sup>3</sup>: **2.505**

Resistencia a tracción en seco (ITSd), KPa: **2540**

Resistencia conservada, %: **87.9**

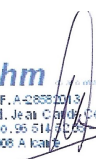
## 8.3.- RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PERMANENTE UNE-EN 12697-22


<b>RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PERMANENTE - ENSAYO DE PISTA UNE-EN12697-22</b>		
<b>DISPOSITIVO</b>	<b>Tamaño pequeño</b>	
<b>PROCEDIMIENTO</b>	<b>B en aire</b>	
<b>TEMPERATURA ENSAYO - °C</b>	<b>60</b>	
<b>DURACIÓN ENSAYO- Ciclos</b>	<b>10000</b>	
<b>VELOCIDAD MEDIA DEFORMACIÓN</b>		
<b>PROBETA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
<b>WTS - mm/10<sup>3</sup> ciclos</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>
<b>WTSmedia- mm/10<sup>3</sup> ciclos</b>	<b>0,06</b>	
<b>PROFUNDIDAD DE LA RODERA</b>		
<b>RD a 10000 ciclos</b>	<b>5.83</b>	<b>5.62</b>
<b>RD media a 10000 ciclos</b>	<b>5.70</b>	
<b>PRD a 10000 ciclos</b>	<b>3,50</b>	<b>3,37</b>
<b>PRD media a 10000 ciclos</b>	<b>3,40</b>	

## 8.4.- Temperaturas y tiempos de mezclado.

<b>En planta</b>	Mínimo	Máximo
Temperatura de los áridos. °C	140	180
Temperatura del ligante. °C	145	165
Temperatura de la mezcla. °C	140	180
T. de envuelta seco. Seg	5	10
T. de envuelta Humedo. Seg	24	30
<b>En obra</b>	Mínimo	Máximo
T. de descarga extendedora. °C	140	180
T. de inicio compactación. °C	130	160
T. de fin compactación. °C	100	--

Jefe de laboratorio



  
 C.I.F. A-28882013  
 Avd. Jean Calvez, 50  
 Tlfno. 95 514 75 85 - Fax 95 514 1842  
 03006 A Izan



**ANEXO N°3**

Actas de ensayo CEMOSA.

Expediente: **0/2208775/11**  
Nº acta: 001-22/038425/1 Anula a:  
Obra: TRAMO DE PRUEBA DE MBC EN ALBATERA (ALICANTE)  
Peticionario: CIRCULO TECNOLOGICO 2020 SL  
Dirección: C/ JUAN ESPLANDIÚ, 11-13ª pl. 28007 MADRID  
Contratista:  
Dirección técnica:

## ENSAYO DE MEZCLAS BITUMINOSAS

ALBARÁN CEMOSA: **1780420C1**

CÓDIGO DE MUESTRA: **0201/001/2022/020299(1348185)** FECHA TOMA: **02/11/2022-11:50**

### MATERIAL

MATERIAL:	<b>MEZCLA BITUMINOSA CALIENTE</b>	LUGAR DE TOMA:	<b>TRAMO DE PRUEBA</b>
TIPO:	<b>AC22 S SURF 35/50</b>	UBICACIÓN:	<b>CRTRA. MULA H02237</b>
ARIDOS UTILIZADOS:	<b>PÓRFIDO</b>	MODALIDAD DE MUESTREO:	<b>ML - Muestreo por laboratorio</b>
FABRICANTE:	<b>CHM OBRAS E INFRAESTRUCTURAS SA</b>	MUESTREO POR:	<b>JUAN ANTONIO MARTIN SANCHEZ</b>
PLANTA:	<b>PUERTO LUMBRERAS</b>	PROCEDIMIENTO DE MUESTREO:	<b>Del sinfín de la extendedora</b>
MATRICULA CAMIÓN:	<b>3267 GSS</b>	EQUIPO DE MUESTREO:	<b>Pala</b>
ALBARÁN CAMIÓN:	-	CANTIDAD DE MUESTRA:	<b>0</b>
Tª EN PLANTA (°C):	-	LOTE LABORATORIO:	
Tª DE TOMA (°C):	<b>120</b>	LOTE CLIENTE:	
Tª EN EXTENDIDO (°C):	-		

**TRABAJOS REALIZADOS** - De acuerdo con el programa establecido, se han realizado los siguientes ensayos.

Granulometría de los áridos extraídos en mezclas bituminosas (mezclas bituminosas)	<b>UNE-EN 12697-2:2015+A1:2022</b>
Estabilidad y deformación de tres probetas Marshall (mezclas bituminosas)	<b>NLT 159:2000</b>
Determinación de la sensibilidad al agua de probetas de mezcla fabricada (mezclas bituminosas)	<b>UNE-EN 12697-12:2019</b>
Densidad aparente por el método hidrostático (mezclas bituminosas)	<b>UNE-EN 12697-6:2022</b>
Contenido de ligante en mezcla bituminosa (mezclas bituminosas)	<b>UNE-EN 12697-1:2022</b>
Densidad máxima (mezclas bituminosas)	<b>UNE-EN 12697-5:2020</b>
Ensayo en pista de laboratorio (mezclas bituminosas)	<b>UNE EN 12697-22:2008; UNE EN 12697-22 A1:2008</b>
Cálculo de huecos (mezclas bituminosas)	<b>UNE-EN 12697-8:2020</b>

### OBSERVACIONES:

CON ADITIVO BioRoad Warm mix. Compactación en laboratorio a 165° C

### RESULTADOS

Los resultados de los ensayos se presentan en las siguientes páginas.

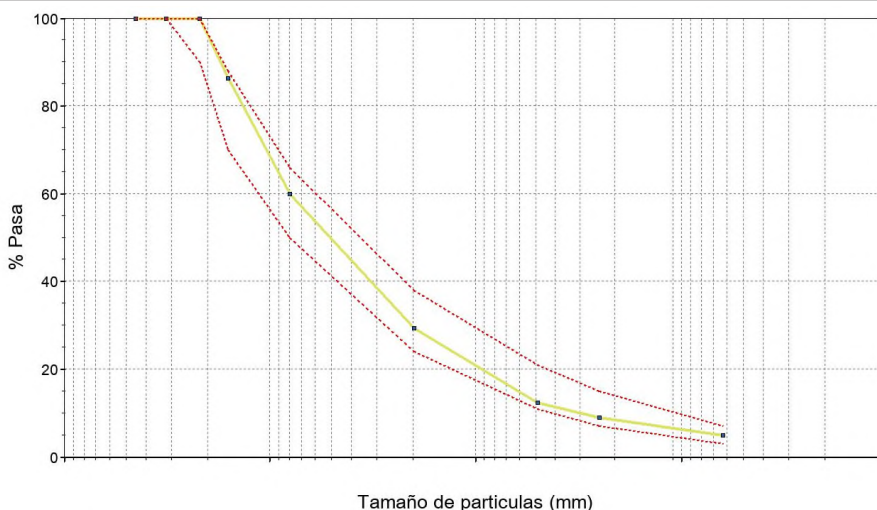
La incertidumbre de los resultados está a disposición del cliente en CEMOSA.

Expediente: **O/2208775/11**  
Nº acta: 001-22/038425/1 Anula a:  
Código de muestra: 0201/001/2022/020299(1348185)

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

HUSO: **AC22 S**

TAMIZ (mm)	PASA (%)	HUSO MIN (%)	HUSO MAX (%)
45	100,0	100,0	100,0
32	100,0	100,0	100,0
22	100,0	90,0	100,0
16	86,4	70,0	88,0
8	59,9	50,0	66,0
2	29,3	24,0	38,0
0,5	12,3	11,0	21,0
0,25	8,9	7,0	15,0
0,063	4,9	3,0	7,0



## CONTENIDO DE LIGANTE

MÉTODO UTILIZADO: **Extracción en caliente y centrífuga de flujo continuo**  
BETÓN MEZCLA (%): **4,7**  
BETÓN ÁRIDO (%): **4,9**  
RELACIÓN FILLER/BETÓN: **1,0**

## CONTENIDO DE HUECOS

### DENSIDAD MÁXIMA

MÉTODO DE ENSAYO: **VOLUMÉTRICO (AGUA)**  
Tº DE ENSAYO (°C): **25**  
DENSIDAD MÁXIMA (Mg/m³): **2,690**

### CONTENIDO DE HUECOS

% CONT. DE LIGANTE RESPECTO A MEZCLA (m/m): **4,7**  
HUECOS DE AIRE (Vm) (%): **6,6**  
HUECOS RELLENOS DE LIGANTE (VFB) (%): **63,5**  
HUECOS ÁRIDOS MINERAL (VMA) (%): **18,1**

### DENSIDAD APARENTE

COMPACTACIÓN: **MEDIANTE COMPACTADOR DE IMPACTOS (75 GOLPES POR CARA)**  
MÉTODO DE ENSAYO: **MÉTODO SUPERFICIE SATURADA SECA**

RESULTADOS				
PROBETA	MASA SECA (g)	DIÁMETRO (mm)	ALTURA (mm)	DENS. APARENTE (Mg/m³)
1	<b>1251,30</b>	<b>101,1</b>	<b>63,1</b>	<b>2,518</b>
2	<b>1240,00</b>	<b>101,1</b>	<b>62,8</b>	<b>2,515</b>
3	<b>1256,80</b>	<b>101,1</b>	<b>63,3</b>	<b>2,509</b>
4	<b>1248,90</b>	<b>101,1</b>	<b>63,0</b>	<b>2,508</b>
MEDIA:				<b>2,513</b>

## ENSAYO MARSHALL

DENSIDAD MEDIA APARENTE DE LA MEZCLA (Mg/m³): **2,513**  
ESTABILIDAD MARSHALL (kN): **17,2**  
COCIENTE MARSHALL (kN/mm): **6,5**

DEFORMACIÓN MARSHALL (mm): **2,6**  
DEFORMACIÓN TANGENCIAL (mm): **-**  
DEFORMACIÓN TOTAL (mm): **-**

Expediente: **0/2208775/11**  
Nº acta: 001-22/038425/1 Anula a:  
Código de muestra: 0201/001/2022/020299(1348185)

**SENSIBILIDAD AL AGUA**

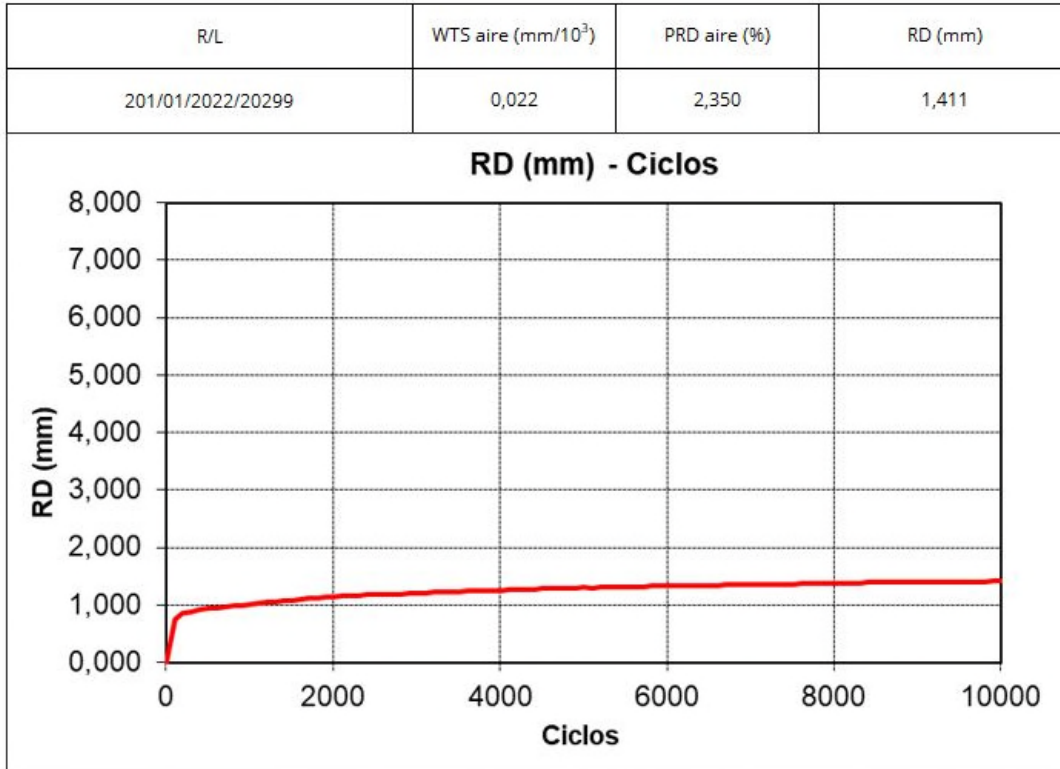
Nº PROBETAS	PROBETAS	COMPACTACION	GOLPES POR CARA	CONSERVACION (H)	Tº ENSAYO
6	Ø100	IMPACTO	50	72	15

PROBETAS	HUMEDAS	SECAS
DIAMETRO MEDIO (mm)	101,5	101,5
ALTURA MEDIA (mm)	63,7	63,5
DENSIDAD APARENTE (S.S.S.) (Mg/m3)	2,476	2,469
RESISTENCIA A TRACCION INDIRECTA ( <b>ITS</b> ) (KPa)	<b>2967,6</b>	<b>3320,1</b>
TIPO DE ROTURA	Rotura limpia por tracción	Rotura limpia por tracción
RELACION ENTRE RESISTENCIA A TRACCION INDIRECTA ( <b>ITSR</b> ) (%)	<b>89,4</b>	

Expediente: **0/2208775/11**  
Nº acta: 001-22/038425/1 Anula a:  
Código de muestra: 0201/001/2022/020299(1348185)

**RESISTENCIA A LA DEFORMACIÓN PERMANENTE (ENSAYO EN PISTA)**

PROCEDIMIENTO DE ENSAYO: MEDIANTE COMPACTADOR PLACAS  
FABRICACIÓN MEZCLA: FABRICADA EN OBRA  
MÉTODO ENSAYO COMPACTACIÓN: UNE EN 12697-33/2008+A1  
TEMPERATURA DE ENSAYO: 60°  
ESPESOR DE LA PROBETA: 60 mm  
PROCEDIMIENTO: TAMAÑO PEQUEÑO. METODO EN AIRE



CENTRO DE ESTUDIOS DE MATERIALES Y CONTROL DE OBRA, S.A. (CEMOSA)

**Fdo. ELENA FRADE VIANO**  
Director Técnico de Laboratorio  
Licenciado en Ciencias Químicas

Málaga a 24/11/2022

**Fdo. YOLANDA GARRIDO CAMACHO**  
Responsable de Ensayos Físicos  
Ldo. en Ciencias Ambientales

**FRADE VIANO ELENA - 33399417**  
Digitally signed by FRADE VIANO ELENA - 33399417  
DN: cn=FRADE VIANO ELENA - 33399417, sn=FRADE VIANO, givenName=ELENA, c=ES, serialNumber=IDCES-33399417  
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document  
Date: 2022.11.24 15:31:06 +01'00'

**GARRIDO CAMACHO YOLANDA - 74861128S**  
Digitally signed by GARRIDO CAMACHO YOLANDA - 74861128S  
DN: cn=GARRIDO CAMACHO YOLANDA - 74861128S, sn=GARRIDO CAMACHO, givenName=YOLANDA, c=ES, serialNumber=IDCES-74861128S  
Reason: I attest to the accuracy and integrity of this document  
Date: 2022.11.24 15:31:09 +01'00'

**Expediente:** O/2208775/11 Albarán: 1784373  
**Nº Informe:** 011-22/003267/1 Anula a:

**Obra:** TRAMO DE PRUEBA DE MBC EN ALBATERA (ALICANTE)  
**Cliente:** CIRCULO TECNOLOGICO 2020 SL  
**Dirección:** C/ JUAN ESPLANDIÚ, 11-13ª pl. 28007 MADRID  
**Contratista:**  
**Dirección técnica:**  
**Modalidad de Control:**

## DETERMINACION DE ESPESORES Y DENSIDAD APARENTE DE PROBETAS BITUMINOSAS

### 1.- ANTECEDENTES

Con fecha 10-11-2022, personal de CEMOSA se desplaza a la obra **“TRAMO DE PRUEBA DE MBC EN ALBATERA (ALICANTE)”**, para la extracción de diez (10) probetas testigo de mezcla bituminosa vertida en la obra de referencia.

### 2.- TRABAJO REALIZADO

Los ensayos realizados son los siguientes:

- Extracción de probetas testigo de mezcla bituminosa (UNE EN 12697-27: 2018).
- Determinación del espesor en mezclas bituminosas (UNE EN 12697-29:2003).
- Determinación de densidad aparente de probetas bituminosas (UNE EN 12697-6: 2012).

### 3.- RESULTADOS

Los resultados obtenidos figuran en el siguiente cuadro:



**Expediente:** O/2208775/11 Albarán: 1784373  
**Nº Informe:** 011-22/003267/1 Anula a:

Nº DE TESTIGO	SITUACIÓN	ESPESOR (cm)	DENSIDAD (g/cm3)	DENSIDAD MARSHALL	% COMPACTACIÓN	TIPO DE MEZCLA
T-1	R3- 17 M	12.4	2.400			CON ADITIVO
T-2	R-3 60 M	9.1	2.397			CON ADITIVO
T-3	R-3 88 M	8.0	2.44			SIN ADITIVO
T-4	R-3 110 M	9.4	2.378			SIN ADITIVO
T-5	R-3 140 M	8.8	2.399			SIN ADITIVO
T-6	R-4 15 M	6.2	2.483			CON ADITIVO
T-7	R-4 40 M	5.3	2.475			CON ADITIVO
T-8	R-4 80 M	9.3	2.396			CON ADITIVO
T-9	R-4 120 M	11.3	2.375			SIN ADITIVO
T-10	R-4 170 M	10.0	2.409			SIN ADITIVO

El presente informe consta de dos (2) páginas.



**Fdo. Mario Gázquez Esteban**  
Director Técnico de Laboratorio  
Ingeniero Técnico Industrial

**Fdo. Mario Gázquez Esteban**  
Responsable de Ensayos Físicos  
Ingeniero Técnico Industrial

Almería , 21/11/2022



**ANEXO N°4**

Actas de ensayo Laboratorio Comunidad de Murcia


# HOJA DE CALCULO

## DATOS DE LA MUESTRA.

0586_22 5	AC22Surf35/50S SEMICALIENTE	RICARDO
Número de referencia	Material	Operador/-es
2 de noviembre de 2022	30 de noviembre de 2022	ENLACES RM-15
Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Obra
AUNOR	ISAIAS GARCIA SALCEDO	Ingeniero técnico
Empresa	Ingeniero	
Procedencia	OBRA (PLANTA ALBATERA)	

## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-26:2019.

UNE-EN 12697-26:2019. Mezclas bituminosas. Método de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 26: Rigidez. Anexo C: Ensayo de tracción indirecta sobre probetas cilíndricas (IT-CY).

	Método de compactación	IMPACTO
	Densidad aparente ( $D_{SSD}$ ; $kg/m^3$ )	2,531.2
	Temperatura ( $T$ ; $^{\circ}C$ )	5
	Frecuencia ( $F$ ; Hz)	
	Deformación ( $F$ ; mm)	0.005
	Módulo de rigidez ( $E$ ; MPa)	19,497
	Angulo de desfase ( $C_M$ ; $^{\circ}$ )	15.3
Observaciones:		

## CONFORMIDAD DEL INFORME (firmar y sellar).

Observaciones:

Firmado en Murcia, a 01 de Diciembre de 2022

MUESTRA TOMADA EN M.D. RAMAL 3 ENLACE 33  
CAMION. 2561-JRK HORA. 12:40h TEMP.CAMION. 131.4°C  
TEMP. EXTENDIDO 128.4°C

ISAIAS GARCIA SALCEDO




# HOJA DE CALCULO

## DATOS DE LA MUESTRA.

0586_22_20	AC22Surf35/50S SEMICALIENTE	RICARDO
Número de referencia	Material	Operador/-es
2 de noviembre de 2022	30 de noviembre de 2022	ENLACES RM-15
Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Obra
AUNOR	ISAIAS GARCIA SALCEDO	Ingeniero técnico
Empresa	Ingeniero	
Procedencia	OBRA (PLANTA ALBATERA)	

## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-26:2019.

UNE-EN 12697-26:2019. Mezclas bituminosas. Método de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 26: Rigidez. Anexo C: Ensayo de tracción indirecta sobre probetas cilíndricas (IT-CY).

	Método de compactación	IMPACTO
	Densidad aparente ( $D_{SSD}$ ; $kg/m^3$ )	2,531.2
	Temperatura ( $T$ ; $^{\circ}C$ )	20
	Frecuencia ( $F$ ; $Hz$ )	
	Deformación ( $F$ ; $mm$ )	0.005
	Módulo de rigidez ( $E$ ; $MPa$ )	6,781
	Angulo de desfase ( $C_M$ ; $^{\circ}$ )	26.7
Observaciones:		

## CONFORMIDAD DEL INFORME (firmar y sellar).

Observaciones:

Firmado en Murcia, a 01 de Diciembre de 2022

MUESTRA TOMADA EN M.D. RAMAL 3 ENLACE 33  
CAMION. 2561-JRK HORA. 12:40h TEMP.CAMION. 131.4°C  
TEMP. EXTENDIDO 128.4°C

ISAIAS GARCIA SALCEDO

Ejemplar para el laboratorio

Página 01



# ACTA DE RESULTADOS

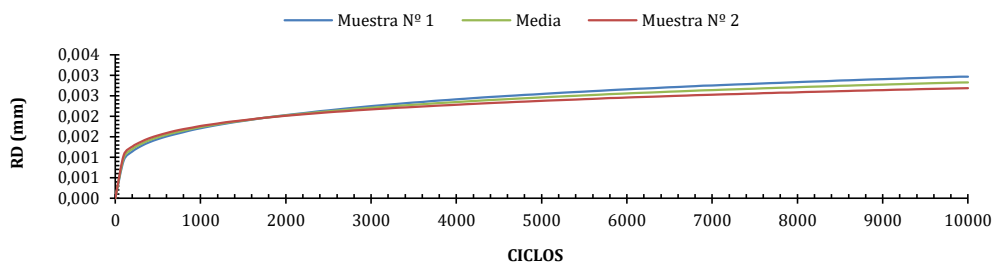
## DATOS DE LA MUESTRA.

0586_22	AC22Surf35/50S SEMICALIENTE	RICARDO
Número de referencia	Material	Operador/-es
2 de noviembre de 2022	8 de noviembre de 2022	ENLACES RM-15
Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Obra
AUNOR	ISAIAS GARCIA SALCEDO	
Empresa	Ingeniero	Ingeniero técnico
	OBRA (PLANTA ALBATERA)	
Procedencia		

## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-22:2008+A1:2008.

UNE-EN 12697-22:2008+A1:2008. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 22: Ensayo de rodadura. Tamaño pequeño, método B en aire

Temperatura a la que se lleva a cabo el ensayo (T ; °C)	60.0
Densidad aparente SSD de referencia ( $\rho$ ; kg/m <sup>3</sup> )	2,542.9
Densidad aparente SSD media de las placas ( $\rho$ ; kg/m <sup>3</sup> )	2,486.1
<b>ESPESOR MEDIO DE LAS PLACAS (e ; mm)</b>	<b>59.218</b>
<b>PENDIENTE MEDIA DEFORMACION EN PISTA (WTS<sub>aire</sub> ; mm para 10<sup>3</sup> ciclos de carga)</b>	<b>0.07</b>
<b>PORCENTAJE DE PROFUNDIDAD MEDIA DE LA RODERA (PDR<sub>aire</sub> ; %)</b>	<b>4.770</b>
<b>PROFUNDIDAD MEDIA DE LA RODERA (RD<sub>aire</sub> ; mm)</b>	<b>2.825</b>



PRECISION SEGUN CEDEX (WTS y RD ; adimensional)

PRECISION DE LOS RESULTADOS DEL ENSAYO (WTS y RD ; adimensional)

WTS < 0.02 mm/10<sup>3</sup> ciclos y  
PRD < 1%  
WTS = 0.022 mm/10<sup>3</sup> ciclos y  
PRD = 0.47%

## CONFORMIDAD DEL INFORME (firmar y sellar).

Observaciones:

Firmado en Murcia, a 09 de Noviembre de 2022

MUESTRA TOMADA EN M.D. RAMAL 3 ENLACE 33,  
CAMION.2561-JRK HORA. 12:40h TEMP.  
CAMION.131.4°C TEMP.EXTENDIDO. 128.4°C

ISAIAS GARCIA SALCEDO

Ejemplar para el cliente

Página 01



# ACTA DE RESULTADOS

## DATOS DE LA MUESTRA.

0587_22	AC 22 SURF 35/50 S	PEPE SANCHEZ
Número de referencia	Material	Operador/-es
3 de noviembre de 2022	7 de noviembre de 2022	RM-15 ENLACES
Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Obra
AUNOR	ISAIAS GARCIA	
Empresa	Ingeniero	Ingeniero técnico
	OBRA (PLANTA ALBATERA)	
Procedencia		

## RESULTADO MULTIPLES ENSAYOS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE SEGUN ARTICULO 542 DEL PG-3.

UNE-EN 12697-1:2013. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 1: Contenido de ligante soluble.

UNE-EN 12697-2:2003+A1:2007. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas.

UNE-EN 12697-5:2012. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 5: Determinación de la densidad máxima.

UNE-EN 12697-6:2012. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 6: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas.

UNE-EN 12697-8:2003. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 8: Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas.

UNE-EN 12697-34:2006. Mezclas bituminosas. Método de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 34: Ensayo Marshall.

## CONFORMIDAD DEL INFORME (firmar y sellar).

Observaciones:

Firmado en Murcia, a 07 de Noviembre de 2022

TOMADA EN CARRIL INTERIOR ROTONDA LADO CAMINO  
SERVICIO ENLACE 33 CAMION 3942-KVC HORA 9:55  
TEMP. 144,1°C

ISAIAS GARCIA SALCEDO



# ACTA DE RESULTADOS

## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-1:2013.

CONTENIDO LIGANTE SOLUBLE-MEZCLA (L/M ; %)	4,60
CONTENIDO LIGANTE SOLUBLE-ARIDO (L/A ; %)	4,82
RELACION FILLER-BETUN (F/B ; %)	1,10

## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-2:2007.

Tipo de análisis granulométrico AC22 S

Tamices granulométricos (Eje X ; mm)

		32	22	16	8	2	0,5	0,25	0,063
--	--	----	----	----	---	---	-----	------	-------

Porcentaje de masa que pasa por cada tamiz (Eje Y ; %)

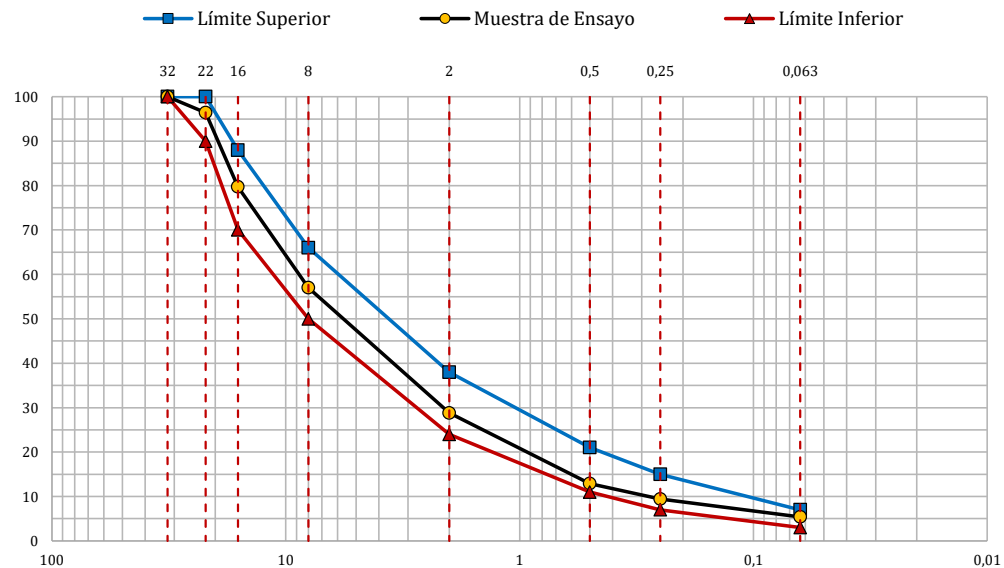
		100,0	96,4	79,7	57,0	28,8	12,9	9,4	5,4
--	--	-------	------	------	------	------	------	-----	-----

Límite superior (Eje Y ; %)

		100	100	88	66	38	21	15	7
--	--	-----	-----	----	----	----	----	----	---

Límite inferior (Eje Y ; %)

		100	90	70	50	24	11	7	3
--	--	-----	----	----	----	----	----	---	---



## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-5:2012.

METODO DE ENSAYO QUE SE HA LLEVADO A CABO	Volumétrico
DENSIDAD MAXIMA PARA LA MUESTRA DE ENSAYO ( $\rho_{max}$ ; $kg/m^3$ )	2.673,0

Ejemplar para soporte informático

Página 02



# ACTA DE RESULTADOS

## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-6:2012.

TIPO DE PROBETAS ENSAYADAS	Marshall
DENSIDAD APARENTE EN SSD ( $\rho_{SSD}$ ; $kg/m^3$ )	2.545,3

## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-8:2003.

VOLUMEN HUECOS DE AIRE ( $V_m$ ; %)	4,78
VOLUMEN HUECOS DE ARIDO ( $VMA$ ; %)	16,09
VOLUMEN HUECOS RELLENOS ( $VFA$ ; %)	70,31

## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-34:2006.

ESTABILIDAD ( $S$ ; $kN$ )	15,44
ESTABILIDAD DEL PROYECTO ( $S_{pr}$ ; $kN$ )	14,57 (NLT 159)
DEFORMACION ( $F$ ; $mm$ )	5,515
DEFORMACION DEL PROYECTO ( $F_{pr}$ ; $mm$ )	3,184 (NLT 159)
DEFORMACION TANGENCIAL ( $F_t$ ; $mm$ )	2,307
DEFORMACION TOTAL ( $F_T$ ; $mm$ )	5,483
COCIENTE MARSHALL ( $C_M$ ; $Kn/mm$ )	2,800

Ejemplar para soporte informático

Página 03

07/11/2021 14:49:58

GARCIA SALCEDO, ISAIAS

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y los hechos de firma se muestran en los recuadros.  
Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificardocumentos> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-24c8866a-3ee3-b4b7-2016-00505696280





# ACTA DE RESULTADOS

## DATOS DE LA MUESTRA.

0589_22	AC 22 SURF 35/50 S	PEPE SANCHEZ
Número de referencia	Material	Operador/-es
3 de noviembre de 2022	7 de noviembre de 2022	RM-15 ENLACES
Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Obra
AUNOR	ISAIAS GARCIA	
Empresa	Ingeniero	Ingeniero técnico
	OBRA (PLANTA ALBATERA)	
Procedencia		

## RESULTADO MULTIPLES ENSAYOS DE MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE SEGUN ARTICULO 542 DEL PG-3.

UNE-EN 12697-1:2013. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 1: Contenido de ligante soluble.

UNE-EN 12697-2:2003+A1:2007. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 2: Determinación de la granulometría de las partículas.

UNE-EN 12697-5:2012. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 5: Determinación de la densidad máxima.

UNE-EN 12697-6:2012. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 6: Determinación de la densidad aparente de probetas bituminosas.

UNE-EN 12697-8:2003. Mezclas bituminosas. Métodos de ensayo para mezclas bituminosas en caliente. Parte 8: Determinación del contenido de huecos en las probetas bituminosas.

UNE-EN 12697-34:2006. Mezclas bituminosas. Método de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 34: Ensayo Marshall.

## CONFORMIDAD DEL INFORME (firmar y sellar).

Observaciones:

Firmado en Murcia, a 07 de Noviembre de 2022

MUESTRA TOMADA EN M.I. RAMAL 2 ENLACE 33 CAMION  
0596-DZF HORA 15:45 TEMP. 156,8°C

ISAIAS GARCIA SALCEDO



# ACTA DE RESULTADOS

## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-1:2013.

CONTENIDO LIGANTE SOLUBLE-MEZCLA (L/M ; %)	4,64
CONTENIDO LIGANTE SOLUBLE-ARIDO (L/A ; %)	4,87
RELACION FILLER-BETUN (F/B ; %)	1,20

## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-2:2007.

Tipo de análisis granulométrico AC22 S

Tamices granulométricos (Eje X ; mm)

		32	22	16	8	2	0,5	0,25	0,063
--	--	----	----	----	---	---	-----	------	-------

Porcentaje de masa que pasa por cada tamiz (Eje Y ; %)

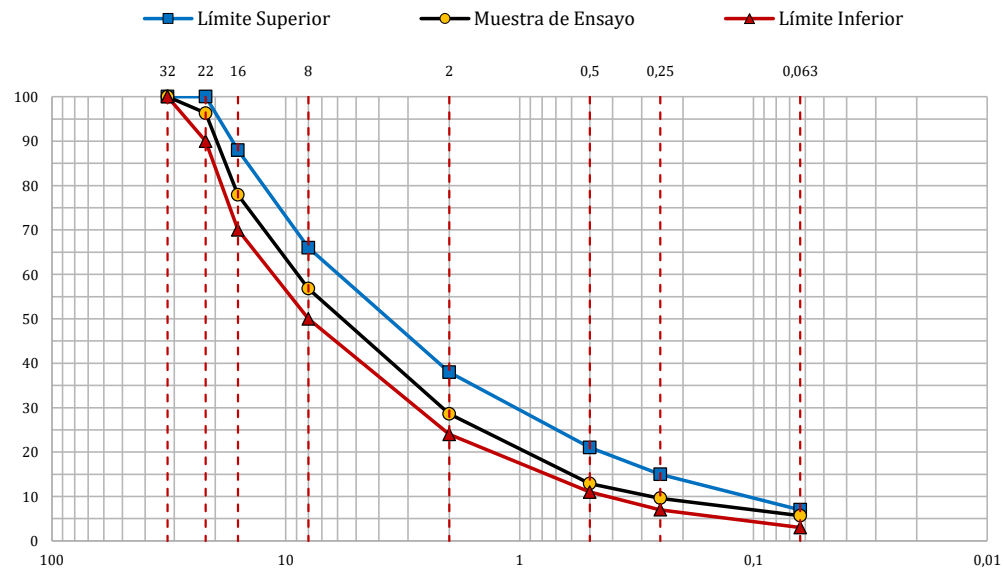
		100,0	96,3	77,9	56,8	28,6	12,9	9,6	5,7
--	--	-------	------	------	------	------	------	-----	-----

Límite superior (Eje Y ; %)

		100	100	88	66	38	21	15	7
--	--	-----	-----	----	----	----	----	----	---

Límite inferior (Eje Y ; %)

		100	90	70	50	24	11	7	3
--	--	-----	----	----	----	----	----	---	---



## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-5:2012.

METODO DE ENSAYO QUE SE HA LLEVADO A CABO	Volumétrico
DENSIDAD MAXIMA PARA LA MUESTRA DE ENSAYO ( $\rho_{max}$ ; $kg/m^3$ )	2.649,0

Ejemplar para soporte informático

Página 02



# ACTA DE RESULTADOS

## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-6:2012.

TIPO DE PROBETAS ENSAYADAS	Marshall
DENSIDAD APARENTE EN SSD ( $\rho_{SSD}$ ; $kg/m^3$ )	2.545,7

## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-8:2003.

VOLUMEN HUECOS DE AIRE ( $V_m$ ; %)	3,90
VOLUMEN HUECOS DE ARIDO ( $VMA$ ; %)	15,31
VOLUMEN HUECOS RELLENOS ( $VFA$ ; %)	74,53

## RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-34:2006.

ESTABILIDAD ( $S$ ; $kN$ )	15,54
ESTABILIDAD DEL PROYECTO ( $S_{pr}$ ; $kN$ )	14,77 (NLT 159)
DEFORMACION ( $F$ ; $mm$ )	4,023
DEFORMACION DEL PROYECTO ( $F_{pr}$ ; $mm$ )	2,835 (NLT 159)
DEFORMACION TANGENCIAL ( $F_t$ ; $mm$ )	2,139
DEFORMACION TOTAL ( $F_T$ ; $mm$ )	4,066
COCIENTE MARSHALL ( $C_M$ ; $Kn/mm$ )	3,863

Ejemplar para soporte informático

Página 03

08/11/2022 11:31:51

GARCIA SALCEDO, ISAIAS

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico administrativo archivado por la Comunidad Autónoma de Murcia, según artículo 27.3.c) de la Ley 39/2015. Los firmantes y los hechos de firma se muestran en los recuadros. Su autenticidad puede ser contrastada accediendo a la siguiente dirección: <https://sede.carm.es/verificardocumentos> e introduciendo el código seguro de verificación (CSV) CARM-04981486-3f4e-1d1f-99ff-0050569534e7



**DATOS DE LA MUESTRA.**

151 - 153	AC 22 Surf 35/50 S SEMICALIENTE	RICARDO
Número de referencia	Material	Operador/-es
13 de marzo de 2023	28 de marzo de 2023	ENLACES RM-15
Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Obra
AUNOR	ISAIAS GARCIA SALCEDO	ENLACE 33 RAMAL 3 y 4
Empresa	Ingeniero	Ingeniero técnico
Procedencia		

**RESULTADO DEL ENSAYO CONTROL DE RECEPCION UNIDAD TERMINADA.**

*Ensayos de control de recepción de la unidad terminada. Testigos.*

ESPESOR PROMEDIO DE LOS TESTIGOS ( $E$ ; mm)	54.83
DENSIDAD APARENTE PROMEDIO DE REFERENCIA ( $D_{apa}$ ; $kg/m^3$ )	2,542.9
DENSIDAD MAXIMA PROMEDIO DE REFERENCIA ( $D_{max}$ ; $kg/m^3$ )	2,630.0
DENSIDAD EN SUPERFICIE SATURADA PROMEDIO DE LOS TESTIGOS ( $D_{SSD}$ ; $kg/m^3$ )	2,424.7
PORCENTAJE DE HUECOS PROMEDIO DE LOS TESTIGOS ( $P_1$ ; %)	7.80
PORCENTAJE DE COMPACTACION PROMEDIO DE LOS TESTIGOS ( $P_2$ ; %)	95.35

**CONFORMIDAD DEL INFORME (firmar y sellar).**

Observaciones:

Firmado en Murcia, a 28 de Marzo de 2023

TESTIGO 1 y 2 RAMAL 3 TESTIGO 6 RAMAL 4

ISAIAS GARCIA SALCEDO



Testigo 1	Muestra 151
Espesor ( $E$ ; mm)	56.56
Diámetro ( $\Phi$ ; mm)	99.80
Densidad aparente de referencia ( $D_{ref}$ ; $kg/m^3$ )	2,542.9
Densidad máxima de la mezcla ( $D_{max}$ ; $kg/m^3$ )	2,630.0
Densidad en superficie saturada seca ( $D_{SSD}$ ; $kg/m^3$ )	2,459.3
— Peso testigo seca (M1; g)	1,063.29
— Peso testigo en agua (M2; g)	633.30
— Peso testigo en superficie saturada seca (M3; g)	1,064.99
— Temperatura de ensayo ( $T$ ; °C)	19.1
— Densidad en agua ( $D$ ; $Mg/m^3$ )	0.9985
Porcentaje de huecos del testigo ( $P_1$ ; %)	6.49
Porcentaje de compactación del testigo ( $P_2$ ; %)	96.71



Testigo 2	Muestra 152
Espesor ( $E$ ; mm)	52.98
Diámetro ( $\Phi$ ; mm)	99.80
Densidad aparente de referencia ( $D_{ref}$ ; $kg/m^3$ )	2,542.9
Densidad máxima de la mezcla ( $D_{max}$ ; $kg/m^3$ )	2,630.0
Densidad en superficie saturada seca ( $D_{SSD}$ ; $kg/m^3$ )	2,378.1
— Peso testigo seca (M1; g)	945.13
— Peso testigo en agua (M2; g)	555.76
— Peso testigo en superficie saturada seca (M3; g)	952.57
— Temperatura de ensayo ( $T$ ; °C)	19.1
— Densidad en agua ( $D$ ; $Mg/m^3$ )	0.9985
Porcentaje de huecos del testigo ( $P_1$ ; %)	9.58
Porcentaje de compactación del testigo ( $P_2$ ; %)	93.52



Testigo 3	Muestra 153
Espesor ( $E$ ; mm)	54.96
Diámetro ( $\Phi$ ; mm)	99.80
Densidad aparente de referencia ( $D_{ref}$ ; $kg/m^3$ )	2,542.9
Densidad máxima de la mezcla ( $D_{max}$ ; $kg/m^3$ )	2,630.0
Densidad en superficie saturada seca ( $D_{SSD}$ ; $kg/m^3$ )	2,436.8
— Peso testigo seca (M1; g)	1,010.89
— Peso testigo en agua (M2; g)	599.32
— Peso testigo en superficie saturada seca (M3; g)	1,013.52
— Temperatura de ensayo ( $T$ ; °C)	19.1
— Densidad en agua ( $D$ ; $Mg/m^3$ )	0.9985
Porcentaje de huecos del testigo ( $P_1$ ; %)	7.35
Porcentaje de compactación del testigo ( $P_2$ ; %)	95.83

**DATOS DE LA MUESTRA.**

154 - 156	AC 22 Surf 35/50 S MBC	RICARDO
Número de referencia	Material	Operador/-es
13 de marzo de 2023	28 de marzo de 2023	ENLACES RM-15
Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Obra
AUNOR	ISAIAS GARCIA SALCEDO	Ingeniero técnico
Empresa	Ingeniero	
ENLACE 33 RAMAL 3 y 4		
Procedencia		

**RESULTADO DEL ENSAYO CONTROL DE RECEPCION UNIDAD TERMINADA.**

*Ensayos de control de recepción de la unidad terminada. Testigos.*

ESPESOR PROMEDIO DE LOS TESTIGOS ( $E$ ; mm)	51.33
DENSIDAD APARENTE PROMEDIO DE REFERENCIA ( $D_{apa}$ ; $kg/m^3$ )	2,545.3
DENSIDAD MAXIMA PROMEDIO DE REFERENCIA ( $D_{max}$ ; $kg/m^3$ )	2,673.0
DENSIDAD EN SUPERFICIE SATURADA PROMEDIO DE LOS TESTIGOS ( $D_{SSD}$ ; $kg/m^3$ )	2,451.3
PORCENTAJE DE HUECOS PROMEDIO DE LOS TESTIGOS ( $P_1$ ; %)	8.30
PORCENTAJE DE COMPACTACION PROMEDIO DE LOS TESTIGOS ( $P_2$ ; %)	96.31

**CONFORMIDAD DEL INFORME (firmar y sellar).**

Observaciones:

Firmado en Murcia, a 28 de Marzo de 2023

TESTIGO 3 RAMAL 3 TESTIGO 4 y 5 RAMAL 4

ISAIAS GARCIA SALCEDO



Testigo 1	Muestra 154
Espesor ( $E$ ; mm)	58.64
Diámetro ( $\emptyset$ ; mm)	99.80
Densidad aparente de referencia ( $D_{ref}$ ; $kg/m^3$ )	2,545.3
Densidad máxima de la mezcla ( $D_{max}$ ; $kg/m^3$ )	2,673.0
Densidad en superficie saturada seca ( $D_{SSD}$ ; $kg/m^3$ )	2,442.2
— Peso testigo seca (M1; g)	1,080.14
— Peso testigo en agua (M2; g)	641.95
— Peso testigo en superficie saturada seca (M3; g)	1,083.55
— Temperatura de ensayo ( $T$ ; °C)	19.1
— Densidad en agua ( $D$ ; $Mg/m^3$ )	0.9985
Porcentaje de huecos del testigo ( $P_1$ ; %)	8.63
Porcentaje de compactación del testigo ( $P_2$ ; %)	95.95



Testigo 2	Muestra 155
Espesor ( $E$ ; mm)	43.56
Diámetro ( $\emptyset$ ; mm)	99.80
Densidad aparente de referencia ( $D_{ref}$ ; $kg/m^3$ )	2,545.3
Densidad máxima de la mezcla ( $D_{max}$ ; $kg/m^3$ )	2,673.0
Densidad en superficie saturada seca ( $D_{SSD}$ ; $kg/m^3$ )	2,485.1
— Peso testigo seca (M1; g)	821.26
— Peso testigo en agua (M2; g)	492.30
— Peso testigo en superficie saturada seca (M3; g)	822.27
— Temperatura de ensayo ( $T$ ; °C)	19.1
— Densidad en agua ( $D$ ; $Mg/m^3$ )	0.9985
Porcentaje de huecos del testigo ( $P_1$ ; %)	7.03
Porcentaje de compactación del testigo ( $P_2$ ; %)	97.63



Testigo 3	Muestra 156
Espesor ( $E$ ; mm)	51.78
Diámetro ( $\emptyset$ ; mm)	99.80
Densidad aparente de referencia ( $D_{ref}$ ; $kg/m^3$ )	2,545.3
Densidad máxima de la mezcla ( $D_{max}$ ; $kg/m^3$ )	2,673.0
Densidad en superficie saturada seca ( $D_{SSD}$ ; $kg/m^3$ )	2,426.5
— Peso testigo seca (M1; g)	941.00
— Peso testigo en agua (M2; g)	557.02
— Peso testigo en superficie saturada seca (M3; g)	944.22
— Temperatura de ensayo ( $T$ ; °C)	19.1
— Densidad en agua ( $D$ ; $Mg/m^3$ )	0.9985
Porcentaje de huecos del testigo ( $P_1$ ; %)	9.22
Porcentaje de compactación del testigo ( $P_2$ ; %)	95.33

**DATOS DE LA MUESTRA.**

<b>RM_15 TESTIGOS MBC</b>	<b>AC 22 Surf 35/50 S</b>	<b>RICARDO</b>
Número de referencia	Material	Operador/-es
<b>13 de marzo de 2023</b>	<b>27 de marzo de 2023</b>	<b>ENLACES RM-15</b>
Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Obra
<b>AUNOR</b>	<b>ISAIAS GARCIA SALCEDO</b>	
Empresa	Ingeniero	Ingeniero técnico
	<b>ENLACE 33 RAMAL 3 y 4</b>	
Procedencia		

**RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-26:2019.**

*UNE-EN 12697-26:2019. Mezclas bituminosas. Método de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 26: Rigidez. Anexo C: Ensayo de tracción indirecta sobre probetas cilíndricas (IT-CY).*

	Método de compactación	TESTIGOS
	Densidad aparente ( $D_{SSD}$ ; $kg/m^3$ )	2,451.3
	Temperatura ( $T$ ; $^{\circ}C$ )	20
	Frecuencia ( $F$ ; Hz)	
	Deformación ( $F$ ; mm)	0.005
	Módulo de rigidez ( $E$ ; MPa)	4,361
	Angulo de desfase ( $C_M$ ; $^{\circ}$ )	31.0
Observaciones:		

**CONFORMIDAD DEL INFORME (firmar y sellar).**

Observaciones:

Firmado en Murcia, a 28 de Marzo de 2023

**TESTIGO 3 RAMAL 3 TESTIGO 4y5 RAMAL 4**

**ISAIAS GARCIA SALCEDO**



**DATOS DE LA MUESTRA.**

<b>RM_15 TESTIGOS SEMICALIENTE</b>	<b>AC 22 Surf 35/50 S</b>	<b>RICARDO</b>
Número de referencia	Material	Operador/-es
<b>13 de marzo de 2023</b>	<b>27 de marzo de 2023</b>	<b>ENLACES RM-15</b>
Fecha de muestreo	Fecha de ensayo	Obra
<b>AUNOR</b>	<b>ISAIAS GARCIA SALCEDO</b>	
Empresa	Ingeniero	Ingeniero técnico
	<b>ENLACE 33 RAMAL 3 y 4</b>	
Procedencia		

**RESULTADO DEL ENSAYO SEGUN NORMA UNE-EN 12697-26:2019.**

*UNE-EN 12697-26:2019. Mezclas bituminosas. Método de ensayo para mezcla bituminosa en caliente. Parte 26: Rigidez. Anexo C: Ensayo de tracción indirecta sobre probetas cilíndricas (IT-CY).*

	Método de compactación	TESTIGOS
	Densidad aparente ( $D_{SSD}$ ; $kg/m^3$ )	2,424.7
	Temperatura ( $T$ ; $^{\circ}C$ )	20
	Frecuencia ( $F$ ; Hz)	
	Deformación ( $F$ ; mm)	0.005
	Módulo de rigidez ( $E$ ; MPa)	4,099
	Angulo de desfase ( $C_M$ ; $^{\circ}$ )	31.6
Observaciones:		

**CONFORMIDAD DEL INFORME (firmar y sellar).**

Observaciones:

Firmado en Murcia, a 28 de Marzo de 2023

**TESTIGO 1 y 2 RAMAL 3 TESTIGO 6 RAMAL 4**

**ISAIAS GARCIA SALCEDO**