

ORD. DAP. DP N° 22

ANT.: No Hay.

MAT.: ETG N°47 Para Producción de Base Reciclada en Frío y Estabilizada con Emulsión Asfáltica In-situ.

SANTIAGO, 21 FEB 2019

A : SEGUN DISTRIBUCIÓN

**DE : JEFE DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
DIRECCIÓN DE AEROPUERTOS - MOP**

Adjunto para su conocimiento y aplicación en futuros Contratos de Obra, "Especificaciones Técnicas Generales para Producción de Base Reciclada en Frío y Estabilizada con Emulsión Asfáltica In-situ", las que han sido elaboradas por el Departamento de Proyectos y revisadas por el Departamento de Construcción.

Saluda atentamente a Ud.,

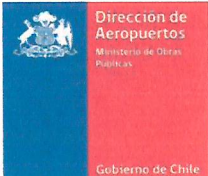

WALTER KAEMPFE ROSSI
Ingeniero Civil
Jefe Departamento de Proyectos
Dirección de Aeropuertos - MOP

WKR/KJJ

Distribución:

- Jefe División de Infraestructuras Aeroportuaria DAP
- Depto. de Construcción DAP
- Sres. Directores Regionales DAP
- Depto. de Proyectos - DAP

N.P. 12801969

	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU

1 DESCRIPCIÓN

Este ítem consiste en la construcción de una capa base flexible, de alta resistencia por medio del reciclado en frío de un pavimento asfáltico existente y su estabilización con emulsión asfáltica. Este proceso es realizado in-situ, es decir, sobre la misma estructura de pavimento destinada a ser reciclada y estabilizada.

El objetivo de estas especificaciones es reciclar los materiales del pavimento existente, en un proceso realizado a temperatura ambiente y sobre la misma superficie del pavimento a tratar, garantizando una base de espesor uniforme con propiedades mejoradas.

La base reciclada será cubierta por una superficie de rodadura, ya sea una capa de mezcla asfáltica en caliente (HMA) o de hormigón (PCC). En ningún caso esta técnica se puede utilizar como rodamiento, y sólo podrá ser aplicada en lugares que se asegure una temperatura ambiente de al menos 5°C, sin niebla o lluvia.

2 MATERIALES

2.1 **Agregados existente**

Conjunto de partículas producidas por la operación de reciclaje de la estructura existente, ya sea la carpeta asfáltica, base/subbase, bases tratadas o una mezcla de ellos. El agregado existente no debe tener materia vegetal, terrones de arcilla, películas de arcilla adheridas, ni otra materia que impida la buena adherencia con la emulsión.

La partícula de mayor tamaño debe ser menor a 1/3 del espesor de la capa a reciclar y en ningún caso superar las 2" (50mm). La graduación del material deberá cumplir con la Tabla 1 y el agregado grueso debe ser durable, sano y duro, con un Desgaste de los Ángeles no mayor al 45% después de 500 revoluciones, según el ensayo ASTM C 131. La porción de material que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad no mayor a 7 y un límite líquido no mayor a 25, determinado por el ensayo ASTM D 4318.



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

Tabla 1. Graduación requerida.

Tamiz	% que Pasa
2''	100
Nro. 4	55
Nro. 200	2-15

En el caso particular, que más del 90% del material a reciclar corresponde a asfalto (RAP), el contenido de asfalto no debe superar el 5% (ASTM D 6307) y el betún debe estar envejecido (inactivo). Para esto, se debe analizar el grado de penetración, viscosidad y punto de ablandamiento del asfalto extraído según ASTM D 4080; de acuerdo a ASTM D5, ASTM D 88 y ASTM D 36, respectivamente.

Se prohíbe reciclar el material procedente de pavimentos con deformaciones plástica debido al exceso de ligante o en pavimentos que presenten evidentes depresiones estructurales causadas por deficiencia en las capas inferiores del espesor a reciclar (deterioros de código 42 y 45, respectivamente, según ASTM D 5340).

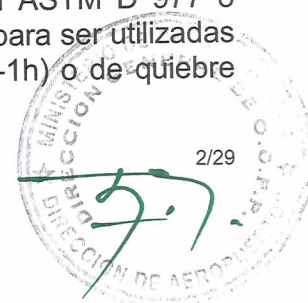
2.2 Agregado virgen

Se adiciona en caso que el proyecto requiera mejorar la granulometría del agregado existente, efectuar una modificación mecánica, corregir la forma de la superficie o incrementar el espesor total del pavimento. El agregado adicional debe ser claramente especificado y cumplirá con los requerimientos de 2.1.

2.3 Emulsión asfáltica

La emulsión asfáltica debe ser compatible con los agregados a estabilizar, controlando su recubrimiento y adherencia de acuerdo a AASHTO T 182. El tipo y las características de la emulsión deben ser claramente especificados, junto con el estándar de fabricación y todo requerimiento especial para su manipulación y almacenamiento.

Las emulsiones deberán cumplir con los requerimientos descritos en ASTM D 977 o ASTM D 2397, dependiendo del tipo de emulsión. Las recomendadas para ser utilizadas en reciclado in-situ, son las catiónicas y de rotura lenta (CSS-1, CSS-1h) o de quiebre controlado (CQS).



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
			FEBRERO 2019
			Rev. 0

2.4 Agua

El agua adicionada, debe estar limpia y libre de sustancias que puedan dañar el producto final (ácido, alcalino, sales, azúcares u otra sustancia orgánica o química), según ASTM D 516.

2.5 Agregado mineral de relleno o Filler

Pueden ser añadidos a la mezcla cal y/o cemento, con la función de disminuir la plasticidad del material, controlar la rotura de la emulsión o mejorar las características de la mezcla.

Estos aditivos deben cumplir con los requisitos de ASTM D 242, y ser especificados claramente: tipo, dosificación y método de aplicación in-situ. El contenido de cemento no puede exceder del 2% de la masa seca del material.

3 EQUIPOS

3.1 Recicladora

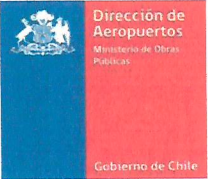
El proceso de reciclado en frío y en el sitio, deberá ser ejecutado con una máquina fabricada específicamente para la recuperación de materiales de un pavimento asfáltico, mezclarlo con cualquier material pre-posicionado sobre la superficie existente, agua y emulsión asfáltica (en las proporciones dadas por la Mezcla de Diseño); todo en una operación continua y de una sola pasada.

El proceso puede ser realizado por recicladoras de unidad simple o múltiple (ver 3.1.1. y 3.1.2.) ya sea montadas sobre neumáticos u orugas, ubicadas en el borde del área de reciclado.

La recicladora debe ser capaz de reciclar en el sitio la profundidad requerida por el Proyecto, y debe contar con un sistema de control que monitoree la profundidad de corte y la inclinación relativa del equipo.

El tambor fresador de la recicladora deberá poseer las herramientas de corte necesarias para la disgregación del material que se está reciclando. Tendrá un ancho de corte de al menos 2 metros y la capacidad de cambiar su velocidad de rotación para pulverizar y mezclar una variedad de espesores y tipos de materiales.



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

El equipo deberá contar con dos barras de inyección de fluidos independientes, uno para la emulsión asfáltica y otro para el agua, controlados por un micro-procesador que también permita controlar la velocidad de avance de la maquinaria y la profundidad del reciclado, de modo de asegurar una mezcla homogénea acorde con los requerimientos del Proyecto. Adicionalmente, deberá contar con una pantalla que informe los parámetros del reciclaje en tiempo real, para su constante monitoreo.

El sistema de bombas y boquillas de inyección de fluidos, instalados en las barras de inyección, deben ser compatibles con la emulsión para evitar su quiebre prematuro.

El sistema de salida del material reciclado, debe disminuir la segregación de las partículas, posicionándolo continuamente como una nueva capa detrás de la excavación creada por la recicladora.

El contratista deberá proporcionar, para la validación del Inspector Fiscal, los detalles técnicos del equipo que se usará en el reciclado, al menos dos semanas antes del comienzo del trabajo. Para equipos de antigüedad superior a 10 años, se deberá adjuntar la certificación del fabricante del equipo que acredite su capacidad operacional para cumplir con su propósito, con una vigencia no superior a tres meses, contados desde el inicio de las obras.

3.1.1 Recicladora de unidad simple

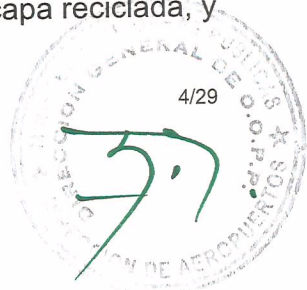
Máquinas equipadas para fresar, mezclar, estabilizar y depositar el material reciclado en su posición final, mediante una sola unidad. El tambor fresador está incorporado dentro de una cámara mezcladora cerrada.

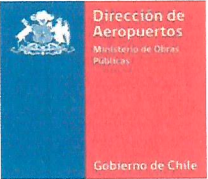
3.1.2 Recicladora de unidad múltiple

El proceso es realizado en unidades diferentes, dispuestos uno tras el otro en forma de tren que permitan realizar el procedimiento de forma adecuada y continua.

3.2 Equipos de compactación y perfilado

Los equipos de compactación utilizados normalmente son rodillos lisos vibratorios de uno o dos tambores (tándem) y rodillos neumáticos pesados. También es aceptado el uso del rodillo tipo “pata de cabra” para la compactación primaria (véase 6.5.1). La masa estática de los rodillos será determinada según el espesor de la capa reciclada, y la amplitud y frecuencia del rodillo vibratorio deberá ser variable.



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

Para la nivelación y perfilado, se requiere de al menos una motoniveladora, idealmente con estación total robótica.

Todos los equipos deben estar en perfectas condiciones mecánicas, en especial en lo que se refiera a la suavidad de los arranques, paradas e inversiones de marcha. La cantidad de equipo que deberá disponer el Contratista se ajustará a los requerimientos de la Obra.

3.3 Camiones cisterna

Camiones deben transportar y contener los volúmenes de agua y emulsión asfáltica, por separado. Estos deben dimensionarse de acuerdo con el alcance del trabajo y la geometría del pavimento.

Los camiones utilizados para la emulsión asfáltica deben tener placas deflectoras para evitar una excesiva agitación de la emulsión. El tanque será de metal, limpio y liso. Cada camión se cubrirá de forma conveniente para proteger a la emulsión contra el tiempo adverso.

Los camiones deberán ir acoplados delante de la recicladora, primero el camión con agua y luego el que contiene la emulsión, ambos conectados a la recicladora por medio de tuberías flexibles las que deben funcionar bajo succión y, por lo tanto, deben ser capaces de resistir la presión negativa.

Adicionalmente, para promover el flujo de succión sin restricciones en la bomba de la recicladora, el diámetro interno de la tubería de alimentación no debe ser inferior a 100mm.

4 DISEÑO DE MEZCLA

El procedimiento para determinar la Mezcla de Diseño del material reciclado y estabilizado con emulsión asfáltica debe ser propuesto por el Contratista, realizado a su costo, por un laboratorio que disponga del personal calificado, infraestructura y equipos que permitan simular en el laboratorio el proceso en terreno.

El Contratista primero deberá realizar a su costo, una inspección de la superficie con Georadar (ASTM D 6432), comprobando los espesores y cambios de materialidad de



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

las capas, contrastándola con los datos referenciales y secciones homogéneas¹ provistas por el Proyecto. En caso de existir diferencias en los resultados, el Contratista podrá proponer correcciones a las secciones homogéneas, las que deberán ser entregadas al I.F. para su visto bueno y posterior incorporación en el proceso de diseño de mezcla.

Para definir el diseño de mezcla, se tomarán muestras del material a reciclar, en el espesor provisto de cada tramo homogéneo. Las muestras de material se tomarán mediante una fresadora que produzca un fresado semejante al de la máquina que se vaya a emplear en la ejecución del reciclaje, o mediante la excavación de al menos una calicata si así el IF lo permite.

El material a reciclar y estabilizar deberá cumplir con los requerimientos de la Tabla 1 y la siguiente tabla:

Tabla 2. Requerimientos del material a reciclar.

Ensayo	Norma	Requerimiento
Desgaste de los Ángeles	ASTM C 131	40% máx
Índice Plástico	ASTM D 4318	7 máx
Índice Líquido	ASTM D 4318	25 máx

En el caso particular de reciclar más del 90% de RAP, el asfalto deberá estar inactivo y cumplir con las siguientes condiciones adicionales:

Tabla 3. Requerimientos del RAP.

Ensayo	Norma	Requerimiento
Contenido de asfalto	ASTM D 6307	5% máx
Grado de Penetración	ASTM D 5	10 máx

Si los requerimientos anteriores no se cumplen, el contratista deberá proponer medidas correctivas (agregado virgen y/o filler activo), como parte del diseño.

¹ Entendiéndose por secciones homogéneas, los sectores que poseen una estructura y materialidad similar, que en consecuencia, requieran del mismo diseño de mezcla.



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

El diseño de mezcla deberá determinar el tipo de emulsión, comprobando su compatibilidad con el agregado reciclado (AASHTO T 182), y definirá el contenido óptimo de emulsión en función del ensayo de Tracción Indirecta (ITS), en condición seca y saturada (Anexo A), para al menos 5 contenidos diferentes de emulsión. Además, deberá comprobar el Módulo de Rigidez (Anexo B) para la dosificación propuesta a 15°C, cumpliendo con lo requerido en la Tabla 4.

Tabla 4. Requerimientos de la Mezcla.

Ensayo	Norma	Requerimiento
ITS seco, kPa	AASHTO T 283	225 mín
ITS saturado, kPa	AASHTO T 283	100 mín
Módulo de rigidez a 15°C, MPa	UNE EN 12697-26	2,000 mín

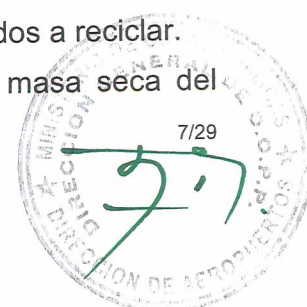
El Contratista deberá presentar el informe con la Mezcla de Diseño de cada sección homogénea para su aprobación al Laboratorio de la Dirección Nacional de Aeropuertos, con copia a la Inspección Fiscal, el que tendrá un plazo de 5 días para su pronunciamiento. En caso de ser rechazado, este proceso se repetirá hasta obtener la aprobación final del IF.

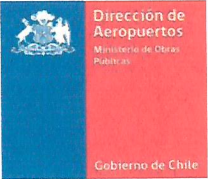
La aprobación del diseño de mezcla por parte del IF, no exime al Constructor de su plena responsabilidad de alcanzar la calidad exigida en terreno.

Informe

El informe de Mezcla de Diseño que presente el Contratista con la fórmula de trabajo propuesta para cada tramo homogéneo, para la aprobación del I.F, contendrá los resultados de los ensayos y como mínimo la siguiente información:

- Identificación y proporción, en masa seca, de cada fracción del material a reciclar.
- Granulometría de cada fracción del material a reciclar y su granulometría combinada.
- Porcentaje óptimo de agua para la mezcla y compactación, en función de la masa seca del material.
- Tipo de emulsión asfáltica propuesta, compatible con los agregados a reciclar.
- Dosificación óptima de la emulsión asfáltica, en relación a la masa seca del



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
			FEBRERO 2019
			Rev. 0

material.

- Identificación y dosificación del agregado virgen y filler, en caso de requerirse.
- Resistencias obtenidas en los ensayos ITS y Módulo de Rigidez.
- La máxima densidad seca y humedad óptima correspondientes a la dosificación del Diseño.
- Resultados de los ensayos complementarios indicados en el Diseño.

5 CANCHA DE PRUEBA

Una sección de prueba siempre debe ser realizada por el Constructor antes de comenzar con la ejecución del reciclado, respetando el espesor y las dosificaciones dadas en la Mezcla de Diseño, empleando los mismos medios que se utilizarán en la ejecución de la obra.

La Cancha de prueba debe tener al menos 100 metros de largo y 6 metros de ancho, ejecutada en al menos 2 fajas con una junta longitudinal. Debe proceder sobre un área destinada a la realización de este proceso, y autorizada por el IF.

Los objetivos son los siguientes:

- Verificar la granulometría y contenido de humedad del material, ASTM D 422 y ASTM D 2216.
- Verificar el recubrimiento y adherencia de la emulsión asfáltica sobre el agregado (AASHTO T 182).
- Verificar si los equipos y el procedimiento propuesto es capaz de construir la capa reciclada acorde con los requerimientos del Proyecto.
- Determinar la velocidad de avance de la recicladora (entre 6 y 12 metros por minuto) y la velocidad de rotación del tambor fresador para obtener el grado de pulverización acorde con el Diseño de la mezcla.
- Determinar la secuencia de compactación necesaria para obtener la densidad requerida del Proyecto, según 6.5: número, tipo, peso y número de pasadas.
- Verificar la resistencia alcanzada por la capa reciclada por medio del ITS seco y saturado, y el Módulo de Rigidez a 15°C.



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	
	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS	FEBRERO 2019
	Rev. 0	

El Contratista podrá proponer correcciones al procedimiento de trabajo, equipos, materiales y dosificaciones del Diseño para cumplir consistentemente con los requerimientos del Proyecto y sus especificaciones. Los resultados obtenidos y la propuesta definitiva de trabajo deberán ser entregados al I.F., quien dará o no su aprobación para su ejecución.

6 CONSTRUCCIÓN

6.1 Limitaciones y requerimientos

No se realizará ningún trabajo en condiciones de niebla o lluvia, ni se comenzará ningún trabajo si hay riesgos de que estas condiciones se presenten durante su ejecución. De forma similar, no se podrán estabilizar los materiales si la temperatura ambiente es menor a 5°C, mientras que la compactación y terminación no podrán llevarse a cabo si la temperatura ambiente es menor a 10°C durante estas operaciones.

En condiciones de viento, no se permite la dispersión de filler en polvo sobre el pavimento en la ruta del reciclador, que puedan afectar desfavorablemente la operación.

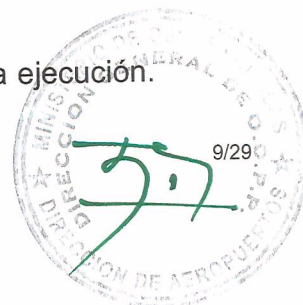
6.2 Preparación de la superficie

Antes de comenzar con el trabajo de reciclado, la nivelación horizontal de la superficie debe ser la prevista en el Proyecto. No deben existir irregularidades pronunciadas ni superficies muy deterioradas, y además en al menos tres veces el ancho de corte de la recicladora, deberá estar libre de toda vegetación, agua o cualquier partícula extraña, es decir, deberá estar despejada la superficie de la faja de reciclaje y sus regiones adyacentes.

Sobre la superficie con las cotas de proyectos, se deben marcar las líneas de corte longitudinal de cada faja de reciclaje. La primera faja tendrá el ancho completo de corte de la recicladora, mientras que las siguientes deberán ser menores en el ancho de traslape de fajas, al menos de 15 cm (ver Figura 1).

El Constructor deberá registrar la posición de todo elemento que deba ser eliminado antes del reciclado, por ejemplo: barreras externas, señales, etc.

La superficie deberá ser aprobada por la I.F antes de continuar con la ejecución.



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

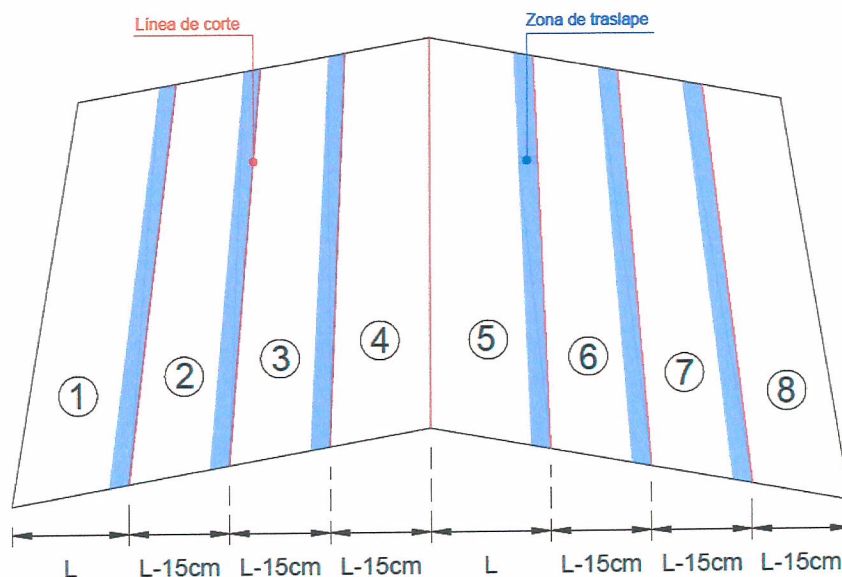


Figura 1. Líneas de corte de la recicladora (L: ancho de corte, O: número de faja).

6.2.1 Colocación del Agregado virgen

Si el diseño contempla la adición de una capa de material correcto, el Contratista deberá considerarlo al momento de realizar la preparación de la superficie.

6.2.2 Pre-Fresado

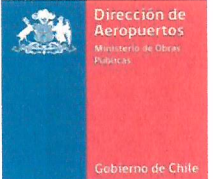
En el caso de requerir la eliminación de parte del material de la superficie para garantizar las cotas del Proyecto, el material será fresado y llevado al botadero autorizado o donde indique la I.F.

6.2.3 Pre-Pulverizado

Corresponde al pulverizado del material existente utilizando la recicladora sin la adición de emulsión. Sólo se considera esta fase cuando se den las siguientes condiciones, y una vez aprobado por la IF:

- Las irregularidades de la superficie son significativas, de modo que la recicladora no podrá lograr una profundidad de corte uniforme.



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

- El contenido de humedad in-situ del material a estabilizar está por encima del contenido óptimo. Por lo que, el material será pulverizado en un día cálido y dejándolo secar.
- Si el proyecto contempla una pre-estabilización con cal².

6.3 Colocación de Filler

Si el diseño exige el uso de filler, deberá ser informado el tipo y la cantidad requerida expresada en porcentaje de masa del material a estabilizar $\pm 0.1\%$.

El material debe ser esparcido uniformemente sobre toda la superficie preparada en el ancho de corte de la recicladora, excluyendo cualquier traslape. El método de aplicación queda a criterio del Constructor, utilizando alguno de los siguientes:

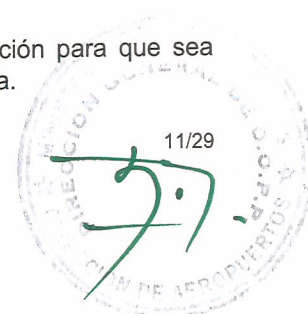
- En polvo, por medio de un esparcidor mecánico o automatizado. Si es esparcido a mano, los sacos del material deben ser espaciados en intervalos iguales a lo largo de cada corte individualmente, vaciados y esparcidos.
- Pre-mezclado en planta con el material virgen adicionado.

6.4 Reciclado y estabilizado

Los tanques con agua y emulsión deben ser inspeccionados por el Inspector Fiscal para detectar fugas antes de ser acoplados al tren de reciclaje. Siempre se deberá abrir cuidadosamente la válvula del tanque con emulsión, antes de conectar la tubería, para permitir que una pequeña cantidad de emulsión fluya hacia la conexión, evitando que esta sea obstruida por un tapón de asfalto. Además, la emulsión asfáltica debe estar entre 50°C-70°C para prevenir el quiebre prematuro mientras es bombeada e inyectada a la recicladora. Esto significa que a menudo la emulsión debe ser calentada en el sitio, siguiendo rigurosamente el procedimiento de calentamiento indicado por el fabricante.

Para garantizar un reciclaje completo, el reciclado será realizado en fajas longitudinales traslapadas al menos en 15 centímetros. La máquina de reciclaje deberá ser dirigida para seguir con precisión las líneas de corte previamente marcadas. Mientras que,

² La pre-estabilización con cal debe realizarse con el tiempo necesario de anticipación para que sea efectiva, al menos 4 horas antes de comenzar la estabilización con la emulsión asfáltica.



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	
	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS	FEBRERO 2019
	Rev. 0	

para asegurar una estabilización homogénea y prevenir la aplicación excesiva de emulsión y/o agua, la primera faja longitudinal de reciclaje se realiza en todo el ancho del tambor fresador-mezclador, es decir, con todas las boquillas de inyección de fluidos abiertas. En la segunda faja, el ancho de aplicación del agua y emulsión deberá ser reducido, cerrando selectivamente las boquillas que coincidan con el ancho del traslape; manteniéndose esta condición en las siguientes fajas (ver 6.2 y Figura 1).

Cualquier desviación que se exceda en 10 centímetros deberá ser corregido inmediatamente a coste del Constructor, volviendo al punto inicial del desvío y repitiendo el proceso sin la adición de agua y emulsión.

La profundidad de trabajo es la establecida por el Proyecto con una tolerancia de $\pm 12\text{mm}$, y el tambor de corte de la recicladora rotará en la dirección y a la velocidad determinada por el Constructor, justificada en la Cancha de Prueba.

El agua y la emulsión asfáltica serán inyectadas en la cámara de mezclado/estabilizado desde los tanques respectivos, de acuerdo a las condiciones de humedad in-situ y las cantidades especificadas en el Diseño de la Mezcla, sin diferir en más de $\pm 0.3\%$. La porción de trabajo que se convierta muy húmeda será rechazada por la IF y el Constructor será el responsable de corregir el contenido de humedad bajo su costo; secando, reprocesando el material y limpiándolo del cemento (en caso de haber sido empleado).

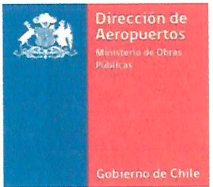
Para garantizar la continuidad longitudinal del tratamiento, entre un día de trabajo y otro, la recicladora deberá comenzar su avance, ubicada antes del último metro de la sección ya reciclada procurando que la inyección de fluidos comience en la sección no estabilizada.

6.5 Compactación y perfilado

La secuencia constructiva de compactación y perfilado del material deberá realizarse inmediatamente detrás de la recicladora, procurando dejar terminada toda superficie que haya sido reciclada y estabilizada, dentro del mismo día y antes del quiebre la emulsión. El contenido de humedad durante la compactación debe ser $\pm 2\%$ del contenido óptimo de humedad (OFC).

Si la cancha se endurece antes de terminar esta etapa, el material deberá ser eliminado y reemplazado a costo del Contratista. Cualquier depresión en la superficie de la base reciclada causadas por los rodillos serán reparadas por el Contratista a su costo.



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

6.5.1 Compactación inicial

La compactación inicial se llevará a cabo por rodillos vibradores de tambor, operando en alta amplitud de vibración. La masa estática deberá ser proporcional al espesor de la capa compactada, de acuerdo a la Tabla 5.

Las primeras pasadas de la compactación deben concentrarse en el área contenida entre las ruedas traseras de la recicladora, con la finalidad de igualar la compactación generada por el peso de la recicladora a través de sus ruedas. Las siguientes pasadas se realizarán en todo el ancho del reciclaje.

La velocidad de operación jamás deberá exceder los 5 km/hr y el número de pasadas deberá ser el suficiente para asegurar al menos una densidad del 95% de la DMCS (ASTM D 1557) en los dos tercios inferiores de la capa.

Tabla 5. Requerimientos de rodillo según espesor de capa.

Espesor de capa (mm)	Masa estática mínima del Rodillo (Ton)	Tipo de tambor
<150	12	Liso y neumático
150 – 200	14	Liso y neumático
200-250	15	Liso y neumático
>250	15	Liso y neumático

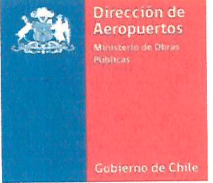
6.5.2 Nivelación

Una vez completada la compactación inicial, se utilizará una motoniveladora para obtener el perfil establecido por el Proyecto.

Para evitar la formación de laminaciones, debe ser humedecida la superficie por aspersión antes de que la niveladora mueva cualquier material. Cualquier porción de trabajo que se convierta muy húmeda será rechazada por la IF y el Constructor será el responsable de corregir el contenido de humedad bajo su costo.

El cordón de rechazo de material reciclado, posterior a la nivelación, no debe ser esparcido sobre secciones no tratadas, esto podría provocar una sobre dosis de emulsión y una saturación en la próxima banda de reciclado.



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
			FEBRERO 2019
			Rev. 0

6.5.3 Compactación final y acabado

Finalizada la nivelación se procederá a la compactación final con rodillo de tambor vibrador operando a baja amplitud de vibración, hasta alcanzar una densidad mínima de 95% de la DMCS en todo su espesor.

Cuando la compactación final sea completada, la superficie será sometida a un rodillo neumático para lograr el acabado superficial, libre de laminaciones, segregación y corrugación o cualquier otro defecto que puede afectar negativamente el comportamiento de la capa.

6.6 **Protección y mantención**

Una vez finalizada la compactación y perfilado del material, se deberá esperar el tiempo suficiente para que este se seque, tome resistencia y no se deforme ante cargas pesadas (normalmente entre 1 a 2 días). Durante este periodo el Constructor deberá proteger y mantener por completo la capa reciclada.

No se permitirá la aplicación de ningún tipo de riego asfáltico ni superficie de rodadura, si el contenido de humedad de los 10 centímetros superiores de la capa reciclada, está por debajo del 50% del contenido de humedad óptimo del material.

La mantención debe incluir la inmediata reparación de cualquier daño o defecto que se presente en este periodo, de modo de asegurar la uniformidad de la superficie después de los trabajos de reparación. El costo de toda reparación deberá ser llevado por el Constructor.

La IF indicará cuando este periodo se ha completado por medio de una prueba de rodadura. La base compactada debe ser probada con uno de estos equipos:

- Camión de eje tándem, cargado al límite legal y neumáticos inflados a 80 psi, en presencia del IF.
- Rodillo neumático de masa y presión de neumático determinado por el IF.

Las áreas de la base que se deformen en más de 1" (>25 mm), se deberán quitar y volver a trabajar a costo del Contratista.



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
			FEBRERO 2019
			Rev. 0

7 CONTROL DE CALIDAD

7.1 Controles mínimos en la construcción

- La velocidad de avance de la recicladora, la profundidad de corte y la dosificación de agua y emulsión deberán ser monitoreados durante toda la ejecución, entregando diariamente una copia del registro del micro-procesador al IF.
- La profundidad de corte se debe controlar manualmente al menos una vez cada 50 metros de corte, utilizando una barra en T para sondear hasta el horizonte inferior del material reciclado.
- La dosificación de fluidos (agua y emulsión), no diferirá en más de $\pm 0.3\%$ de la dosificación establecida.
- Un litro diario de muestra de emulsión debe ser tomado desde el tanque de acuerdo a ASTM D 140, y llevado al laboratorio en terreno para determinar sus propiedades en concordancia con lo establecido en el Diseño (ASTM D 244).

7.2 Controles mínimos sobre la capa base

7.2.1 Perfil

La superficie de base terminada no deberá superar en punto alguno las cotas especificadas en el Proyecto, ni podrá ser menor en más de 12 mm. La cantidad y distribución de los puntos a considerar en la revisión topográfica, deberá ser determinada de manera que el número total de puntos del barrido instrumental sea mayor o igual al originado si se considera una separación máxima entre ellos de 5m en dirección perpendicular y 10 m en dirección paralela al eje longitudinal de la capa.

La zona que sea menor en más de 12 mm, será escarificada hasta una profundidad de, a lo menos 75 mm, para luego reconstruir con material equivalente, reperfilar y, finalmente, recompactar a la densidad y a las cotas establecidas. Si la elevación de la superficie resulta mayor a lo exigido, la superficie deberá ser rebajada, perfilada y rodillada a las cota requerida en los planos del proyecto.

Los requisitos de perfil especificados aquí, se aplican sólo a la capa superior de base reciclada y estabilizada con emulsión, cuando esta es construida en más de una capa.



 Dirección de Aeropuertos Ministerio de Obras Públicas Gobierno de Chile	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

7.2.2 Espesor

El espesor de la base terminada, debe ser medido cada 250 metros cuadrados, por medio de sondeos o testigos, según ordene la I.F. Los espesores medidos no deben ser menores en más de 12 mm del especificado en el Proyecto.

En los puntos en que se esté fuera del rango de los 12 mm, el contratista deberá excavar el área en al menos 75 mm y reconstruirlo con material equivalente sin costo adicional, hasta que se obtenga la aprobación del IF.

7.2.3 Lisura

La superficie de la base terminada deberá presentar una textura uniforme, exenta de segregaciones y de ondulaciones, no podrá tener deformaciones relativas mayores a 9 mm. Para su control se utilizarán lecturas con la Regla de 5 metros de longitud, por cada lote³, aplicadas en sentido longitudinal y transversal, de acuerdo a lo siguiente (véase Anexo C):

- i. Sentido longitudinal: se efectuarán las lecturas en el sentido longitudinal por faja de reciclaje. Se coloca la Regla en forma coincidente con el eje de la faja a controlar, realizando las lecturas a intervalos de 15 metros. Inicialmente se coloca la Regla de manera que su centro coincida aproximadamente con los primeros 7,5 m desde el inicio del lote, se hace una lectura en el punto de la Regla que muestre la mayor deformación, luego la Regla se desplaza longitudinalmente de manera tal que el centro de la Regla haya avanzado 15 metros, realizando la lectura correspondiente; y así sucesivamente hasta alcanzar el término del área definida por el lote.
- ii. Sentido transversal: a diferencia del anterior, el control se hace de forma continua arrastrando la Regla transversalmente a la mitad de su longitud, desde un borde al otro borde del lote. La ubicación de la línea de arrastre de la Regla deberá coincidir con el punto medio de las posiciones longitudinales de la Regla, haciendo una lectura en el punto con mayor deformación de cada medición.

³ Un lote consiste en la producción de base de un día, sin exceder los 2,000 m². Cuando la producción excede 2,000 m² y es menor a 4,000 m², un lote consiste en la producción de medio día del trabajo.



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

Sin embargo, las lecturas transversales de lisura no se harán a través de cambios diseñados de pendiente. En las áreas de transición alabeadas la posición de regla se ajustará para medir la lisura de la superficie y no las transiciones de pendientes diseñadas.

Cuando más de un 15% de todas las mediciones en un lote sobrepasan a la tolerancia especificada, deberá ser corregida por el constructor a sus expensas, excavando una profundidad de al menos 75mm, y reconstruyendo con material equivalente. Los puntos altos aislados pueden ser desbastados para cumplir con el espesor indicado en los planos.

Los requisitos de lisura especificados aquí, se aplican sólo a la capa superior de base reciclada y estabilizada con emulsión, cuando esta es construida en más de una capa.

7.2.4 Densidad

La densidad alcanzada en terreno se medirá de forma aleatoria, al menos dos veces por cada sublote, y su ubicación será determinada según ASTM D 3665.

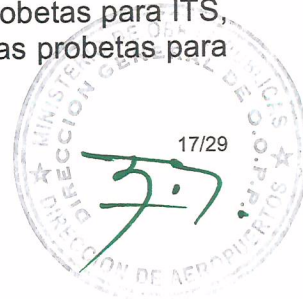
La determinación de densidades en terreno podrá ser llevada a cabo por el globo de hule (ASTM D 2167), método nuclear (ASTM D-6938) y/o cono de arena (ASTM D 1556). La calibración de los instrumentos nucleares deberá ser realizada sobre el primer sector de material colocado que cumpla con los requisitos de compactación, medidos según ASTM D 1556. Los chequeos de calibración en los medidores nucleares de densidad y de humedad, deberán ser hechos periódicamente y de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

EL material será aceptado si su densidad alcanzada es al menos el 95% del DMSC. Si la densidad especificada no se alcanza, todo el lote será rechazado y re-compactado hasta alcanzar la densidad requerida.

7.2.5 Resistencia

Para cada jornada de trabajo, se tomarán muestras del material dejado por la recicladora (previo a la compactación), para confeccionar 6 probetas Marshall (ASTM D 6926). El material será sellado y llevado inmediatamente a ensayar al laboratorio en terreno para determinar su Resistencia.

Se ensayarán 3 probetas para Módulo de Rigidez a 15°C y 3 probetas para ITS, en zonas con precipitaciones menores a 50mm se ensayarán las probetas para ITS seco, para el resto de las zonas para ITS saturado.



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	
	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS	FEBRERO 2019
	Rev. 0	

El Módulo de Rigidez obtenido, bajo ningún caso será menor al exigido por el Proyecto y la Tabla 4, mientras que se exigirá cumplir con el 90% del ITS seco o saturado obtenido en la cancha de prueba, según la zona.

Como parámetro de control posterior y una vez completada la superficie de rodadura sobre esta base, se realizarán mediciones de la resistencia por medio de Deflectometría de Impacto a lo largo de la pista cada 30 metros, en una línea paralela y distanciada a 2 metros de la línea central (por ambos lados).

8 BASE DE MEDIDA Y PAGO

La base reciclada y estabilizada con emulsión asfáltica, se medirá y pagará en metros cúbicos (m³) de material existente reciclado y estabilizado con emulsión asfáltica, compactado, terminado y mantenido, aprobado por la Inspección Fiscal, que cumplan con los espesores, perfiles, densidades y propiedades de la base reciclada del Proyecto.

El precio incluirá los suministros, materiales, transporte, mano de obra, leyes sociales, equipos, herramientas, seguros y otros que puedan requerirse para dar correcto término a este ítem.

9 NORMAS DE ENSAYOS Y MATERIALES REQUERIDOS

Materiales	
Agregado existente	
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 422
Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de suelos	ASTM D 4318
Desgaste de los Ángeles	ASTM C 131
Proctor Modificado	ASTM D 1557
California Bearing Ratio	ASTM D 1883



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

Emulsión Asfáltica

Requerimientos de Emulsiones Asfálticas	ASTM D 977/ASTM D 2397
Ensayos para Emulsiones Asfálticas	ASTM D 244
Recubrimiento en presencia de agua de la mezcla Agregado-Bitumen	AASHTO T 182

Asfalto recuperado (RAP)

Contenido de Asfalto	ASTM D 6307
Extracción del Asfalto	ASTM D 4080
Penetración en Materiales Bituminosos	ASTM D 5
Punto de Ablandamiento	ASTM D 36
Viscosidad Absoluta	ASTM D 88

Agua

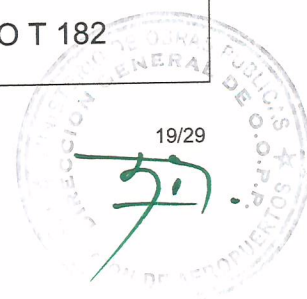
Iones de Sulfato en el agua	ASTM D 516
-----------------------------	------------

Agregado mineral o Filler

Especificaciones para Filler en Mezclas Bituminosas	ASTM D 242
---	------------

Diseño de Mezcla

Georadar	ASTM D 6432
Recubrimiento en presencia de agua de la mezcla Agregado-Bitumen	AASHTO T 182



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

Proctor Modificado	ASTM D 1557
Especificación de Probetas Marshall	ASTM D 6926
Tracción Indirecta Simple	AASHTO T 283 Anexo A
Módulo de Rigidez	EN 12697-26 Anexo B

Cancha de Prueba	
Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D 422
Humedad inicial	ASTM D 2216
Recubrimiento en presencia de agua de la mezcla Agregado-Bitumen	AASHTO T 182
Proctor Modificado	ASTM D 1557
Especificación de Probetas Marshall	ASTM D 6926
Tracción Indirecta Simple	AASHTO T 283 Anexo A
Módulo de Rigidez	EN 12697-26 Anexo B

Control de Calidad	
Emulsión asfáltica	
Muestreo de Materiales Bituminosos	ASTM D 140
Ensayos para Emulsiones Asfálticas	ASTM D 244
Material reciclado	
Muestreo aleatorio de materiales contruidos	ASTM D 3665

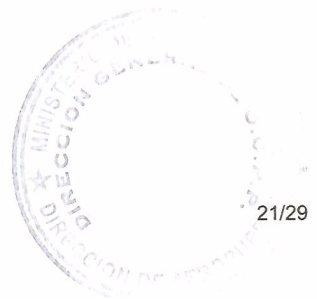


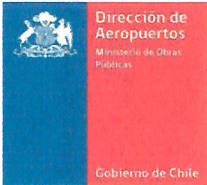
	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU		DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
			FEBRERO 2019
			Rev. 0

Ensayo de Densidad por Cono de Arena de Suelos en el sitio	ASTM D 1556
Ensayo para la densidad de campo por Globo de Hule	ASTM D 2167
Ensayo para determinar la densidad en el sitio por el Método Nuclear	ASTM D 6938
Especificación de Probetas Marshall	ASTM D 6926
Tracción Indirecta Simple	AASHTO T 283 Anexo A
Módulo de Rigidez	EN 12697-26 Anexo B
Deflectometría de Impacto	ASTM D 4694


WALTER KAEMPFE ROSSI
 Jefe Departamento de Proyectos
 División de Infraestructura Aeroportuaria
 Dirección Nacional de Aeropuertos - MOP


 KJJ



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

ANEXO A: ENSAYE TRACCIÓN INDIRECTA SIMPLE (AASHTO T 283)

El ensaye ITS consiste en aplicar carga a probetas a una velocidad de deformación de 50.8 mm/min sobre su eje diametral, utilizando el cabezal de ruptura Lottman, hasta provocar la ruptura de la probeta.

El contenido óptimo de emulsión será con el cual se obtenga el máximo valor de ITS saturado.

El ensaye se realizará de acuerdo al siguiente procedimiento:

1. Se fabricarán seis probetas de 4" de diámetro con equipo de compactación con el martillo Marshall aplicando 75 golpes (ASTM D 6926) por cada contenido de emulsión, expresado en porcentaje de la masa seca del agregado.
2. Las probetas se desmoldarán después de 24 horas de fabricadas.
3. Se colocarán las probetas sobre una bandeja plana y lisa, y se curarán en un horno de aire forzado por 96 horas a 40°C.
4. Las probetas serán removidas del horno y se dejarán enfriar a temperatura ambiente.
5. Luego, se determina la densidad de cada probeta mediante medida geométrica ASTM D 2726, excluyendo cualquier probeta cuya densidad difiera del promedio en más de 50 kg/m³.
6. Dividir las probetas en dos subgrupos de tres, un subgrupo se ensayarán en condición seca y otro en condición saturada.
 - i. Condición saturada: colocar las probetas en un baño de agua a 25°C por 24 horas. Luego, remover del baño de agua y secar la superficie de modo de llevarla a condición saturada superficialmente seca.
 - ii. Condición seca: Ambientar las probetas en una cámara de aire a 25 ° C por 1 a 2 horas.
7. Colocar las probetas en el aparato de forma tal que el pistón de carga quede paralelo y centrado sobre el plano vertical de la probeta.
8. Colocar el plato de transferencia de carga centrado en la superficie y bajar el



 Dirección de Aeropuertos Ministerio de Obras Públicas Gobierno de Chile	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

pistón de carga del dispositivo de ensaye de compresión.

9. Aplicar carga a la probeta a la velocidad indicada hasta alcanzar su falla. La falla debe presentarse en el eje axial de la probeta, en caso contrario la probeta deberá ser eliminada.
10. Registrar la carga máxima obtenido con una precisión de 0.1 kN y determinar su ITS.

$$ITS = \left(\frac{2 * P}{\pi * h * d} \right) * 10000$$

donde:

ITS: Tracción Indirecta en kPa.

P: Carga máxima aplicada en kN.

h: altura promedio de la probeta en cm.

d: Diámetro de la probeta en cm.

11. El ITS seco y saturado será el promedio de los resultados de ITS obtenidos, aproximado a 1 kPa.
12. Una vez obtenidos los ITS para cada porcentaje de emulsión, se grafica los resultados de ITS seco y saturado.



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

ANEXO B: ENSAYE MÓDULO DE RIGIDEZ (UNE EN 12697-26)

El ensayo para determinar el Módulo de Rigidez de probetas de mezclas con emulsiones asfálticas, está basado en el Anexo C de la norma europea EN 12697-26.

El procedimiento se realiza mediante el test de ITS con el equipo NAT sobre probetas fabricadas en laboratorio o testigos de obra.

1. Medición y Acondicionamiento de probetas

- 1.1. Las probetas de laboratorio (o testigos de obra) a ensayar tendrán un espesor entre 30 y 75 milímetros, y un diámetro nominal de 100 o 150 milímetros.
- 1.2. Las probetas confeccionadas son almacenadas de manera que no se expongan a temperaturas superiores a 35°C. En caso contrario, las mediciones de Módulo se deben realizar en un plazo no superior a cuatro días posteriores a la fecha de confección de las probetas (o testigos de obra).
- 1.3. Determinar y registrar las dimensiones de las probetas (espesor y diámetros), y su densidad según el método descrito en 8.302.38 del Manual de Carreteras (LNV 13).
- 1.4. Utilizando un lápiz o marcador adecuado, se traza una recta diametral a lo largo de una de las caras de la probeta y otra perpendicular a esta línea.
- 1.5. Realizar periódicamente la verificación de los transductores de desplazamiento horizontal, por lo menos una vez al mes, utilizando el submarco de anillo adecuado que viene con el equipo NAT.
- 1.6. Ajustar la cámara de temperatura del equipo NAT a la temperatura deseada del ensayo $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$. Es recomendable que la cámara se encuentre emplazada dentro de una sala con aire acondicionado a temperaturas cercanas a la del ensayo.
- 1.7. La probeta debe estar a temperatura cercana a la del ensayo y a humedad ambiente antes de ser ingresada a la cámara del NAT, la cual debe estar a una temperatura estable en su interior.
- 1.8. Ingresar la probeta a la cámara y acondicionarla por un periodo no inferior a 4 horas, sin abrir la puerta de la cámara durante este tiempo.



 Dirección de Aeropuertos Ministerio de Obras Públicas Gobierno de Chile	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

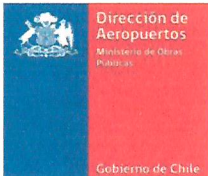
- 1.9. Monitorear la temperatura de la probeta hasta alcanzar la temperatura del ensayo, por medio de dispositivos de termocuplas cuyos sensores de resistencia se adhieren a un punto sobre la superficie de la probeta ensayada. Simultáneamente, una probeta llamada “patrón de temperatura” se utiliza para la medición de la temperatura en el centro, bajo las mismas condiciones de humedad y temperatura. La diferencia de temperatura no debe ser superior a 0.4°C.
- 1.10. El promedio de temperatura entre ambas probetas es el registrado como la temperatura de la probeta, con una tolerancia máxima de diferencia a la temperatura del ensayo de $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$.

Nota. La probeta “patrón de temperatura” será perforada desde su superficie hasta su centro o núcleo, de manera tal que se pueda ingresar una segunda termocupla capaz de medir la temperatura de ese punto.

2. Medición de Módulo de Rigidez

- 2.1. Alinear los transductores de desplazamiento del equipo NAT en la dirección de la línea recta trazada en la probeta.
- 2.2. Colocar la probeta en el submarco de tracción indirecta del NAT y exponerla a 12 pulsos para ajustar la magnitud y duración de la carga.
- 2.3. Verificar el ajuste de los transductores de desplazamiento.
- 2.4. Primer ensayo: Ensayar con el equipo NAT aplicando cinco pulsos de carga, registrar el Módulo de Rigidez para cada uno de ellos y obtener el promedio.
- 2.5. Segundo ensayo: Girar la probeta en 90° respecto a su eje horizontal y medir nuevamente el Módulo de Rigidez, repitiendo los pasos 2.1., 2.2., 2.3. y 2.4. El promedio del Módulo de Rigidez medido será el registrado como el Módulo de Rigidez de la probeta, sólo si este valor se encuentra entre el 80% y 110% del valor promedio del primer ensayo. En caso contrario, los resultados serán rechazados y se volverá a realizar el ensayo completo (primero y segundo), hasta cumplir con el requerimiento.
- 2.6. Retirar la probeta del submarco desde la cámara y no volver a ensayarla dentro de las siguientes 24 horas.
- 2.7. Presentar los valores especificados de los parámetros utilizados en el ensayo,



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

según la norma EN 12697-26 (Anexo C):

Tabla 6. Parámetros de ensayos especificados

Parámetro	Φ 100 mm	Φ 150 mm
Ts (ms)	124 ± 4	124 ± 4
T (s)	3.0 ± 1.0	3.0 ± 1.0
z (μm)*	5.0 ± 0.2	7.0 ± 0.2
v **	0.35	0.35

*: Rango de valor recomendado.

**: Valor asumido

Ts: Tiempo de subida de la carga, medido desde el comienzo del pulso hasta su peak.

T: Periodo del pulso de carga.

z: Amplitud de la deformación diametral horizontal para cada ciclo de carga.

v: Módulo de Poisson.

Tabla 7. Valores especificados

Módulo de rigidez a 15°C, con densidad de Marshall a 75 golpes	MPa	Mínimo 2,000
--	-----	--------------



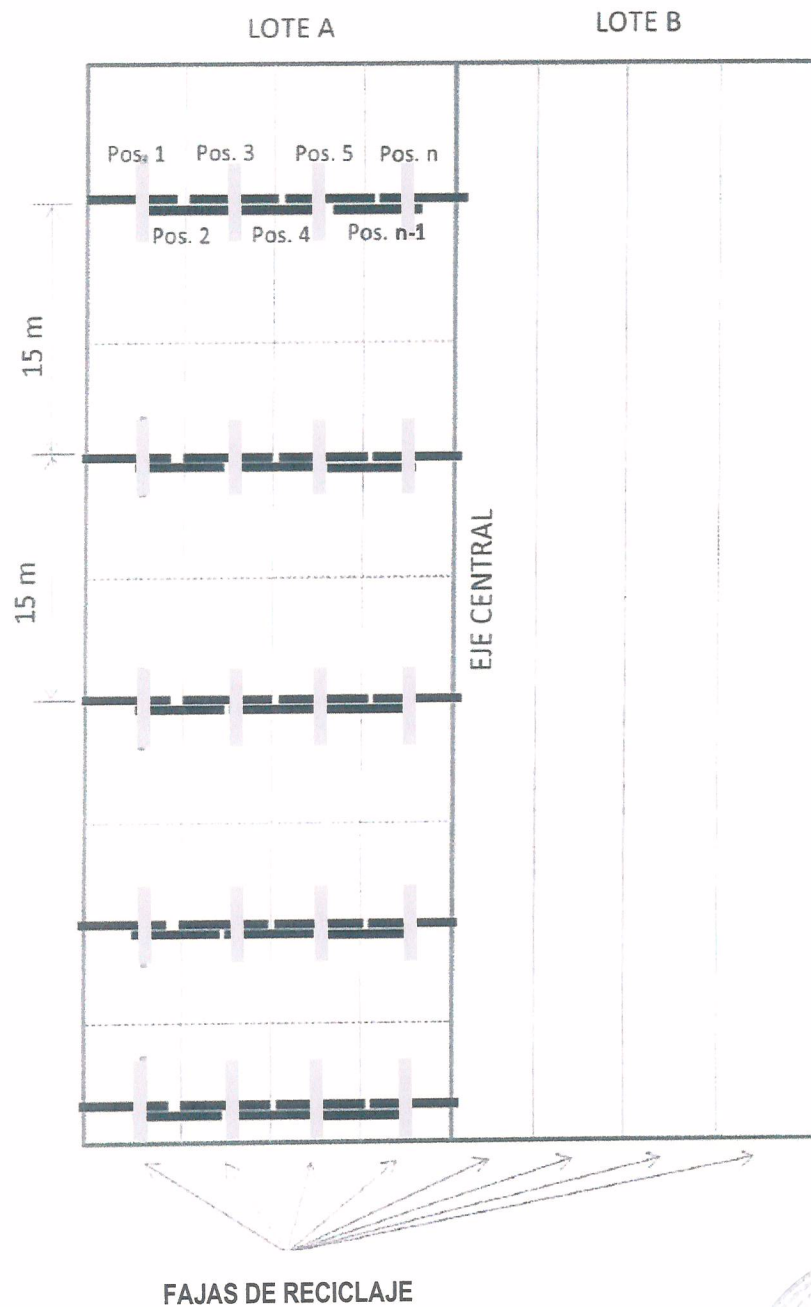
**ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE
 RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON
 EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU**

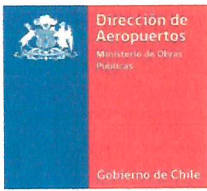
DEPARTAMENTO DE
PROYECTOS

FEBRERO 2019

Rev. 0

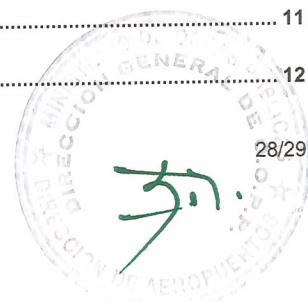
ANEXO C: USO DE REGLA DE 5 M PARA EL CONTROL DE LISURA



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS
		FEBRERO 2019
		Rev. 0

ÍNDICE

1	DESCRIPCIÓN	1
2	MATERIALES	1
2.1	AGREGADOS EXISTENTE	1
2.2	AGREGADO VIRGEN	2
2.3	EMULSIÓN ASFÁLTICA	2
2.4	AGUA	3
2.5	AGREGADO MINERAL DE RELLENO O FILLER	3
3	EQUIPOS	3
3.1	RECICLADORA	3
3.1.1	Recicladora de unidad simple	4
3.1.2	Recicladora de unidad múltiple	4
3.2	EQUIPOS DE COMPACTACIÓN Y PERFILADO	4
3.3	CAMIONES CISTERNA	5
4	DISEÑO DE MEZCLA	5
5	CANCHA DE PRUEBA	8
6	CONSTRUCCIÓN	9
6.1	LIMITACIONES Y REQUERIMIENTOS	9
6.2	PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE	9
6.2.1	Colocación del Agregado virgen	10
6.2.2	Pre-Fresado	10
6.2.3	Pre-Pulverizado	10
6.3	COLOCACIÓN DE FILLER	11
6.4	RECICLADO Y ESTABILIZADO	11
6.5	COMPACTACIÓN Y PERFILADO	12



	ETG N° 47: PARA PRODUCCIÓN DE BASE RECICLADA EN FRÍO Y ESTABILIZADA CON EMULSIÓN ASFÁLTICA IN-SITU	
	DEPARTAMENTO DE PROYECTOS	
	FEBRERO 2019	Rev. 0

6.5.1	Compactación inicial	13
6.5.2	Nivelación.....	13
6.5.3	Compactación final y acabado.....	14
6.6	PROTECCIÓN Y MANTENCIÓN	14
7	CONTROL DE CALIDAD.....	15
7.1	CONTROLES MÍNIMOS EN LA CONSTRUCCIÓN.....	15
7.2	CONTROLES MÍNIMOS SOBRE LA CAPA BASE.....	15
7.2.1	Perfil.....	15
7.2.2	Espesor.....	16
7.2.3	Lisura	16
7.2.4	Densidad	17
7.2.5	Resistencia.....	17
8	BASE DE MEDIDA Y PAGO.....	18
9	NORMAS DE ENSAYOS Y MATERIALES REQUERIDOS	18
	ANEXO A: ENSAYE TRACCIÓN INDIRECTA SIMPLE (AASHTO T 283)	22
	ANEXO B: ENSAYE MÓDULO DE RIGIDEZ (UNE EN 12697-26)	24
	ANEXO C: USO DE REGLA DE 5 M PARA EL CONTROL DE LISURA.....	27

