

 **#AndaluciaATEB**

MEZCLAS BITUMINOAS ABIERTAS EN FRÍO

Autor:

@daniel_andaluz
Director Gerente
gerencia@ateb.es



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



JORNADA SOBRE SOLUCIONES SOSTENIBLES PARA FIRMES DE CARRETERAS
Sevilla 21 de junio de 2017



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



❑ MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO:

- Se define como mezcla bituminosa abierta en frío la combinación de áridos gruesos con una emulsión bituminosa y ocasionalmente aditivos, cuyo proceso de fabricación no requiere en general calentar previamente los componentes. La mezcla, que puede ser almacenada, debe poderse extender y compactar a temperatura ambiente.



- Pliego de ATEB



#AndaluciaATEB

□ MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: TIPOS

- Se establecen cuatro tipos de mezclas abiertas en frío en función del tamaño máximo del árido que las constituyen:

- AF8
- AF12
- AF20
- AF25



(Pliego ATEB)



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: HUSOS GRANULOMÉTRICOS

TIPO	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (% EN MASA)							
	Tamices UNE-EN 933-2 (mm)							
	40	31,5	20	12,5	8	4	2	0,063
AF8	-	-	-	100	50-75	10-28	0-5	0-2
AF12	-	-	100	60-85	30-55	6-24	0-5	0-2
AF20	-	100	70-95	45-70	22-46	3-20	0-5	0-2
AF25	100	81-93	54-78	30-58	16-42	3-20	0-5	0-2

Tabla 1.- Husos Granulométricos de Mezclas Bituminosas Abiertas en Frío.

Especificaciones según Pliego ATEB



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

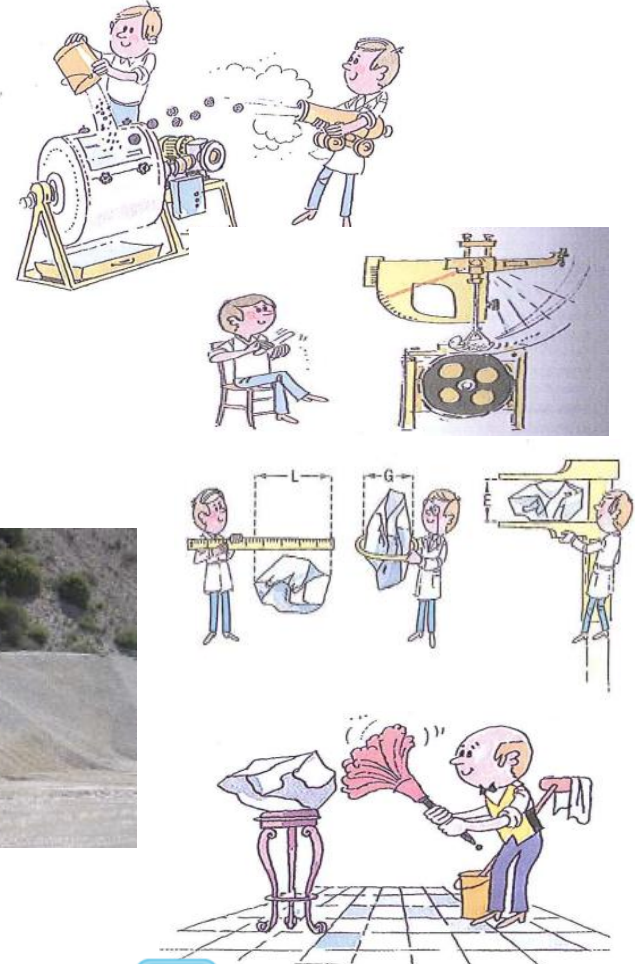


Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: ÁRIDOS

- Áridos
 - Naturales
 - Artificiales
- Características intrínsecas
 - Resistencia a la fragmentación (L.A.)
 - Microrugosidad (CPA)
- Características de fabricación
 - Angulosidad
 - Forma de las partículas
 - Limpieza



El **mayor problema** con el que se ha enfrentado siempre esta técnica ha sido el considerarla una **técnica “menor”** en donde **“todo sirve”**.



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: EMULSIÓN ORIGINAL

Requisitos	Clases	
	C67BF3 MBA	C70BF3 MBA
Índice de ruptura (filler Foshammer), EN 13075-1	70 – 155 (clase 3)	70 – 155 (clase 3)
Tiempo de fluencia 4 mm a 40 °C, EN 12846-1	5 – 70 (clase 5)	5 – 70 (clase 5) ^b
Adhesividad con el árido de referencia, EN 13614	≥ 90 (clase 3)	≥ 90 (clase 3)
Contenido de ligante (por contenido en agua), EN 1428 o o ligante residual después de la destilación ^a , EN 1431	65 – 69 (clase 8) ≥ 65 (clase 8)	≥ 69 (clase 10) ≥ 69 (clase 10)
Residuo de tamizado (tamiz 0,5 mm), EN 1429	≤ 0,1 (clase 2)	≤ 0,1 (clase 2)
Tendencia a la sedimentación (almacenamiento durante 7 días), EN 12847	≤ 5 (clase 2)	≤ 5 (clase 2)
^a El contenido de ligante de la emulsión determinado por el método de destilación descrito en la Norma EN 1431 debe definirse como (porcentaje en masa de ligante residual + contenido en masa del fluidificante destilado). ^b Se pueden emplear emulsiones de clase 6 para el Tiempo de fluencia (40 – 100 s a 40 °C con el orificio de 4 mm).		

Especificaciones según el anexo nacional UNE EN 13808-1M



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: LIGANTE RESIDUAL

Requisitos	<i>Clases seleccionadas según tabla 4 (Ligante residual por destilación), EN 1431</i>	<i>Clases seleccionadas según tabla 4 (Ligante recuperado), EN 13074-1</i>	<i>Clases seleccionadas según tabla 4 (Ligante estabilizado), EN 13074-1 seguido por EN 13074-2</i>
Penetración a 25 °C, EN 1426 o Penetración a 15 °C	≤ 330 (clase 7) ^a 90 – 170 (clase 8)	≤ 330 (clase 7) 140 – 260 (clase 9)	≤ 220 (clase 5) ^a
Punto de reblandecimiento, EN 1427	< 35 (clase 9) ^b	< 35 (clase 9) ^b	≥ 39 (clase 7) ^a
^a Se admite clase 4 (≤ 150) en Penetración y clase 6 (≥ 43) en Punto de reblandecimiento para emulsiones fabricadas con betunes más duros, a emplear en zonas cálidas y/o con tráfico intenso. ^b Se admite clase 7 (≤ 330) en Penetración a 25 °C y clase 8 (≥ 35) en Punto de reblandecimiento, para emulsiones fabricadas con betunes más duros, a emplear en zonas cálidas y/o con tráfico intenso.			

Especificaciones según el anexo nacional UNE EN 13808-1M



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: EMULSIÓN ORIGINAL

Requisitos	Clases	
	C67BPF3 MBA	C70BPF3 MBA
Índice de ruptura (filler Foshammer), EN 13075-1	70 – 155 (clase 3)	70 – 155 (clase 3)
Tiempo de fluencia 4 mm a 40 °C, EN 12846-1	5 – 70 (clase 5)	5 – 70 (clase 5) ^a
Adhesividad con el árido de referencia, EN 13614	≥ 90 (clase 3)	≥ 90 (clase 3)
Contenido de ligante (por contenido en agua), EN 1428 o o ligante residual después de la destilación ^b , EN 1431	65 – 69 (clase 8) ≥ 65 (clase 8)	≥ 69 (clase 10) ≥ 69 (clase 10)
Residuo de tamizado (tamiz 0,5 mm): EN 1429	≤ 0,1 (clase 2)	≤ 0,1 (clase 2)
Tendencia a la sedimentación (almacenamiento durante 7 días), EN 12847	≤ 5 (clase 2)	≤ 5 (clase 2)
^a Se admite el empleo de emulsiones con Tiempo de fluencia clase 6 (40 – 100 s a 40 °C con orificio de 4 mm). ^b El contenido de ligante de la emulsión determinado por el método de destilación descrito en la Norma EN 1431 debe definirse como (porcentaje en masa de ligante residual + contenido en masa del fluidificante destilado).		

Especificaciones según el anexo nacional UNE EN 13808-1M



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: LIGANTE RESIDUAL

Requisitos	<i>Clases seleccionadas según tabla 4 (Ligante residual por destilación), EN 1431</i>	<i>Clases seleccionadas según tabla 4 (Ligante recuperado), EN 13074-1</i>	<i>Clases seleccionadas según tabla 4 (Ligante estabilizado), EN 13074-1 seguido por EN 13074-2</i>
Penetración a 25 °C, EN 1426	≤ 220 (clase 5)	≤ 330 (clase 7) ^a	≤ 220 (clase 5)
Punto de reblandecimiento, EN 1427	≥ 39 (clase 7)	≥ 35 (clase 8) ^a	≥ 39 (clase 7)
Energía de cohesión por el ensayo del péndulo o, EN 13588	$\geq 0,5$ (clase 6)	$\geq 0,5$ (clase 6)	$\geq 0,5$ (clase 6)
Energía de cohesión por fuerza ductilidad, EN 13589, EN 13703	$\geq 0,5$ a 5 °C (clase 5)	$\geq 0,5$ a 5 °C (clase 5)	$\geq 0,5$ a 5 °C (clase 5)
Recuperación elástica a 25 °C, EN 13398	DV (clase 1)	DV (clase 1)	DV (clase 1)
^a En el caso de emulsiones fabricadas con fluidificantes más pesados, si la penetración a 25 °C es > 330 , se realizará la penetración a 15 °C y se declarará el valor DV (clase 1). En estos casos se admitirá un punto de reblandecimiento < 35 °C (clase 9).			

Especificaciones según el anexo nacional UNE EN 13808-1M



#AndaluciaATEB

MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: EMULSIÓN ANIÓNICA

Especificaciones según la norma UNE 51603

CARACTERÍSTICAS	Unidad	Norma UNE-EN	A50BR		A50BFR		A60BR		A65BR		A67BFM		A67BPFM		A60BFL		A60BL		A50BFL		
			Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
EMULSIÓN ORIGINAL																					
Polaridad de las partículas		1430	negativa		negativa		negativa		negativa		negativa		negativa		negativa		negativa		negativa		
Contenido de ligante	%m/m	1428	48	52	48	52	58	62	63	67	65	69	65	69	58	62	58	62	48	52	
Fluidificante por destilación	%m/m	1431	3		3	5	3		3		3	10	3	10	3	8	3		5	15	
Tiempo de fluencia 2 mm a 40 °C	s	12846	15	70	15	70	***40	130							15	70	***40	130	15	70	
Tiempo de fluencia 4 mm a 40 °C	s	12846							5	70	5	70	5	70			5	70			
Tamizado por 0,5 mm	%	1429	<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		<0,10		
Estabilidad por mezcla con cemento	%	12848															<2				
Sedimentación a los 7 días	%	12847	10		10		5		5		5		5		10		10		10		
RESIDUO OBTENIDO POR DESTILACION (EN-1431)																					
Penetración (25 °C,100g,5s)	0,1 mm	1426	220 *100		220 *100		220 *100		220 *100		270		220		220 *100		**220	220 *100 **330	220	330	
Punto de reblandecimiento	°C	1427	35 *39		35 *39		35 *39	35 *39		35		39		35 *39		35 *39		35 *39			
Recuperación elástica	%	13398									40										

(*) Estas emulsiones con residuos de destilación más duros, se designan como el tipo correspondiente seguido de la letra "d".
(**) Estas emulsiones, para su empleo en reciclado de materiales bituminosos y/o granulares, se designan como el tipo correspondiente, seguido de la letra "b".
(***) Estas emulsiones, pueden fabricarse con viscosidades inferiores (15-70seg), en función de sus condiciones de empleo.

MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: DISEÑO

- Estudio en laboratorio de la fórmula de trabajo
 - Propiedades de los áridos
 - Definir los porcentajes de cada fracción (Huso granulométrico)
 - Envuelta (afinidad árido-emulsión y grado de cubrición)



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: DISEÑO

- Estudio en laboratorio de la fórmula de trabajo
 - Envuelta (afinidad árido-emulsión y grado de cubrición)
 - Trabajabilidad y consistencia final
 - Adhesividad a ebullición
 - Ensayos mecánicos de la mezcla (Ensayo de Cántabro)

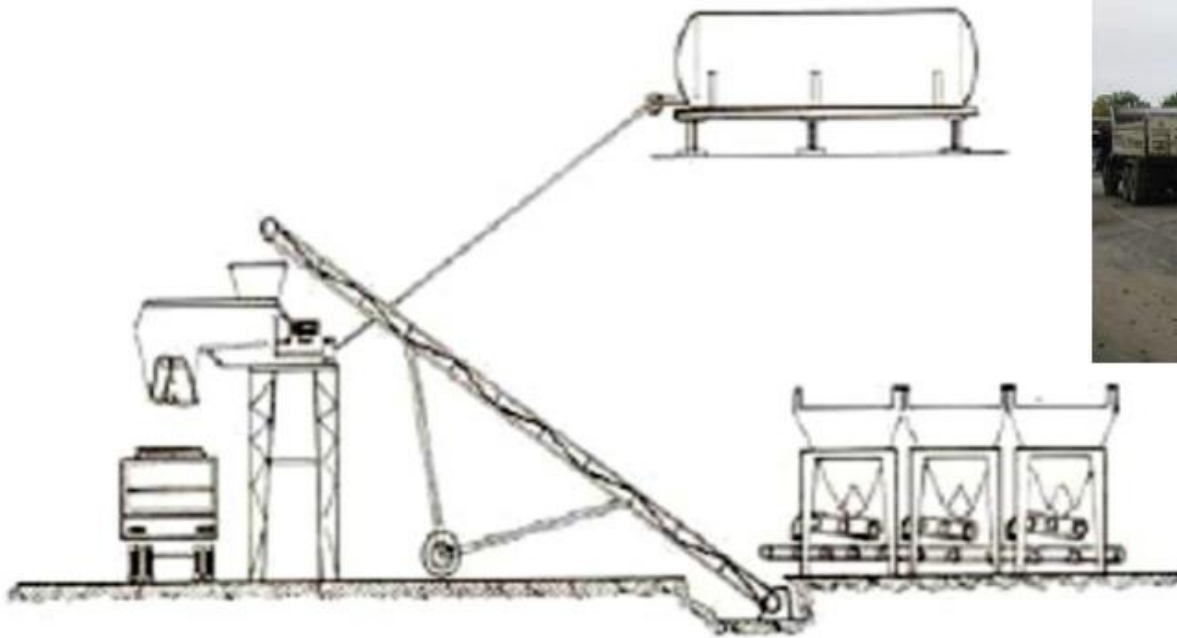
FÓRMULA DE TRABAJO



#AndaluciaATEB

MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: MAQUINARIA

- Central de fabricación



- Tolvas de áridos.
- Cintas transportadoras.
- Cajón mezclador.
- Tanque de emulsión.
- Bomba de emulsión.
- Pulverizadores de emulsión.



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN

- Calibrar los dispositivos de dosificación.
- Llevar la dosificación de los materiales en función de la fórmula.
- Observar si la mezcla cumple:
 - Segregaciones de los gruesos en acopio
 - Porcentaje de envuelta
 - Esgurrimiento



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: BUENAS PRÁCTICAS DE FABRICACIÓN

- Observar si la mezcla cumple:
 - Formación de “bolas” de filler/ligane.
 - Segregaciones de los gruesos en el acopio.
 - Tiempo de rotura de la emulsión
 - Grado de cubrición.



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: MAQUINARIA

- Camiones volquetes de caja lisa
- Extendedora autopropulsada
- Compactador rodillo metálico
- Compactador de neumáticos



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: APLICACIÓN

■ Recomendaciones del Pliego ATEB

- Preparación de la superficie
- Fabricación en planta según la fórmula de trabajo del laboratorio
- Posibilidad de acopio de la mezcla
- Extendido y compactación hasta conseguir densidad
- Posibilidad de aplicación de un tratamiento de protección



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



CAMPOS DE APLICACIÓN



#AndaluciaATEB

- CAPA DE RODADURA
- CAPA INTERMEDIA
- MACADAM BITUMINOSO
- ANTIFISURAS
- BACHEOS
- PAVIMENTOS ESPECIALES



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



PROPUESTAS ESTRUCTURALES SECCIONES DE FIRMES

SECCIONES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN PARA TRÁFICO T32									
Sección nº:→ Material: ↓	Ref. 3211	ATEB 321-1	ATEB 321-2	Ref. 3221	ATEB 322-1	ATEB 322-2	Ref. 3231	ATEB 323-1	ATEB 323-2
Mezcla bitum. caliente	18		10	15		10	15		10
Lechada bituminosa		LB-2			LB-2			LB-2	
Mezcla bitum. en frío		5			5			5	
Grava-emulsión		18	12		15	9		18	12
Zahorra Artificial	40	20	20	35	25	25	20		
Zahorra Natural		20	20						
Explanada:		E1			E2			E3	



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



PROPUESTAS ESTRUCTURALES SECCIONES DE FIRMES

SECCIONES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN PARA TRÁFICO T42									
Sección nº:→ Material: ↓	Ref. 4211	ATEB 421-1	ATEB 421-2	Ref. 4221	ATEB 422-1	ATEB 422-2	Ref. 4231	ATEB 423-1	ATEB 423-2
Mezcla bitum. caliente									
Lechada bituminosa	LB-2	LB-2	LB-2	LB-2	LB-2		LB-2	LB-2	
Mezcla bitum. en frío	5			5		4	5		4
Grava-emulsión		9	12		8	8		12	8
Zahorra Artificial	35	25		25	20		20		
Zahorra Natural			25			20			
Explanada:	E1			E2			E3		



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



PROPUESTAS ESTRUCTURALES SECCIONES DE FIRMES

SECCIONES DE NUEVA CONSTRUCCIÓN PARA TRÁFICO T43									
Sección nº:→ Material: ↓	sin Ref.	ATEB 431-1	ATEB 431-3	sin Ref.	ATEB 432-1	ATEB 432-3	sin Ref.	ATEB 433-1	ATEB 433-3
Mezcla bitum. caliente									
Lechada bituminosa		LB-3	LB-3		LB-3	LB-3		LB-3	LB-3
Mezcla bitum. en frío		5			4			4	
Grava-emulsión			9			10			9
Zahorra Artificial		25			20			20	
Zahorra Natural			25			20			
Explanada:		E1			E2			E3	



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: CONCLUSIONES

- **Ventajas que aporta a la carretera**
 - Buen comportamiento a fatiga por ser un material más flexible
 - Una rodadura de elevada macrotextura mejorando la seguridad vial
 - Mejora en el confort por el alto porcentaje de huecos



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



MEZCLAS ABIERTAS EN FRÍO: CONCLUSIONES

- **Ventajas medioambientales**
 - No requiere el calentamiento de la mezcla
 - Posibilidad de empleo de áridos locales
 - Posibilidad de incorporar material reciclado de mezclas bituminosas (MRMB)



#AndaluciaATEB



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla



MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION

gerencia@ateb.es
<http://www.ateb.es/>



#AndaluciaATEB

*“LA EMULSIÓN BITUMINOSA: una solución para
nuestras carreteras”*



JORNADA SOBRE SOLUCIONES SOSTENIBLES PARA FIRMES DE CARRETERAS
Sevilla 21 de junio de 2017