

 #AndaluciaATEB

RECICLADO IN SITU EJECUCION DE UNA OBRA

Autor: ANTONIO RUS PALACIOS



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



- 1.-Estudio Previo de los Materiales
- 2.-Estudio y Definición de la Formula de Trabajo
- 3.-Tramo de Prueba
- 4.-Ejecución del Reciclado (Maquinaria)
- 5.-Compactación de la Mezcla
- 6.-Verificación de la Unidad





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



1.-Estudio Previo de los Materiales

- **Inspección visual:** Mezclas y materiales distintos.(Tramificación)
- **Testigos:** Espesores, densidad de las capas y tamaño del árido.
- **Catas o muestras:** De material Fresado del pavimento por tramo :
 - Análisis granulométrico.
 - % de Betún residual.
 - Caracterización del betún.
 - Proctor modificado.
- **Otros materiales objeto de estudio son:**
 - Agua, emulsión, áridos de aportación y aditivos.





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



2.-Estudio y Definición de la Formula de Trabajo

- 1.-Espesor de reciclado.
- 2.-Granulometría del material fresado.
- 3.-Tipo de Emulsión y tanto por ciento (%).
- 4.-Ensayo Inmersión-Compresión (Resistencia Conservada).
- 5.-Ensayo Proctor Modificado sobre el material fresado.
- 6.-Tipo de Aditivos y tanto por ciento (%).





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



3.-Tramo de Prueba

- Entre 500 m. y 1 Km. de longitud, 3.5 m de ancho y a la profundidad de reciclado
- Comprobar el correcto diseño de la fórmula de trabajo, analizando los medios mecánicos, granulometría, mezclado, compactación y acabado superficial.
- Se realizarán tomas de muestras de material reciclado para analizar: Granulometría, Contenido de Ligante y agua e Inmersión-Compresión.
- Se realizaran, si procede, los ajustes necesarios, para conseguir los valores aportados por el estudio de la formula de trabajo.





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



4.-Ejecución del Reciclado del Firme Existente

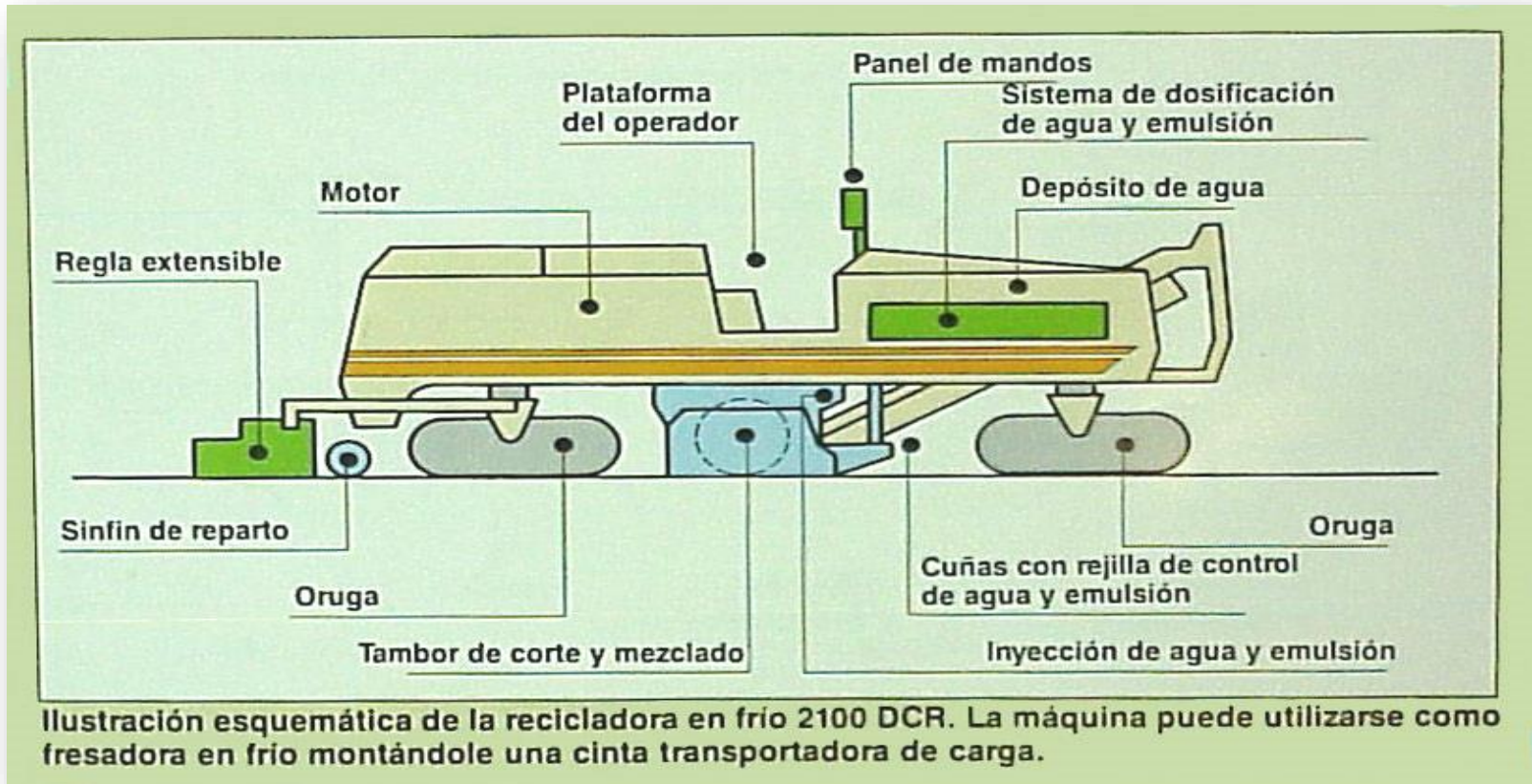
- La ejecución de un reciclado debe realizarse con medios que proporcionen una mezcla homogénea, capaz de ser extendida con uniformidad.

La Recicladora Wirtgen 2.100 DCR o 2.200DCR provista:

- Tambor fresador mezclador.
- Microprocesador de control: Velocidad de avance,% de emulsión y agua, profundidad, ancho y densidad.
- Dispositivo de dosificación de Ligante y agua.
- Sistema electrónico de nivelación de profundidad.
- Compuerta conductora de material en cordón hacia la regla.
- Regla de dos metros de anchos con sistema de precompactación y nivelación.



- Recicladora 2100 DCR





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



- Recicladora 2100 DCR



 #AndaluciaATEB

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



- Tambor Fresador-Mezclador



 #AndaluciaATEB



- Unidad Central de Control (Fórmula)

- Velocidad de avance
- % Emulsión
- % Agua
- Espesor
- Ancho
- Densidad



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



- Dispositivo de Dosificación de Emulsión y Agua



 #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



- Medidor de Caudal
 - Emulsión
 - Agua

 #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



- Dispositivo de Nivelación Electrónica



 #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



- **Compuerta de Salida de Material**





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



- Distribución del Material-Sinfin



 **#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



- **Regla Extensible**



 **#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



- **Regla Extensible: Ensanche de Plataforma**



 **#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



• 5.-Compactación de la Mezcla

- Rotura de la Emulsión.
- Valor de la Humedad.
- Compactación Energica

Rulo llantas 15 a 20 Tn. Vibro

- Compactación del borde hacía el interior
- Ciclos de Pases longitudinales
- Eliminar vibración al invertir la marcha
- Nunca parar en zonas no compactadas

Compactador neumático 35 Tn. Solape de Huellas

- Termina la compactación
- Seca y cierra superficialmente la nueva mezcla
- No debe parar de compactar





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



- Tren de Reciclado y Equipo de Compactación



 #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



- Equipo de Compactación



 #AndaluciaATEB

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



• 6.-Verificación de la Unidad

- Control de Espesores
- Tomas de Muestras
 - Granulometría
 - Contenido de Ligante
 - Inmersión-Compresión
- Riegos de Protección
- Control de Densidad, Compactación y Humedad
- Maduración o Tiempo de Curado
- Toma de Testigos
- Capa de Rodadura





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



- Control de Espesores



 #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



- Toma de Muestras



 #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



- Riego de Protección



 #AndaluciaATEB

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



- Medición de Densidades, Humedad y Compactación



 #AndaluciaATEB



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

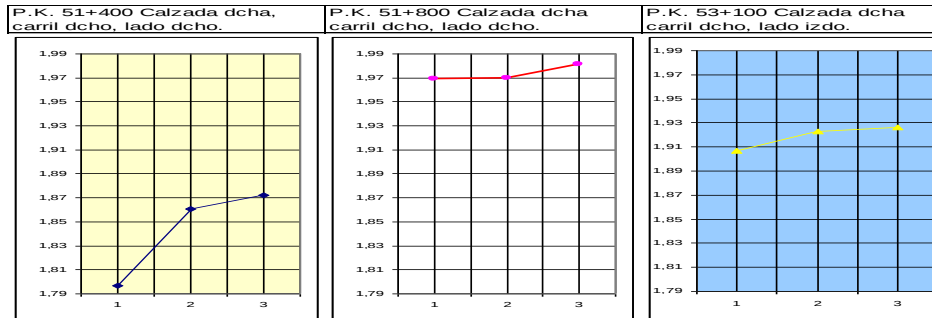


Colegio de Ingenieros de
Caminos, Canales y Puertos
Demarcación de Andalucía,
Ceuta y Melilla

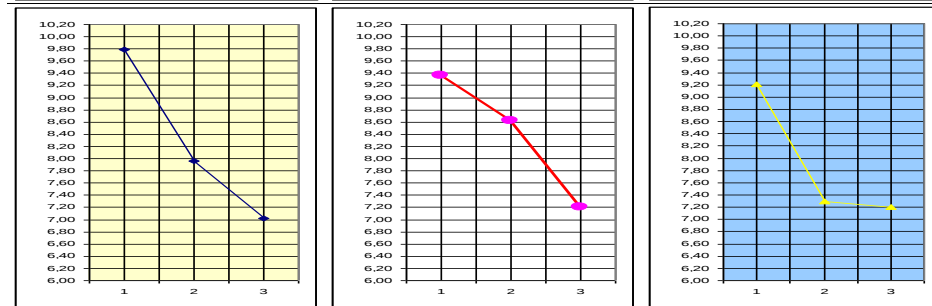


- Maduración-
Tiempo de Curado

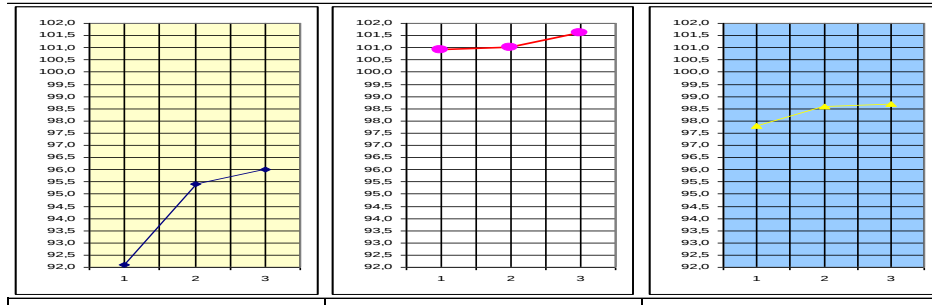
DENSIDAD



%
HUMEDAD



%
COMPACTACIÓN



Punto 1

Punto 2

Punto 3





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



Testigo a 14 días



Testigo a 21 días



 #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



-Ventajas

El Reciclado en frío “in situ” es un procedimiento:

- Respetuoso con el Medio Ambiente
- Ahorro Energético
- Método rápido y simple de ejecución
- Económico respecto a otras soluciones
- Las carreteras cercanas no sufren fatiga

Una Técnica que:

Evita elevar la rasante

Se puede trazar un solo carril

Poco agresivo al tráfico

La capa de rodadura se apoya sobre una base estable





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



-Conclusiones

El Reciclado en frío “in situ” es un procedimiento:

No Resuelve:

- Grandes deficiencias estructurales provenientes de los cimientos del firme

Es Necesario:

- Un estudio riguroso de cada situación y de la solución adoptada
- Análisis global del comportamiento del firme
- Organización y Control durante la ejecución





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



Firme Deteriorado



Firme Reciclado



 **#AndaluciaATEB**

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



- Reparación del blandón de Reciclado



 **#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



- Compactación del blandón



 #AndaluciaATEB

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



- Blandón reparado con material Reciclado



 **#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



Antes de Reciclar



Después de Reciclar



 #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



- **Tramo de Reciclado Finalizado**



 **#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



RECICLADOS IN SITU EN FRÍO CON EMULSIÓN: UNA EXCELENTE SOLUCIÓN ALTERNATIVA

 **#AndaluciaATEB**

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