



TRATAMIENTOS ASFÁLTICOS

PLIEGO GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS
PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES Y
CARRETERAS

5



Ministerio
de Transporte
y Obras Públicas

DICIEMBRE 2025

SECCIÓN 5A – Tratamientos bituminosos superficiales simples (TBSS)

SECCIÓN 5B – Tratamientos bituminosos superficiales dobles (TBSD)

SECCIÓN 5C – Tratamientos bituminosos superficiales triples (TBST)

SECCIÓN 5D – Tratamientos bituminosos superficiales de sellado (TBSELLO)

SECCIÓN 5E – Tratamientos bituminosos superficiales tipo riego de niebla (TBSRN)

SECCIÓN 5F – Lechadas asfálticas (LASFAL)

SECCIÓN 5G – Microaglomerados asfálticos en frío (MAAF)

SECCIÓN 5H – Tratamientos bituminoso superficiales Cape Seal (TBSCS)

ÍNDICE

Sección 5A – Tratamientos bituminosos superficiales simples (TBSS)

ÍNDICE DE TABLAS.....	4
1.- DESCRIPCIÓN	5
2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN	5
3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA	5
3.1.- Definición y nomenclatura para los tratamientos bituminosos superficiales simples TBSS.....	5
4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN	6
5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES.....	7
5.1.- Agregados pétreos.....	7
5.1.1.- Características generales	7
5.1.2.- Agregado grueso	8
5.1.2.1.- Definición de agregado grueso.....	8
5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso.....	8
5.2.- Emulsiones asfálticas.....	11
5.2.1.- Emulsiones asfálticas convencionales.....	11
5.2.2.- Emulsiones asfálticas modificadas.....	11
5.2.3.- Otros tipos de emulsiones asfálticas.....	11
5.2.4.- Características generales.....	11
5.3.- Aditivos u otros materiales.....	12
6.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO.....	12
6.1.- Husos granulométricos.....	12
6.2.- Formula de insumos.....	13

6.3.- Criterios para el proceso de diseño	14
6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra.....	14
7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	15
7.1.- Consideraciones generales.....	15
7.2.- Equipos de obra.....	15
7.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica.....	15
7.2.2. Equipos para la aplicación de la emulsión asfáltica	16
7.2.3. Equipos de distribución de los agregados.....	17
7.2.4. Equipos de compactación.....	17
7.2.5. Equipos de barrido.....	18
7.3.- Ejecución de las obras	18
7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo.....	18
7.3.2.- Aplicación del riego de emulsión asfáltica.....	18
7.3.3.- Aplicación del riego de agregados	19
7.3.4.- Compactación.....	19
7.3.5.- Barrido.....	19
7.3.6.- Limpieza.....	20
7.3.7.- Riego de niebla	20
8.- TRAMO DE PRUEBA.....	20
9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO	21
10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....	22
10.1.- Generalidades.....	22
10.2.- Lotes.....	23
10.2.1. Definición de lote de obra.....	23
10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales.....	24
10.3.1.- Agregados.....	24
10.3.1.1.- Agregados gruesos.....	24
10.3.2.- Emulsiones asfálticas.....	25

10.3.2.1.- Emulsiones asfálticas convencionales	25
10.3.2.2.- Emulsiones asfálticas modificadas.....	25
10.3.2.3.- Otro tipo de emulsiones asfálticas.....	26
10.3.3. Aditivos u otros materiales	26
10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso constructivo de los TBSS.....	26
10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	26
10.6.- Archivo de la información.....	27
11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA.....	27
11.1.- Requisitos del proceso de construcción (lote de obra).....	27
11.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual (lote de obra).....	27
11.1.2. Dotación de los agregados (lote de obra).....	28
11.1.3. Granulometría de los agregados (lote de obra)	28
11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)	29
11.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra).....	29
11.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra).....	29
12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO	30
12.1.- Proceso de construcción.....	30
12.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual (lote de obra).....	30
12.1.2. Dotación de los agregados (lote de obra).....	30
12.1.3. Granulometría de los agregados (lote de obra)	31
12.2.- Unidad terminada.....	32
12.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra).....	32
12.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra).....	32
13.- MEDICIÓN	33
14.- FORMA DE PAGO	33
15.- CONSERVACIÓN	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación.....	5
Tabla 2. Sistema de designación de los tbss.....	6
Tabla 3. Índice de prestación.....	6
Tabla 4. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados.....	8
Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos.....	10
Tabla 6. Requisitos de los agregados provenientes de gravas.....	10
Tabla 7. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos”.....	11
Tabla 9. Husos granulométricos del esqueleto granular de los tbss.....	13
Tabla 10. Límites para dotaciones de tbss.....	13
Tabla 11. Criterios de diseño para la obtención de la fórmula de obra.....	14
Tabla 12. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra.....	15
Tabla 13. Requisitos que deben cumplir los elementos de almacenamiento de emulsiones asfálticas.....	16
Tabla 14. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de emulsiones asfálticas.....	16
Tabla 15. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de los agregados.....	17
Tabla 16. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de los tbss.....	17
Tabla 17. Requisitos que deben cumplir los equipos de barrido de los tbss.....	18
Tabla 18. Plan de ensayos sobre el agregado grueso.....	25
Tabla 20. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas modificadas.....	26
Tabla 21. Plan de ensayos para el control de ejecución de los tbss.....	26
Tabla 22. Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	27
Tabla 23. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente.....	29
Tabla 24. Requisito de macrotextura superficial inicial.....	30
Tabla 25. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente.....	31

1.- DESCRIPCIÓN

Esta sección refiere a los requisitos que deben verificar los tratamientos bituminosos superficiales simples (TBSS) empleados en la construcción de capas superficiales de rodamiento; en lo vinculado a las características de los insumos constitutivos de las mismas y los procesos de diseño y construcción.

2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN

Las Normas técnicas de aplicación en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales son las que se resumen en la Tabla 1.

UNIT	Instituto Uruguayo de Normas Técnicas
IRAM	Normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Argentina
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA.
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA.
EN	Normas Comunidad Europea

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación

Para todos los casos en los cuales se utilicen las Normas mencionadas en el presente documento, salvo indicación contraria en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se debe utilizar la última versión vigente.

3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA

3.1.- Definición y nomenclatura para los tratamientos bituminosos superficiales simples TBSS

Este ítem consiste en una aplicación de material bituminoso sobre una base o pavimento existente, debidamente preparados, seguida de una distribución de agregado pétreo, con miras a la obtención de una delgada capa de rodadura que otorga una mejora en la impermeabilidad y en las características superficiales.

Las diferentes tipologías de tratamientos bituminosos superficiales simples contempladas en el presente documento se diferencian entre sí esencialmente por la gradación de agregado pétreo empleado como así también por el tipo de material bituminoso utilizado.

A continuación, se resume el sistema de designación para los tratamientos bituminosos superficiales simples que se utiliza a lo largo de la presente especificación, de manera de individualizar los diferentes tipos de tratamientos alcanzados en esta sección.

TBSS	G _z	CRR-X/CRRm-Y
------	----------------	--------------

Tabla 2. Sistema de designación de los TBSS

Donde:

TBSS: Sigla que indica que se trata de un “Tratamiento Bituminosos Superficial Simple”.

G_z: Indica el tipo de gradación granulométrica del agregado pétreo empleado, pudiendo G_z tomar los siguientes valores:

G₁: Gradación 1

G₂: Gradación 2

G₃: Gradación 3

G₄: Gradación 4

CRR: Indicación correspondiente a las emulsiones asfálticas convencionales de rotura rápida, de acuerdo con la norma IRAM 6691.

X: Indicación que refiere a si la emulsión tipo CRR es del tipo CRR-1 o CRR-2 de la normativa IRAM 6691.

CRRm: Indicación correspondiente a las emulsiones asfálticas modificadas de rotura rápida, de acuerdo con la norma IRAM 6698.

Y: Indicación que refiere a si la emulsión tipo CRRm es del tipo CRR-1m o CRR-2m de la normativa IRAM 6698.

4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN

Los requisitos de los materiales componentes de los tratamientos superficiales se encuentran diferenciados en la presente especificación técnica de acuerdo con el índice de prestación adoptado para cada proyecto.

El índice de prestación debe ser indicado en la especificación técnica particular, si así no ocurriese se debe de adoptar el índice de prestación P1.

A continuación, se resumen en la Tabla 3 los dos (2) índices de prestación considerados en el presente documento.

Índice de prestación (IP)	P1	P2
---------------------------	----	----

Tabla 3. Índice de prestación

5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES

5.1.- Agregados pétreos

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a emplear agregados cuya naturaleza, procedencia o estado fisicoquímico así lo requieran.

En caso de emplearse materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, debe hacerse un estudio que demuestre la aptitud de este para ser empleado, que debe ser aprobado por el Director de obra.

5.1.1.- Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los agregados para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la Tabla 4.

Característica	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los agregados deben ser de origen natural, y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los agregados deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de estos. ❖ Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración fisicoquímica. ❖ Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.
Acopios	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los agregados se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado hasta su empleo. ❖ Cada fracción del agregado se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer preferiblemente sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con suelo. Si se dispusieran sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores. ❖ Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a tres metros (3 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores al dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje. ❖ Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los agregados, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar

Característica	Requisitos
	<p>su aceptabilidad. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un agregado, lo cual obliga al estudio de una nueva Fórmula de Obra.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de obra, debe fijar el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no debe ser inferior al correspondiente a quince (15) días de trabajo para el nivel de producción prevista. ❖ Los acopios deben estar limpios, exentos de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad de la mezcla o capa con ellos eventualmente ejecutada.

Tabla 4. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados

5.1.2.- Agregado grueso

5.1.2.1.- Definición de agregado grueso

Bajo la denominación de “Agregado grueso”, se agruparán todos los agregados de origen mineral que queden retenidos en el tamiz N°4 (4,75 mm).

5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso

Los requisitos que deben de cumplir los agregados gruesos dependen del índice de prestación adoptado para el proyecto en consideración. Los mismos se establecen en la Tabla 5 y en la Tabla 6.

El agregado grueso será por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Tabla 5 y en la Tabla 6.

Ensayo	Norma	Exigencia	
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.	
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 25	≤ 30

Ensayo	Norma	Exigencia	
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” ⁽¹⁾	IRAM 1532	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 30	≤ 35
Micro Deval ⁽¹⁾	ASTM D6928	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 17	≤ 17
Polvo adherido ⁽²⁾	IRAM 1883	≤ 0,5	
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria	
Coeficiente pulimento acelerado	ASTM D 3319	Determinación obligatoria	
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.	
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Determinación obligatoria	
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	≤ 12	
Caras de fractura	IRAM-1851	Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura ^(*)	
		Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≥ 90	≥ 85
		^(*) Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener una o más caras de fractura.	

Ensayo	Norma	Exigencia		
Adherencia	UNE-EN 12272-3	Índice de prestación	Porcentaje de áridos no desprendido en el ensayo de placa	
			Vía húmeda	Vía seca
		P1	>90	>80
		P2	>85	>75

Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos

- ⁽¹⁾ Para agregados tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la Tabla 7.
- ⁽²⁾ De no cumplirse el requisito el Director de obra podrá exigir que se proceda al lavado u otro método propuesto por la contratista que permita la verificación de este.

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de gravas, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla 6. Asimismo, se pueden definir exigencias extras en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Ensayo	Norma	Exigencia	
Relación de tamaño de la partícula a triturar	---	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≥ 3 ⁽¹⁾	≥ 3 ⁽¹⁾
		⁽¹⁾ Tamaño mínimo de la partícula a triturar respecto a la partícula resultante de mayor tamaño.	

Tabla 6. Requisitos de los agregados provenientes de gravas

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de “Tipo Basálticos”, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla 7.

Ensayo	Norma	Exigencia	
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 20	≤ 25

Micro Deval	ASTM D6928	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 17	≤ 17
Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide	UY A 26	$\leq 60\%$	

Tabla 7. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos”

5.2. Emulsiones asfálticas

5.2.1. Emulsiones asfálticas convencionales

La emulsión asfáltica para emplear se debe encuadrar dentro del tipo CRR 1 o tipo CRR 2 de la norma IRAM 6691. El tipo de emulsión asfáltica se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.2. Emulsiones asfálticas modificadas

La emulsión asfáltica para emplear se debe encuadrar dentro del tipo CRR 1m o tipo CRR 2m de la norma IRAM 6698. El tipo de emulsión asfáltica se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.3. Otros tipos de emulsiones asfálticas

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede establecer el uso de una emulsión asfáltica que no se encuadre dentro del Punto 5.2.1. “Emulsiones asfálticas convencionales” o el Punto 5.2.2. “Emulsiones asfálticas modificadas”, dependiendo de las condiciones de proyecto.

En este caso, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares debe establecer las características y exigencias a solicitar para la emulsión asfáltica. Los TBSS elaborados con estas emulsiones deben cumplimentar el resto de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

5.2.4. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir las emulsiones asfálticas para el aprovisionamiento son los que se establecen en la Tabla 8.

Característica	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Las emulsiones asfálticas deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de estas. ❖ Deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica.

Tabla 8. Requisitos para el aprovisionamiento de emulsiones asfálticas

5.3.- Aditivos u otros materiales

En el caso de incorporación de aditivos u otros materiales, con el objeto de alcanzar una mejora de alguna característica del TBSS o del proceso productivo, se debe verificar que, además de dotar de las propiedades adicionales que se pretende, cumple todos los requisitos establecidos en el presente documento.

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Contratista, puede proponer el uso de él o los aditivos u otros materiales que pueden utilizarse, estableciendo los requisitos que tienen que cumplir como así también los métodos de incorporación, dosificación y dispersión homogénea.

Previo al empleo de estos en la ejecución del TBSS, el Director de Obra debe aprobar la propuesta presentada. Los aditivos deben ser conservados en sus envases originales herméticamente cerrados.

El acopio se debe realizar al reparo del sol y de las bajas temperaturas, y preferiblemente bajo techo, separando e identificando cada marca, tipo, fecha de recepción y fecha de vencimiento.

6.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

6.1.- Husos granulométricos

La granulometría de la fracción utilizada o de la combinación de diferentes fracciones de agregados pétreos, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en las Tabla 9.

Apertura de tamices	Porcentaje en peso que pasa			
	Gradación 1	Gradación 2	Gradación 3	Gradación 4
25,4 mm (1")	100	...	...	...
19 mm (3/4")	85 - 100	100	...	...
12,5 mm (1/2")	5 - 30	85 - 100	100	...
9,5 mm (3/8")	0 - 5	5 - 30	85 - 100	100
6,3 mm (1/4")	...	0 - 5	5 - 30	95 - 100
4,75 mm (N° 4)	...	...	0 - 5	...
2,36 mm (N° 8)	...	...	...	0 - 15

Tabla 9. Husos granulométricos del esqueleto granular de los TBSS

6.2.- Formula de insumos

La dotación de los TBSS debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en la Tabla 10, según el tipo de esqueleto granular (gradación) considerado.

Tipo de gradación	Dotación de agregado [l/m ²]		Dotación de ligante asfáltico ⁽²⁾ [kg/m ²]	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Gradación 1 ⁽¹⁾	12	16	1,0	1,3
Gradación 2	9	12	0,8	1,1
Gradación 3	6	9	0,7	0,9
Gradación 4	3	6	0,4	0,6

Tabla 10. Límites para dotaciones de TBSS

⁽¹⁾ Recomendable solo para primera capa de cape seal.

⁽²⁾ Las dotaciones de ligante asfáltico establecidas en la Tabla 11 podrán corregirse de acuerdo con la experiencia en obras similares y la consideración de factores tales como tipo de superficie sobre la que se aplique el tratamiento superficial (base granular o pavimento), estado de la superficie de apoyo si es un pavimento existente, clima de la zona en la cual se emplazará la obra, volumen y tipo de tránsito.

6.3.- Criterios para el proceso de diseño

El tipo de emulsión asfáltica, dotación, gradación del esqueleto granular e Índice de prestación a emplear en el tratamiento bituminoso superficial simple en consideración, se definen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y/o en el Proyecto Ejecutivo.

Los criterios para considerar en el proceso de diseño en laboratorio del TBSS, para la obtención de la Formula de Obra, se resumen en la Tabla 11.

Índice de prestación	Metodología de diseño a emplear
P1	Método de McLeod
P2	Para dotación agregados método directo y regla del décimo para dotación de ligante asfáltico

Tabla 11. Criterios de diseño para la obtención de la fórmula de obra

6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra

La ejecución regular del TBSS no se debe iniciar hasta que el Director de Obra haya aprobado la correspondiente Formula de Obra presentada por el Contratista.

Para la aprobación de la Formula de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente. La fórmula aprobada debe emplearse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características y el origen de los materiales que la componen. Toda vez que cambie alguno de los materiales que integran el TBSS o se excedan sus tolerancias de calidad, la Formula de Obra debe ser reformulada y sometida a consideración del Director de Obra para su nueva aprobación, siguiendo los lineamientos del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Por lo tanto, debe excluirse el concepto de “Formula de Obra única e inamovible”.

Los informes de presentación de la Formula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la Tabla 12.

Parámetro	Información que debe ser consignada
Agregados	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, granulometrías de la o las fracciones de los agregados involucrados. ❖ Granulometría de los agregados o de la combinación de las fracciones adoptadas en el caso de emplear más de una fracción y la dotación a utilizar (indicada en l/m²). ❖ Ensayos realizados sobre el agregado grueso, como mínimo todos los

	<p>contemplados en la Tabla 5, Tabla 6 (si corresponde) y Tabla 7 (si corresponde).</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre el agregado fino, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 8.
Emulsión asfáltica y aditivos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, hoja técnica del producto, hoja de seguridad y dotación (expresada en kg de residuo asfáltico por m²). ❖ Cuando se empleen aditivos, debe indicarse su denominación, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa de agregado.
Tiempo de corte y habilitación al tránsito	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe indicarse el tiempo aproximado de habilitación al tránsito.
Parámetros de diseño	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre la Formula de Obra del TBSS, como mínimo las contempladas en la Tabla 11.
Informe de presentación de la Fórmula de Obra	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Según el Formato Tipo vigente de la Dirección Nacional de Vialidad.

Tabla 12. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra

7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.1.- Consideraciones generales

No se puede utilizar en la ejecución regular de un TBSS ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el Tramo de Prueba y aprobado por el Director de Obra.

7.2.- Equipos de obra

7.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica

Las emulsiones asfálticas se deben almacenar en tanques que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 13.

Característica	Requisitos
Tanques de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica deben ser, preferiblemente, cilíndricos y verticales y estar térmicamente aislados del medio ambiente. ❖ El tanque de almacenamiento debe tener un sistema que permita mantener la temperatura de almacenamiento de la emulsión asfáltica dentro del entorno indicado por el proveedor de la emulsión asfáltica. ❖ Para evitar la rotura de la capa de la emulsión en contacto con el aire y la

Característica	Requisitos
	<p>formación de espuma, el caño de alimentación debe llegar hasta el fondo del tanque.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Es recomendable que los tanques se encuentren dotados de un sistema de agitación de bajas revoluciones. ❖ El sistema de bombeo empleado debe ser tal que no ingresen aire a la emulsión asfáltica. ❖ En el caso de emulsiones que vayan a estar almacenadas períodos mayores a siete días (>7 días), es preciso asegurar su homogeneidad previa a su empleo. ❖ Se deben de evitar los ciclos de calentamiento y enfriamiento de la emulsión asfáltica.

Tabla 13. Requisitos que deben cumplir los elementos de almacenamiento de emulsiones asfálticas

7.2.2. Equipos para la aplicación de la emulsión asfáltica

La emulsión asfáltica se debe distribuir con equipos que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 14.

Característica	Requisitos
Distribución de la emulsión asfáltica	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de distribución del riego debe tener un sistema que regule la formula en función de la velocidad de avance y de las revoluciones de la bomba, de manera de obtener un riego uniforme sobre la superficie, cumpliendo con la formula definida en la correspondiente Formula de Obra. ❖ El equipo para la distribución de la emulsión asfáltica debe ir montado sobre neumáticos. ❖ El mismo debe ser capaz de mantener la emulsión dentro del rango de temperatura prescrita, así como también aplicar la dotación de emulsión asfáltica definida en la correspondiente Formula de Obra. ❖ La bomba debe generar una presión suficiente en la barra de distribución, de manera que los picos rieguen de forma pareja. ❖ Se debe de efectuar la calibración de la dotación de riego de adherencia adoptada previamente a la aplicación regular del riego de adherencia.

Tabla 14. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de emulsiones asfálticas.

7.2.3. Equipos de distribución de los agregados

Los agregados se deben distribuir con equipos que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 15.

Característica	Requisitos
Distribución de agregados	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de distribución del agregado debe tener un sistema que regule la dotación en función de la velocidad de avance, de manera de obtener una cobertura uniforme sobre la superficie, cumpliendo con la dotación definida en la correspondiente Dotación de Obra. ❖ Para la extensión del agregado se deben utilizar distribuidoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas.

Tabla 85. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de los agregados

7.2.4. Equipos de compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 16.

Característica	Requisitos
Equipos de compactación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Número y tipo de equipo: El número y las características de los equipos de compactación deben ser acordes a la superficie y al nivel de producción (ritmo de trabajo). ❖ Los compactadores neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras. ❖ Los compactadores de llantas metálicas deben tener un sistema tal que permita mantener siempre limpia y húmeda la superficie del cilindro, sin exceso de agua. Asimismo, no presentarán surcos ni irregularidades en las superficies cilíndricas. ❖ Los compactadores deben poder invertir la marcha mediante una acción suave; también deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimientos. ❖ El peso mínimo del equipo debe ser de ocho toneladas (8 t).

Tabla 16. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de los TBSS

7.2.5. Equipos de barrido

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 17.

Característica	Requisitos
Equipos de barrido	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Número y tipo de equipo: El número y las características de los equipos de barrido debe ser acordes a la superficie y al nivel de producción (ritmo de trabajo). ❖ Los equipos de barrido deben ser barredoras mecánicas de cepillo. ❖ Es deseable que las mismas cuenten con dispositivos de aspiración.

Tabla 9. Requisitos que deben cumplir los equipos de barrido de los TBSS

7.3.- Ejecución de las obras

7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo

Previo a la colocación del TBSS, la superficie de apoyo se debe encontrar aprobada por el Director de Obra, de acuerdo con el cumplimiento de las exigencias establecidas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de la misma.

Previo a la colocación del TBSS, se debe ejecutar una limpieza de la superficie mediante un equipo barredora y/o equipo de aire a presión. La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros. Asimismo, debe estar libre de manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.

Si la superficie de apoyo consiste en una base granular, se debe ejecutar un riego de imprimación. Las banquetas y/o trochas aledañas se deben mantener durante los trabajos en condiciones tales que eviten la contaminación de la superficie.

7.3.2.- Aplicación del riego de emulsión asfáltica

Cuando la superficie a regar se encuentre en las condiciones fijadas en el Punto 7.3.1. "Preparación de la superficie de apoyo", se debe aplicar el riego de emulsión asfáltica, con la dotación y la temperatura definida en la Formula de Obra. La distribución del riego se debe efectuar de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo.

Se debe procurar lograr una ligera superposición del orden de los 10 cm del riego en la unión de dos franjas de regado, haciendo coincidir la junta longitudinal con el eje de la calzada. Se debe garantizar la aplicación del riego de manera uniforme, sin la formación de estrías ni acumulaciones en superficie, garantizando la formula especificada.

En el extremo libre, donde no se realizará la ejecución de una franja contigua, la aplicación del material bituminoso sobrepasará en veinte (20) centímetros los bordes externos del área a tratar.

7.3.3.- Aplicación del riego de agregados

La extensión del agregado se debe realizar por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación definida en la Formula de Obra. Se debe evitar el contacto de las ruedas del equipo de extensión con la superficie regada (con emulsión) no protegida.

En el momento de su extensión, el agregado debe estar limpio y no debe tener una humedad excesiva. Si hubiera que extender agregado sobre una franja regada (con emulsión), sin que lo hubiera sido la adyacente, se debe dejar sin cubrir con agregado un área de unos veinte centímetros (20 cm) de ancho de la superficie previamente regada con emulsión asfáltica, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada, de manera de conseguir un solape al regar la franja adyacente.

Es recomendable que el distribuidor de árido no se encuentre a más de 50 m de distancia del regador de emulsión para evitar problemas de adherencia o escurrido de la emulsión.

La velocidad del distribuidor de piedra debe estar controlada para permitir que la piedra se adhiera al contacto y no ruede en el contacto con el pavimento.

7.3.4.- Compactación

Acto seguido de la distribución del agregado e inmediatamente de practicados los retoques necesarios, se comenzará, por su orden, con el aplanado mecánico y el rodillo neumático.

Se podrán emplear compactadores lisos para este proceso siempre que los mismos no produzcan rotura de los agregados.

La secuencia de compactación va a depender de la superficie a aplicar el TBSS, la misma se debe de ajustar en el tramo de prueba. Al margen de ello, como referencia, para bases (tanto granulares como estabilizadas) preferentemente se deben de realizar las primeras pasadas con rodillo liso limitando el número de pasadas a 2 (dos) y posteriormente finalizar el proceso con un compactador neumático.

Para TBSS sobre pavimentos existentes emplear preferentemente solo computadores neumáticos, comenzando el proceso de compactación desde el borde al centro de la calzada.

7.3.5.- Barrido

Una vez finalizada la compactación del agregado y transcurrido el plazo necesario para que la emulsión asfáltica alcance una cohesión adecuada para resistir la circulación normal de vehículos, se debe eliminar

mediante barrido mecánico todo exceso de agregado que haya quedado suelto o mal adherido. Preferentemente las cerdas de la barredora deben ser de plástico.

7.3.6.- Limpieza

El Contratista debe prestar especial atención en no afectar durante la realización de las obras la calzada existente o recién construida.

Para tal efecto, todo vehículo que se retire del sector de obra debe ser sometido a una limpieza de los neumáticos, de manera tal que no marque ni ensucie tanto la calzada como la demarcación existente.

En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra, dentro del área de obra o fuera de ella, el Contratista debe hacerse cargo de la limpieza de estas de modo de reestablecer las condiciones iniciales.

7.3.7.- Riego de niebla

Finalizada la etapa descrita en el Punto 8.3.6 se ejecutará un riego de niebla de acuerdo con los lineamientos establecidos en la Especificación Técnica del correspondiente ítem.

8.- TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de los TBSS, se debe ejecutar el Tramo de Prueba. El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en la Formula de Obra y el proceso de construcción necesarios para alcanzar la conformidad total de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares correspondiente.

El Contratista debe informar por escrito, adjuntos a la Formula de Obra final a emplear, los ajustes llevados a cabo. Los mismos deben ser aprobados por el Director de Obra previo al inicio de las obras.

El Tramo de Prueba debe realizarse con anticipación a la fecha de inicio de las obras prevista por el Plan de Trabajo del Contratista. Debe permitir efectuar la totalidad de los ensayos involucrados y los ajustes derivados del análisis de dichos resultados.

El Tramo de Prueba se debe realizar sobre una longitud no menor a la definida por el Director de Obra, nunca menor a la longitud correspondiente a cien metros lineales (100 m), por ancho de colocación del TBSS.

Durante la ejecución del tramo de prueba se debe de incluir la calibración y verificación de los equipos de distribución de emulsión y agregados.

Con el objetivo de determinar la conformidad con las condiciones y requisitos especificados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se deben realizar los

ensayos establecidos en ambos documentos para el Tramo de Prueba. El Director de Obra puede solicitar la ejecución de otros ensayos además de los indicados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los mencionados ensayos pueden ser in-situ o sobre muestras de materiales sin colocar. Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Director de Obra debe decidir:

- ❖ Si es aceptable o no la Formula de Obra. En el primer caso, se puede iniciar la ejecución del TBSS. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en el proceso de construcción), de modo de cumplimentar con las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba.
- ❖ Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista para llevar adelante los procesos constructivos y control de dichos procesos.

No se debe proceder a la ejecución del TBSS sin que el Director de Obra haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del Tramo de Prueba.

Los tramos de prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra del TBSS, como así también se verifiquen los requisitos de la unidad terminada definidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para el Tramo de Prueba, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO

Los TBSS no se podrán ejecutar durante los meses de junio, julio y las dos primeras semanas del mes de agosto.

Fuera de ese período de veda, no se permite la puesta en obra de los TBSS en las siguientes situaciones (salvo autorización expresa del Director de Obra):

- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a ocho grados Celsius ($< 8^{\circ}\text{C}$)
- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a diez grados Celsius ($< 10^{\circ}\text{C}$) y la velocidad del viento en superficie es mayor a 35 Km/h.
- ❖ Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Finalizado el proceso de compactación, previa autorización del Director de Obra, se puede habilitar la circulación del tránsito (limitando la velocidad de circulación a 40 km/h durante las primeras 24 horas) sobre la misma cuando se verifiquen lo siguientes aspectos:

- ❖ Se ha producido la rotura de la emulsión de manera definitiva.
- ❖ No existe riesgo de desprendimiento de agregados.
- ❖ Se ha efectuado el primer barrido liviano de la superficie

10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Generalidades

El Plan de Control de Calidad define el programa que debe cumplir el Contratista para el control de calidad de los materiales, del proceso constructivo y de la unidad terminada.

El Plan de Control de Calidad debe ser entregado por el Contratista y aprobado por el Director de obra, el mismo debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- ❖ Ensayos establecidos en el Punto 10. “Plan de Control de Calidad” del presente documento.
- ❖ Listado de equipos, instrumentos y elementos con los que cuenta el Laboratorio de Obra. Mínimamente debe de contar el laboratorio de obra con los equipos, elementos e instrumentos necesarios para realizar los ensayos cuya frecuencia es cada lote en el plan de control de calidad.
- ❖ Certificado de Calibración y Plan de Calibración y Verificación de los equipos, instrumentos y elementos del Laboratorio de Obra.
- ❖ Listado de personal afectado al laboratorio de obra y al cumplimiento del plan de control de calidad de la obra. Los recursos humanos destinados a las tareas antes mencionadas deben de permitir ejecutar el plan de control de calidad en tiempo y forma.

Con la información generada por la implementación del Plan de Control de Calidad se debe elaborar un informe para presentar al Director de obra. La frecuencia de presentación de este informe es determinada en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director de obra. Nunca esta frecuencia puede ser inferior a:

- ❖ Una presentación mensual.
- ❖ Cincuenta mil metros cuadrados (50.000 m²) de TBSS construidos.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Control de Calidad: ensayos sobre materiales, proceso constructivo y unidad terminada, de los diferentes lotes ejecutados en este período.

En todos los casos en que el Director de obra entregue al Contratista planillas modelos de cálculo y presentación de resultados de ensayos, las mismas son de uso obligatorio.

El Director de obra, o quién éste delegue, pueden supervisar la ejecución de los ensayos, por lo que el Contratista debe comunicar con suficiente anticipación su realización.

El presente Plan de Control de Calidad queda complementado con lo establecido en el Punto 11. “Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada”.

El Director de obra puede disponer el envío de una o más muestras de cualquier material involucrado en la obra (agregados, emulsión asfáltica, etc.) al sector responsable de calidad de la DNV con el objetivo de auditar periódicamente al laboratorio de control de calidad y/o Laboratorio de Obra del Contratista.

Para todos los casos en los cuales se verifique una diferencia en un parámetro determinado entre el laboratorio del Contratista y el laboratorio empleado por el Director de obra, considerando la misma muestra, el valor que se debe tomar como definitivo es el correspondiente al laboratorio empleado por el Director de obra. Si el Director de obra lo considera conveniente, se puede emplear la metodología de la Norma ASTM D3244 para establecer el valor definitivo a adoptar del parámetro considerado.

Para determinar el equipo de transporte sobre el cual efectuar el muestreo para el control de un lote de producción, se debe emplear el sistema de muestreo aleatorio descrito en la Norma ASTM D3665. El mismo método se debe utilizar para determinar los puntos sobre la calzada donde efectuar el control de un lote de obra.

En todos los casos, la metodología de muestreo debe ser la establecida por las normas de referencia o el aprobado por el Director de obra.

Para los casos donde no sea aplicable lo anterior, el Director de obra debe siempre aprobar la metodología de muestreo.

10.2.- Lotes

El control del proceso de ejecución del TBSS se organiza por lotes de obra (unidad terminada). A continuación, se definen y especifican los mencionados conceptos y alcances de estos.

10.2.1. Definición de lote de obra

Se considera como lote de obra en el camino a la fracción menor que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- ❖ Una longitud menor o igual a mil metros (≤ 1.000 m) lineales de construcción.
- ❖ Lo ejecutado en media jornada de trabajo o una jornada de trabajo (el Director de obra decidirá

el tamaño del lote de producción dependiendo del ritmo de la obra).

10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de los materiales.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados previa la ejecución del Tramo de Prueba.

Si cambia la procedencia de algún material, se debe realizar cada uno de los ensayos contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Se debe también realizar nuevamente el proceso de dosificación, con el objetivo de presentar la nueva Fórmula de Obra.

10.3.1.- Agregados

10.3.1.1.- Agregados gruesos

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados gruesos utilizada es la que se indica en la Tabla 18.

Parámetro	Método	Frecuencia
Elongación	IRAM 1687-2	Cada 600 T recibidas
Índice de lascas	IRAM 1687-1	Cada 600 T recibidas
Coefficiente de desgaste "Los Ángeles" ⁽¹⁾	IRAM 1532	Cada 600 T recibidas
Micro Deval ⁽¹⁾	ASTM D6928	Cada 600 T recibidas
Polvo adherido	IRAM 1883	Cada 300 T recibidas
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	En el momento del diseño
Coefficiente pulimento acelerado	ASTM D3319	En el momento del diseño
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Cada 100 T recibidas
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Cada 300 T recibidas
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	Cada 1200 T recibidas

Parámetro	Método	Frecuencia
Degradación en presencia de dimetil – sulfoxide ⁽²⁾	UY A 26	Cada 1200 T recibidas
Caras de fractura	IRAM 1851	Cada 300 T recibidas

Tabla 108. Plan de ensayos sobre el agregado grueso

⁽¹⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”, la frecuencia de ensayo es cada 400 T.

⁽²⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”

10.3.2.- Emulsiones asfálticas

10.3.2.1.- Emulsiones asfálticas convencionales

La frecuencia mínima de ensayos para emulsiones asfálticas convencionales (IRAM 6691) es la que se indica en la Tabla 19.

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del residuo sobre tamiz	IRAM 6717	Cada partida recibida
Obtención y determinación del residuo asfáltico	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación del contenido de agua	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de los hidrocarburos destilados	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de la penetración del residuo asfáltico	IRAM 6576	Cada 10 partidas recibidas
Resto de los parámetros contemplados en la norma	IRAM 6691	Cada 10 partidas recibidas

Tabla 19. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas convencionales

10.3.2.2.- Emulsiones asfálticas modificadas

La frecuencia mínima de ensayos para emulsiones asfálticas modificadas (IRAM 6698) es la que se indica en la Tabla 20.

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del residuo sobre tamiz	IRAM 6717	Cada partida recibida
Obtención y determinación del residuo asfáltico	IRAM 6694	Cada 5 partidas recibidas
Recuperación torsional del residuo asfáltico	IRAM 6830	Cada 5 partidas recibidas
Determinación del contenido de agua	IRAM 6694	Cada 5 partidas recibidas

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación de la penetración del residuo asfáltico	IRAM 6576	Cada 10 partidas recibidas
Resto de los parámetros contemplados en la norma	IRAM 6698	Cada 10 partidas recibidas

Tabla 20. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas modificadas

10.3.2.3.- Otro tipo de emulsiones asfálticas

En el caso que se utilice otro tipo de emulsión asfáltica, según el Punto 5.2.3. “Otro tipo de emulsión asfáltica”, se establece la frecuencia mínima de ensayos para la misma en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o en su defecto la determina el Director de Obra.

10.3.3. Aditivos u otros materiales

Los ensayos para realizar sobre los aditivos u otros materiales, así como también la frecuencia de estos, se establece en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o en su defecto la determinará el Director de Obra.

10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso constructivo de los TBSS

A continuación, en la Tabla 21, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad del proceso constructivo del TBSS.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados durante la ejecución del Tramo de Prueba. Al cambiar un insumo y/o alguno de los materiales componentes del TBSS, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

Parámetro	Método	Frecuencia
Dotación de ligante asfáltico residual	⁽¹⁾	Cada lote de obra
Dotación de agregados pétreos	⁽²⁾	Cada lote de obra
Granulometría de los agregados pétreos ⁽³⁾		Cada lote de obra

Tabla 11. Plan de ensayos para el control de ejecución de los TBSS.

⁽¹⁾ La metodología se detalla en el Punto 10.1.1. “Dotación del ligante asfáltico residual (lote de obra)”.

⁽²⁾ La metodología se detalla en el Punto 10.1.2. “Dotación de los agregados (lote de obra)”.

⁽³⁾ Se detalla el método de muestreo en el Punto 10.1.3. “Granulometría de los agregados (lote de obra)”.

10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la unidad terminada, la misma se resume en la Tabla 22.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados al finalizar la ejecución del Tramo de Prueba.

Parámetro	Método	Frecuencia
Macrotextura	IRAM 1850 ⁽¹⁾	Cada lote de obra

Tabla 12. Plan de ensayos sobre la unidad terminada

- ⁽¹⁾ Si el Director de Obra lo considera pertinente, podrá aprobar otra metodología de medición (ej.: mediante equipo de alto rendimiento), luego de evaluar la misma y su aceptable correlación con el ensayo de parche de arena.

10.6.- Archivo de la información

Es deber del Contratista documentar, gestionar y guardar la información y datos correspondientes a los lotes, mediciones, ensayos, resultados y cualquier otro dato o información que surgiere de la aplicación del Plan de Control de Calidad detallado en el presente documento.

Dicha información debe estar disponible para el Director de obra cuando éste lo solicite durante la ejecución de la obra y debe ser entregada al final de esta.

11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA

11.1.- Requisitos del proceso de construcción (lote de obra)

11.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual (lote de obra)

La dotación media del ligante asfáltico residual del lote de obra en estudio es la media del ligante asfáltico residual obtenida a partir de no menos de tres determinaciones.

La diferencia entre el mayor y el menor valor utilizados para el cálculo de la media, debe ser menor o igual a diez por ciento (10%).

Para la determinación de la dotación media del ligante asfáltico residual se deben disponer sobre la superficie a regar no menos de tres bandejas. Las mismas deben ser metálicas, de silicona, u otro material apropiado y aprobado por el Director de Obra. La ubicación de estas sobre la superficie a regar debe ser de manera aleatoria, según lo indicado en el Punto 10.1. "Generalidades".

En cada uno de estos elementos se debe determinar la dotación de ligante residual, en gr/m², mediante secado a estufa y pesaje.

La dotación media de ligante asfáltico residual del lote de obra en estudio debe ser superior a la indicada en la Formula de Obra aprobada y vigente.

11.1.2. Dotación de los agregados (lote de obra)

La dotación media de los agregados del lote de obra en estudio es la media de la dotación de agregados obtenida a partir de no menos de tres determinaciones.

La diferencia entre el mayor y el menor valor utilizados para el cálculo de la media, debe ser menor o igual a diez por ciento (10%).

Para la determinación de la dotación media de los agregados del lote en estudio se deben disponer sobre la superficie a regar no menos de tres bandejas. Las mismas deben ser metálicas, de silicona, u otro material apropiado y aprobado por el Director de Obra.

La ubicación de estas sobre la superficie a regar debe ser de manera aleatoria, según lo indicado en el Punto 10.1. “Generalidades”.

En cada uno de estos elementos se debe determinar la dotación de los agregados, en lt/m².

La dotación media de los agregados del lote de obra en estudio no debe diferir en +/- 10 % respecto del valor indicado en la Formula de Obra aprobada y vigente.

11.1.3. Granulometría de los agregados (lote de obra)

La determinación de la granulometría de los agregados del lote de obra en estudio se debe hacer sobre no menos de dos (2) muestras. Estas muestras se deben tomar a la salida del equipo que efectúa la distribución de los agregados pétreos.

Antes de la realización de la granulometría, las muestras deben secarse hasta peso constante. Se considera granulometría media de los agregados al promedio de las granulometrías obtenidas de los ensayos realizados sobre el lote de producción en estudio.

La granulometría de los agregados debe cumplir con las tolerancias admisibles, respecto a la granulometría de la Formula de Obra vigente, indicadas en la Tabla 23.

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría de los agregados, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la TBSS en el Punto 6.1. “Husos granulométricos”.

Apertura de tamices	Tolerancias
15,8 mm (5/8")	+/- 5 %
12,5 mm (1/2")	+/- 5 %
9,5 mm (3/8")	+/- 4 %
6,3 mm (1/4")	+/- 4 %
3,1 mm (1/8")	+/- 4 %
0.425 mm (N° 40)	+/- 3 %

Tabla 13. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente

11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)

11.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra)

La evaluación visual de la superficie de cada lote de obra, o de un área parcial del mismo, debe mostrar homogeneidad y no se debe observar ningún tipo de segregación, desprendimientos, exudación del ligante asfáltico o ningún otro defecto.

11.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra)

La superficie debe presentar un aspecto homogéneo y uniforme, libre de segregaciones de agregados y de exudaciones; los sectores que puntualmente presenten alguno de estos defectos deben ser corregidos por cuenta del Contratista.

Se debe realizar el control de la macrotextura de cada lote de obra ejecutado antes de que el lote en estudio alcance seis (6) meses de servicio.

El control de la macrotextura se debe realizar mediante el método del Círculo de Arena siguiendo la metodología establecida en la norma IRAM 1850.

Para la asignación del valor de macrotextura a cada lote de obra se deben realizar ocho (8) determinaciones.

El valor medio de estas determinaciones mencionadas anteriormente y su respectivo desvío estándar deben cumplimentar los requisitos establecidos en la Tabla 24.

Característica	Norma	Requisito	
		Gradación 1	Gradación 2
Macrotextura (Círculo de arena)	IRAM 1850	Promedio del lote > 0,70 mm	Promedio del lote > 0,50 mm
		Desvío estándar < 0,20 mm	Desvío estándar < 0,15 mm

Tabla 14. Requisito de macrotextura superficial inicial

12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada y del proceso constructivo del TBSS se aplican sobre los lotes definidos en el Punto 10.2. “Lotes”.

En todos los casos en que se rechace un lote de obra o zonas puntuales con problemas superficiales por segregaciones y/o exudaciones, todos los costos asociados a la remediación de la situación (fresado, tratamiento de los productos generados de la demolición, reposición de capa, etc.) están a cargo del Contratista.

12.1.- Proceso de construcción

12.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual (lote de obra)

La dotación de ligante asfáltico residual del lote de obra en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.1. “Dotación del ligante asfáltico residual (lote de obra)”.

Si la dotación media de ligante asfáltico residual del lote de obra no verifica el requisito del Punto 11.1.1 pero la diferencia es menor a diez por ciento (10 %) respecto de la Formula de Obra aprobada y vigente, se acepta el lote de obra, pero corresponde un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie de este.

Lo anteriormente expuesto es aplicable siempre que se verifique que el TBSS en estudio cumple con las restantes exigencias establecidas en el Punto 6.3. “Criterios para el proceso de diseño”. Si la dotación media de ligante asfáltico residual del lote de obra no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de obra.

En tal caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.1.2. Dotación de los agregados (lote de obra)

La dotación de los agregados del lote de obra en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.2. Formula de los agregados (lote de obra).

Si la dotación media de agregados del lote de obra no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos diez por ciento ($\pm 10.0 \%$) respecto de la Formula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos quince por ciento ($\pm 15.0 \%$), se acepta el lote de obra, pero corresponde un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie de este.

Lo anteriormente expuesto es aplicable siempre que se verifique que el TBSS en estudio cumple con las restantes exigencias establecidas en el Punto 6.3. “Criterios para el proceso de diseño”.

Si la dotación media de los agregados del lote de obra no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de obra. En tal caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.1.3. Granulometría de los agregados (lote de obra)

La aceptación del lote de obra por cuanto, a la granulometría de los agregados pétreos, se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.3. “Granulometría de los agregados (lote de obra)”.

Si la granulometría media de los agregados no cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el Punto 11.1.3. “Granulometría de los agregados (lote de obra)”, pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 25 se acepta el lote de obra con un descuento por penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie de este.

Apertura de tamices	Tolerancias
15,8 mm (5/8")	+/- 8 %
12,5 mm (1/2")	+/- 8 %
9,5 mm (3/8")	+/- 7 %
6,3 mm (1/4")	+/- 7 %
3,1 mm (1/8")	+/- 7 %
0.425 mm (N° 40)	+/- 6 %

Tabla 15. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la combinación de agregados en el Punto 6.1. “Husos granulométricos”.

Lo anteriormente expuesto es aplicable siempre que se verifique que la TBS cumple en su totalidad con las exigencias establecidas en el Punto 6.3. “Criterios para el proceso de diseño”.

Si la granulometría media de los agregados del lote en estudio no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de obra en estudio, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.2.- Unidad terminada

12.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra)

La evaluación visual debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.1. “Aspectos superficiales (lote de obra)”. Si la evaluación visual no verifica lo expuesto anteriormente, en todo el lote de obra o en un área parcial del mismo, se rechaza el lote de obra o el área parcial considerada.

En este caso, excepto indicación contraria del Director de Obra, debe el Contratista proceder a la demolición mediante fresado y a la reposición de la capa rechazada.

12.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra)

En referencia a la macrotextura superficial, el valor medio y el desvío estándar de la macrotextura del lote de obra en estudio debe verificar los requisitos establecidos en el Punto 11.2.2 “Macrotextura superficial (lote de obra)” de la presente especificación.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio resulta mayor al ochenta por ciento ($> 80 \%$) del mínimo especificado y el desvío estándar es menor al especificado, para el caso en estudio, se acepta el lote con un descuento del cinco por ciento (5%) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio resulta superior al mínimo especificado y el desvío estándar mayor al límite especificado pero menor a tres décimas de milímetro ($< 0,3 \text{ mm}$), para el tipo de mezcla asfáltica en cuestión, se aplica un descuento del cinco por ciento (5%) sobre el lote de obra en estudio.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio es inferior al ochenta por ciento ($< 80 \%$) del mínimo especificado o el desvío estándar es igual o superior al valor máximo especificado para el tipo de mezcla asfáltica en cuestión, se rechaza el lote de obra en estudio.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponer la capa; o, previa autorización del Director de obra, colocar otra capa similar sobre la rechazada, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras.

Esto es posible si la capa colocada cumple con el resto de los requisitos establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

13.- MEDICIÓN

La ejecución de los TBSS considerados en el presente documento se mide en metros cuadrados (m²) ejecutados.

Los valores surgen del producto entre la longitud de la capa ejecutada, por el ancho establecido para la misma en el proyecto.

Al área resultante se le debe aplicar, si los hubiese, los descuentos por penalidades y bonos adicionales; estos son acumulativos.

La cantidad de emulsión aplicada (en toneladas) en un lote de obra se calculará multiplicando la dotación de obra aprobada de ligante asfáltico residual por la superficie del lote; posteriormente, a partir de este valor y el contenido mínimo de asfalto especificado para el tipo de emulsión asfáltica empleada, se procederá a calcular la cantidad total de emulsión asfáltica aplicada en el riego de material bituminoso del lote de obra en consideración.

Las cantidades de agregado utilizadas (en toneladas) para la construcción de cada lote de obra se calculará multiplicando la dotación de obra aprobada de agregado pétreo (en l/m²) por la superficie del lote; posteriormente, a partir de este valor y el PUV (peso por unidad de volumen) del agregado pétreo empleado, se procederá a calcular la cantidad total de agregado pétreo (en toneladas) utilizado en el riego de agregado del lote de obra en consideración.

14.- FORMA DE PAGO

El transporte, dosificación, distribución y compactación del TBSS se paga por metro cuadrado de superficie terminada, medida en la forma establecida en el Punto 13. "Medición", a los precios unitarios de contrato para los ítems respectivos.

Estos precios son compensación total por las siguientes tareas:

- ❖ Barrido y soplado de la superficie a recubrir.
- ❖ Los procesos involucrados en la distribución y compactación del TBSS.
- ❖ La provisión del equipamiento necesario para la ejecución del ítem.
- ❖ Las posibles correcciones de los defectos constructivos.
- ❖ La señalización y conservación de los desvíos durante la ejecución de los trabajos.
- ❖ Todo otro trabajo, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución y conservación del ítem según lo especificado.
- ❖ No se abonan sobreanchos respecto de los establecidos en el proyecto ni aumentos de las

dotaciones respecto de la fórmula de obra adoptada y aprobada por el Director de obra oportunamente.

De dicho precio se excluyen solamente los gastos originados en la adquisición, carga, transporte, descarga y almacenamiento de la emulsión asfáltica y del agregado pétreo, que se pagarán por separado, en la forma establecida en la presente sección.

Las cantidades de emulsión bituminosa y de agregado pétreo a liquidar se medirán en la forma especificada en el Punto 13 de esta especificación técnica.

En ningún caso, las cantidades de emulsión asfáltica o agregado pétreo certificadas por el Director de Obra será superior a las cantidades facturadas al Contratista por sus proveedores de los mencionados insumos.

15.- CONSERVACIÓN

La conservación de los TBSS contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de estos en perfectas condiciones y la reparación inmediata de cualquier falla que se produjese hasta la Recepción Definitiva de la Obra o durante el período que indique el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los deterioros que se produzcan deben ser reparados por cuenta del Contratista, repitiendo, si fuera necesario al sólo juicio del Director de obra, las operaciones íntegras del proceso constructivo. Ante la ocurrencia de un deterioro de una superficie ejecutada de TBSS el Contratista debe efectuar la reconstrucción de esa parte, sin derecho o pago de ninguna naturaleza. Esto es así aun cuando la calzada haya sido librada al tránsito público en forma total o parcial.

La reconstrucción de las partes arriba mencionadas se debe realizar de acuerdo con lo indicado en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales, con los materiales establecidos en el mismo y en el correspondiente Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

ÍNDICE

Sección 5B – Tratamientos bituminosos superficiales dobles (TBSD)

ÍNDICE DE TABLAS.....	5
1.- DESCRIPCIÓN	6
2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN	6
3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA	6
3.1.- Definición y nomenclatura para los tratamientos bituminosos superficiales dobles TBSD	6
4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN	7
5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES	8
5.1.- Agregados pétreos.....	8
5.1.1.- Características generales	8
5.1.2.- Agregado grueso	9
5.1.2.1.- Definición de agregado grueso.....	9
5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso.....	9
5.2.- Emulsiones asfálticas.....	12
5.2.1.- Emulsiones asfálticas convencionales.....	12
5.2.2.- Emulsiones asfálticas modificadas.....	12
5.2.3.- Otros tipos de emulsiones asfálticas.....	12
5.2.4.- Características generales.....	12
5.3.- Aditivos u otros materiales	13
6.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO	13
6.1.- Husos granulométricos	13
6.2.- Formula de insumos.....	14

6.3.- Criterios para el proceso de diseño	15
6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra.....	15
7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	16
7.1.- Consideraciones generales.....	16
7.2.- Equipos de obra.....	16
7.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica.....	16
7.2.2. Equipos para la aplicación de la emulsión asfáltica	17
7.2.3. Equipos de distribución de los agregados.....	18
7.2.4. Equipos de compactación.....	18
7.2.5. Equipos de barrido.....	19
7.3.- Ejecución de las obras	19
7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo.....	19
7.3.2.- Aplicación de la primera capa del TBSD.....	19
7.3.2.1- Aplicación del primer riego de emulsión asfáltica.....	19
7.3.2.2.- Aplicación del primer riego de agregados.....	20
7.3.2.3.- Compactación de la primera capa del TBSD.....	20
7.3.2.4.- Barrido	20
7.3.3.- Aplicación de la segunda capa del TBSD	21
7.3.3.1.- Aplicación del segundo riego de emulsión asfáltica.....	21
7.3.3.2.- Aplicación del segundo riego de agregados.....	21
7.3.3.3.- Compactación de la segunda capa del TBSD.....	21
7.3.3.4.- Barrido.....	22
7.3.4.- Limpieza.....	22
8.- TRAMO DE PRUEBA.....	22
9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO	23
10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....	24
10.1.- Generalidades.....	24
10.2.- Lotes.....	26
10.2.1. Definición de lote de obra.....	26

10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales.....	26
10.3.1.- Agregados.....	26
10.3.1.1.- Agregados gruesos.....	26
10.3.2.- Emulsiones asfálticas.....	27
10.3.2.1.- Emulsiones asfálticas convencionales.....	27
10.3.2.2.- Emulsiones asfálticas modificadas.....	28
10.3.2.3.- Otro tipo de emulsiones asfálticas.....	28
10.3.3. Aditivos u otros materiales.....	28
10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso constructivo de los TBSD.....	28
10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	29
10.6.- Archivo de la información.....	29
11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA.....	29
11.1.- Requisitos del proceso de construcción (lote de obra).....	29
11.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual de cada capa (lote de obra).....	29
11.1.2.- Dotación de los agregados pétreos de cada capa (lote de obra).....	30
11.1.3.- Granulometría de los agregados de cada capa (lote de obra).....	30
11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra).....	31
11.2.1.- Aspectos superficiales (lote de obra).....	31
11.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra).....	31
12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO.....	32
12.1.- Proceso de construcción.....	32
12.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual de cada capa (lote de obra).....	32
12.1.2.- Dotación de los agregados de cada capa (lote de obra).....	33
12.1.3.- Granulometría de los agregados de cada capa (lote de obra).....	33
12.2.- Unidad terminada.....	34
12.2.1.- Aspectos superficiales (lote de obra).....	34
12.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra).....	34
13.- MEDICIÓN.....	35

14.- FORMA DE PAGO	35
15.- CONSERVACIÓN	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación.....	6
Tabla 2. Sistema de designación de los TBSD.....	7
Tabla 3. Índice de prestación.....	7
Tabla 4. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados.....	9
Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos.....	11
Tabla 6. Requisitos de los agregados provenientes de gravas.....	11
Tabla 7. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos”.....	12
Tabla 9. Requisitos para el aprovisionamiento de emulsiones asfálticas.....	13
Tabla 10. Husos granulométricos del esqueleto granular de los TBSD.....	14
Tabla 11. Límites para dotaciones de TBSD.....	14
Tabla 12. Criterios de diseño para la obtención de la fórmula de obra de los TBSD.....	15
Tabla 13. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra.....	16
Tabla 14. Requisitos que deben cumplir los elementos de almacenamiento de emulsiones asfálticas.....	17
Tabla 15. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de emulsiones asfálticas.....	18
Tabla 16. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de los agregados.....	18
Tabla 17. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de los TBSD.....	18
Tabla 18. Requisitos que deben cumplir los equipos de barrido de los TBSD.....	19
Tabla 19. Plan de ensayos sobre el agregado grueso.....	27
Tabla 20. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas convencionales.....	27
Tabla 21. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas modificadas.....	28
Tabla 22. Plan de ensayos para el control de ejecución de los TBSD.....	29
Tabla 23. Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	29
Tabla 24. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente.....	31
Tabla 25. Requisito de macrotextura superficial inicial.....	32
Tabla 26. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente.....	33

1.- DESCRIPCIÓN

Esta sección refiere a los requisitos que deben verificar los tratamientos bituminosos superficiales dobles (TBSD) empleados en la construcción de capas superficiales de rodamiento; en lo vinculado a las características de los insumos constitutivos de las mismas y los procesos de diseño y construcción.

2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN

Las Normas técnicas de aplicación en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales son las que se resumen en la Tabla 1.

UNIT	Instituto Uruguayo de Normas Técnicas
IRAM	Normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Argentina
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA.
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA.
EN	Normas Comunidad Europea

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación

Para todos los casos en los cuales se utilicen las Normas mencionadas en el presente documento, salvo indicación contraria en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se debe utilizar la última versión vigente.

3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA

3.1.- Definición y nomenclatura para los tratamientos bituminosos superficiales dobles TBSD

Este ítem consiste en dos aplicaciones de material bituminoso sobre una base o pavimento, debidamente preparado, seguidos de sendas distribuciones de agregados de tamaño grueso y mediano respectivamente, con miras a la obtención de una delgada capa de rodadura que otorga una mejora en la impermeabilidad y en las características superficiales.

Las diferentes tipologías de tratamientos bituminosos superficiales dobles contempladas en el presente documento se diferencian entre sí esencialmente por la gradación de agregado pétreo empleado en cada capa como así también por el tipo de material bituminoso utilizado.

A continuación, se resume el sistema de designación para los tratamientos bituminosos superficiales dobles que se utiliza a lo largo de la presente especificación, de manera de individualizar los diferentes tipos de tratamientos alcanzados en esta sección.

TBSD	G _A	G _B	CRR-X/CRRm-Y
------	----------------	----------------	--------------

Tabla 2. Sistema de designación de los TBSD

Donde:

TBSD: Sigla que indica que se trata de un “Tratamiento Bituminoso Superficial Doble”.

G_A: Indica el tipo de gradación granulométrica del agregado pétreo empleado en la primera capa, pudiendo G_A tomar los siguientes valores:

G₁. Gradación 1

G₂. Gradación 2

G₃. Gradación 3

G_B: Indica el tipo de gradación granulométrica del agregado pétreo empleado en la segunda capa, pudiendo G_B tomar los siguientes valores:

G₂. Gradación 3

G₃. Gradación 4

CRR: Indicación correspondiente a las emulsiones asfálticas convencionales de rotura rápida, de acuerdo con la norma IRAM 6691.

X: Indicación que refiere a si la emulsión tipo CRR es del tipo CRR-1 o CRR-2 de la normativa IRAM 6691.

CRRm: Indicación correspondiente a las emulsiones asfálticas modificadas de rotura rápida, de acuerdo con la norma IRAM 6698.

Y: Indicación que refiere a si la emulsión tipo CRRm es del tipo CRR-1m o CRR-2m de la normativa IRAM 6698.

4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN

Los requisitos de los materiales componentes de los tratamientos superficiales se encuentran diferenciados en la presente especificación técnica de acuerdo con el índice de prestación adoptado para cada proyecto.

El índice de prestación debe ser indicado en la especificación técnica particular, si así no ocurriese se debe de adoptar el índice de prestación P1.

A continuación, se resumen en la Tabla 3, los dos (2) índices de prestación considerados en el presente documento.

Índice de prestación (IP)	P1	P2
---------------------------	----	----

Tabla 3. Índice de prestación

5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES

5.1.- Agregados pétreos

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a emplear agregados cuya naturaleza, procedencia o estado fisicoquímico así lo requieran.

En caso de emplearse materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, debe hacerse un estudio que demuestre la aptitud de este para ser empleado, que debe ser aprobado por el Director de obra.

5.1.1.- Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los agregados para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la Tabla 4.

Característica	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los agregados deben ser de origen natural, y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los agregados deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de estos. ❖ Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración fisicoquímica. ❖ Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.
Acopios	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los agregados se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado hasta su empleo. ❖ Cada fracción del agregado se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer preferiblemente sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con suelo. Si se dispusieran sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores. ❖ Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a tres metros (3 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores al dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje. ❖ Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los agregados, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su

	<p>aceptabilidad. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un agregado, lo cual obliga al estudio de una nueva Fórmula de Obra.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de obra, debe fijar el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no debe ser inferior al correspondiente a quince (15) días de trabajo para el nivel de producción prevista. ❖ Los acopios deben estar limpios, exentos de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad de la mezcla o capa con ellos eventualmente ejecutada.
--	--

Tabla 4. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados

5.1.2.- Agregado grueso

5.1.2.1.- Definición de agregado grueso

Bajo la denominación de “Agregado grueso”, se agruparán todos los agregados de origen mineral que queden retenidos en el tamiz N°4 (4,75 mm).

5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso

Los requisitos que deben de cumplir los agregados gruesos dependen del índice de prestación adoptado para el proyecto en consideración. Los mismos se establecen en la Tabla 5 y en la Tabla 6.

El agregado grueso será por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Tabla 5 y en la Tabla 6.

Ensayo	Norma	Exigencia	
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.	
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 25	≤ 30
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” ⁽¹⁾	IRAM 1532	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 30	≤ 35

Ensayo	Norma	Exigencia	
Micro Deval ⁽¹⁾	ASTM D6928	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 17	≤ 17
Polvo adherido ⁽²⁾	IRAM 1883	≤ 0,5	
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria	
Coefficiente pulimento acelerado	ASTM D3319	Determinación obligatoria	
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.	
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Determinación obligatoria	
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	≤ 12	
Caras de fractura	IRAM 1851	Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura ⁽¹⁾	
		Clasificación por prestación	
		P1	P2
		> 90	≥ 85
⁽¹⁾ Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener una o más caras de fractura.			

Ensayo	Norma	Exigencia		
Adherencia	UNE-EN 12272-3	Índice de prestación	Porcentaje de áridos no desprendido en el ensayo de placa	
			Vía húmeda	Vía seca
		P1	>90	>80
		P2	>85	>75

Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos

- (1) Para agregados tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la Tabla 7.
- (2) De no cumplirse el requisito el Director de obra podrá exigir que se proceda al lavado u otro método propuesto por la contratista que permita la verificación de este.

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de gravas, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla 6. Asimismo, se pueden definir exigencias extras en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Ensayo	Norma	Exigencia	
Relación de tamaño de la partícula a triturar	---	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≥ 3 ⁽¹⁾	≥ 3 ⁽¹⁾
		⁽¹⁾ Tamaño mínimo de la partícula a triturar respecto a la partícula resultante de mayor tamaño.	

Tabla 6. Requisitos de los agregados provenientes de gravas

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de “Tipo Basálticos”, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla 7.

Ensayo	Norma	Exigencia	
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 20	≤ 25

Micro Deval	ASTM D6928	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 17	≤ 17
Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide	UY A 26	$\leq 60\%$	

Tabla 7. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos”

5.2. Emulsiones asfálticas

5.2.1. Emulsiones asfálticas convencionales

La emulsión asfáltica para emplear se debe encuadrar dentro del tipo CRR 1 o tipo CRR 2 de la norma IRAM 6691. El tipo de emulsión asfáltica se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.2. Emulsiones asfálticas modificadas

La emulsión asfáltica para emplear se debe encuadrar dentro del tipo CRR 1m o tipo CRR 2m de la norma IRAM 6698. El tipo de emulsión asfáltica se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.3. Otros tipos de emulsiones asfálticas

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede establecer el uso de una emulsión asfáltica que no se encuadre dentro del Punto 5.2.1. Emulsiones asfálticas convencionales o el Punto 5.2.2. Emulsiones asfálticas modificadas, dependiendo de las condiciones de proyecto.

En este caso, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares debe establecer las características y exigencias a solicitar para la emulsión asfáltica. Los TBSD elaborados con estas emulsiones deben cumplimentar el resto de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

5.2.4. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir las emulsiones asfálticas para el aprovisionamiento son los que se establecen en la Tabla 8.

Característica	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Las emulsiones asfálticas deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de estas. ❖ Deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica.

Tabla 8. Requisitos para el aprovisionamiento de emulsiones asfálticas

5.3.- Aditivos u otros materiales

En el caso de incorporación de aditivos u otros materiales, con el objeto de alcanzar una mejora de alguna característica del TBSD o del proceso productivo, se debe verificar que, además de dotar de las propiedades adicionales que se pretende, cumple todos los requisitos establecidos en el presente documento.

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Contratista, puede proponer el uso de él o los aditivos u otros materiales que pueden utilizarse, estableciendo los requisitos que tienen que cumplir como así también los métodos de incorporación, dosificación y dispersión homogénea.

Previo al empleo de estos en la ejecución del TBSD, el Director de Obra debe aprobar la propuesta presentada. Los aditivos deben ser conservados en sus envases originales herméticamente cerrados.

El acopio se debe realizar al reparo del sol y de las bajas temperaturas, y preferiblemente bajo techo, separando e identificando cada marca, tipo, fecha de recepción y fecha de vencimiento.

6.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

6.1.- Husos granulométricos

La granulometría de la fracción utilizada o de la combinación de diferentes fracciones de agregados pétreos, para cada uno de los riegos de agregados pétreos, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en las Tabla 9.

Apertura de tamices	Porcentaje en peso que pasa			
	Gradación 1	Gradación 2	Gradación 3	Gradación 4
25,4 mm (1")	100	...	...	...
19 mm (3/4")	85 - 100	100	...	...
12,5 mm (1/2")	5 - 30	85 - 100	100	...
9,5 mm (3/8")	0 - 5	5 - 30	85 - 100	100
6,3 mm (1/4")	...	0 - 5	5 - 30	95 - 100
4,75 mm (N° 4)	...	...	0 - 5	...
2,36 mm (N° 8)	...	...	...	0 - 15

Tabla 9. Husos granulométricos del esqueleto granular de los TBSD

6.2.- Formula de insumos

La dotación de los TBSD debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en la Tabla 10, según el tipo de esqueleto granular (gradación) considerado.

Alternativa	Tipo de gradación	Capa	Dotación de agregado [l/m ²]		Dotación de ligante asfáltico ⁽²⁾ [kg/m ²]	
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1 ⁽¹⁾	Gradación 1	Inferior	11	13	0,7	1,0
	Gradación 4	Superior	4	7	0,8	1,2
2	Gradación 1	Inferior	11	13	0,7	1,0
	Gradación 3	Superior	7	10	0,8	1,0
3	Gradación 2	Inferior	8	11	0,6	0,8
	Gradación 4	Superior	4	7	0,8	1,2
4	Gradación 2	Inferior	8	11	0,6	0,8
	Gradación 3	Superior	7	10	0,8	1,0
5	Gradación 3	Inferior	6	9	0,5	0,7
	Gradación 4	Superior	4	7	0,8	1,2

Tabla 10. Límites para dotaciones de TBSD

- ⁽¹⁾ Recomendable solo cuando se pretenda lograr altos valores de macrotextura a expensas de aumento de sonoridad.
- ⁽²⁾ Las dotaciones de ligante asfáltico establecidas en la Tabla 11 podrán corregirse de acuerdo con la experiencia en obras similares y la consideración de factores tales como tipo de superficie sobre la que se aplique el tratamiento superficial (base granular o pavimento), estado de la superficie de apoyo si es un pavimento existente, clima de la zona en la cual se emplazará la obra, volumen y tipo de tránsito.

6.3.- Criterios para el proceso de diseño

El tipo de emulsión asfáltica, dotación, gradación del esqueleto granular e Índice de prestación a emplear en el tratamiento bituminoso superficial doble en consideración, se definen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y/o en el Proyecto Ejecutivo.

Los criterios para considerar en el proceso de diseño en laboratorio del TBSD, para la obtención de la Formula de Obra de cada capa del TBSD, se resumen en la Tabla 11.

Índice de prestación	Metodología de diseño a emplear
P1	Método de McLeod
P2	Para dotación agregados método directo y regla del décimo para dotación de ligante asfáltico

Tabla 11. Criterios de diseño para la obtención de la fórmula de obra de los TBSD.

6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra

La ejecución regular del TBSD no se debe iniciar hasta que el Director de Obra haya aprobado la correspondiente Formula de Obra presentada por el Contratista.

Para la aprobación de la Formula de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente. La fórmula aprobada debe emplearse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características y el origen de los materiales que la componen.

Toda vez que cambie alguno de los materiales que integran el TBSD o se excedan sus tolerancias de calidad, la Formula de Obra debe ser reformulada y sometida a consideración del Director de Obra para su nueva aprobación, siguiendo los lineamientos del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Por lo tanto, debe excluirse el concepto de “Formula de Obra única e inamovible”.

Los informes de presentación de la Formula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la Tabla 12.

Parámetro	Información que debe ser consignada
Agregados	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, granulometrías de la o las fracciones de los agregados involucrados y dotación de cada capa o riego. ❖ Granulometría de los agregados o de la combinación de las fracciones adoptadas en el caso de empelar más de una fracción y la dotación a utilizar en cada capa (indicada en l/m²) ❖ Ensayos realizados sobre el agregado grueso, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 5, Tabla 6 (si corresponde) y Tabla 7 (si corresponde). ❖ Ensayos realizados sobre el agregado fino, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 8.
Emulsión asfáltica y aditivos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, hoja técnica del producto, hoja de seguridad y dotación (expresada en kg de residuo asfáltico por m²) de cada riego. ❖ Cuando se empleen aditivos, debe indicarse su denominación, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa de agregado.
Tiempo de corte y habilitación al tránsito	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe indicarse el tiempo aproximado de habilitación al tránsito
Parámetros de diseño	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre la Formula de Obra del TBSD, como mínimo las contempladas en la Tabla 11.
Informe de presentación de la Fórmula de Obra	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Según el Formato Tipo vigente de la Dirección Nacional de Vialidad.

Tabla 12. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra

7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.1.- Consideraciones generales

No se puede utilizar en la ejecución regular de un TBSD ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el Tramo de Prueba y aprobado por el Director de Obra.

7.2.- Equipos de obra

7.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica

Las emulsiones asfálticas se deben almacenar en tanques que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 13.

Característica	Requisitos
Tanques de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica deben ser, preferiblemente, cilíndricos y verticales y estar térmicamente aislados del medio ambiente. ❖ El tanque de almacenamiento debe tener un sistema que permita mantener la temperatura de almacenamiento de la emulsión asfáltica dentro del entorno indicado por el proveedor de la emulsión asfáltica. ❖ Para evitar la rotura de la capa de la emulsión en contacto con el aire y la formación de espuma, el caño de alimentación debe llegar hasta el fondo del tanque. ❖ Es recomendable que los tanques se encuentren dotados de un sistema de agitación de bajas revoluciones. ❖ El sistema de bombeo empleado debe ser tal que no ingresen aire a la emulsión asfáltica. ❖ En el caso de emulsiones que vayan a estar almacenadas períodos mayores a siete días (>7 días), es preciso asegurar su homogeneidad previa a su empleo. ❖ Se deben de evitar los ciclos de calentamiento y enfriamiento de la emulsión asfáltica.

Tabla 13. Requisitos que deben cumplir los elementos de almacenamiento de emulsiones asfálticas

7.2.2. Equipos para la aplicación de la emulsión asfáltica

La emulsión asfáltica se debe distribuir con equipos que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 14.

Característica	Requisitos
Distribución de la emulsión asfáltica	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de distribución del riego debe tener un sistema que regule la formula en función de la velocidad de avance y de las revoluciones de la bomba, de manera de obtener un riego uniforme sobre la superficie, cumpliendo con la formula definida en la correspondiente Formula de Obra. ❖ El equipo para la distribución de la emulsión asfáltica debe ir montado sobre neumáticos. ❖ El mismo debe ser capaz de mantener la emulsión dentro del rango de temperatura prescrita, así como también aplicar la dotación de emulsión asfáltica definida en la correspondiente Formula de Obra. ❖ La bomba debe generar una presión suficiente en la barra de distribución, de manera que los picos rieguen de forma pareja. ❖ Se debe de efectuar la calibración de la dotación de riego de adherencia

	adoptada previamente a la aplicación regular del riego de adherencia.
--	---

Tabla 14. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de emulsiones asfálticas.

7.2.3. Equipos de distribución de los agregados

Los agregados se deben distribuir con equipos que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 15.

Característica	Requisitos
Distribución de agregados	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de distribución del agregado debe tener un sistema que regule la dotación en función de la velocidad de avance, de manera de obtener una cobertura uniforme sobre la superficie, cumpliendo con la dotación definida en la correspondiente Dotación de Obra. ❖ Para la extensión del agregado se deben utilizar distribuidoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas.

Tabla 15. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de los agregados

7.2.4. Equipos de compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 16.

Característica	Requisitos
Equipos de compactación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Número y tipo de equipo: El número y las características de los equipos de compactación deben ser acordes a la superficie y al nivel de producción (ritmo de trabajo). ❖ Los compactadores neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras. ❖ Los compactadores de llantas metálicas deben tener un sistema tal que permita mantener siempre limpia y húmeda la superficie del cilindro, sin exceso de agua. Asimismo, no presentarán surcos ni irregularidades en las superficies cilíndricas. ❖ Los compactadores deben poder invertir la marcha mediante una acción suave; también deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimientos. ❖ El peso mínimo del equipo debe ser de ocho toneladas (8 t).

Tabla 16. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de los TBSD

7.2.5. Equipos de barrido

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 17.

Característica	Requisitos
Equipos de barrido	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Número y tipo de equipo: El número y las características de los equipos de barrido debe ser acordes a la superficie y al nivel de producción (ritmo de trabajo). ❖ Los equipos de barrido deben ser barredoras mecánicas de cepillo. ❖ Es deseable que las mismas cuenten con dispositivos de aspiración.

Tabla 17. Requisitos que deben cumplir los equipos de barrido de los TBSD

7.3.- Ejecución de las obras

7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo

Previo ejecución del TBSD, la superficie de apoyo se debe encontrar aprobada por el Director de Obra, de acuerdo con el cumplimiento de las exigencias establecidas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de la misma.

Previo a la colocación del TBSD, se debe ejecutar una limpieza de la superficie mediante un equipo barredora y/o equipo de aire a presión. La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros. Asimismo, debe estar libre de manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.

Si la superficie de apoyo consiste en una base granular, se debe ejecutar un riego de imprimación. Las banquetas y/o trochas aledañas se deben mantener durante los trabajos en condiciones tales que eviten la contaminación de la superficie.

7.3.2.- Aplicación de la primera capa del TBSD

7.3.2.1- Aplicación del primer riego de emulsión asfáltica

Cuando la superficie a regar se encuentre en las condiciones fijadas en el Punto 7.3.1. "Preparación de la superficie de apoyo", se debe aplicar el primer riego de emulsión asfáltica, con la dotación y la temperatura definida en la Formula de Obra. La distribución del riego se debe efectuar de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo.

Se debe procurar lograr una ligera superposición del orden de los 10 cm del riego en la unión de dos franjas de regado, haciendo coincidir la junta longitudinal con el eje de la calzada. Se debe garantizar la aplicación del riego de manera uniforme, sin la formación de estrías ni acumulaciones en superficie, garantizando la formula especificada.

En el extremo libre, donde no se realizará la ejecución de una franja contigua, la aplicación del material bituminoso sobrepasará en veinte (20) centímetros los bordes externos del área a tratar.

7.3.2.2.- Aplicación del primer riego de agregados

La extensión del primer riego de agregado se debe realizar por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación definida en la Formula de Obra. Se debe evitar el contacto de las ruedas del equipo de extensión con la superficie regada (con emulsión) no protegida.

En el momento de su extensión, el agregado debe estar limpio y no debe tener una humedad excesiva. Si hubiera que extender agregado sobre una franja regada (con emulsión), sin que lo hubiera sido la adyacente, se debe dejar sin cubrir con agregado un área de unos veinte centímetros (20 cm) de ancho de la superficie previamente regada con emulsión asfáltica, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada, de manera de conseguir un solape al regar la franja adyacente.

Es recomendable que el distribuidor de árido no se encuentre a más de 50 m de distancia del regador de emulsión para evitar problemas de adherencia o escurrido de la emulsión.

La velocidad del distribuidor de piedra debe estar controlada para permitir que la piedra se adhiera al contacto y no ruede en el contacto con el pavimento.

7.3.2.3.- Compactación de la primera capa del TBSD

Acto seguido de la distribución del agregado e inmediatamente de practicados los retoques necesarios, se comenzará, por su orden, con el aplanado mecánico y el rodillo neumático.

Se podrán emplear compactadores lisos para este proceso siempre que los mismos no produzcan rotura de los agregados.

La secuencia de compactación va a depender de la superficie a aplicar el TBSD, la misma se debe de ajustar en el tramo de prueba. Al margen de ello, como referencia, para bases (tanto granulares como estabilizadas) preferentemente se deben de realizar las primeras pasadas con rodillo liso limitando el número de pasadas a 2 (dos) y posteriormente finalizar el proceso con un compactador neumático.

Para TBSD sobre pavimentos existentes emplear preferentemente solo computadores neumáticos, comenzando el proceso de compactación desde el borde al centro de la calzada.

7.3.2.4.- Barrido

Una vez finalizada la compactación del agregado y transcurrido el plazo necesario para que la emulsión asfáltica alcance una cohesión adecuada, se debe eliminar mediante barrido mecánico todo exceso de agregado que haya quedado suelto o mal adherido. Preferentemente las cerdas de la barredora deben ser de plástico.

7.3.3.- Aplicación de la segunda capa del TBSD

7.3.3.1.- Aplicación del segundo riego de emulsión asfáltica

Cuando la superficie de la primera capa del TBSD haya sido barrida de acuerdo con el Punto 7.3.2.4, se debe aplicar el segundo riego de emulsión asfáltica, con la dotación y la temperatura definida en la Formula de Obra. La distribución del riego se debe efectuar de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo.

Se debe procurar lograr una ligera superposición del orden de los 10 cm del riego en la unión de dos franjas de regado, respetando un desfasaje de 15 cm respecto de la junta longitudinal correspondiente a la primera capa. Se debe garantizar la aplicación del riego de manera uniforme, sin la formación de estrías ni acumulaciones en superficie, garantizando la formula especificada.

En el extremo libre, donde no se realizará la ejecución de una franja contigua, la aplicación del material bituminoso sobrepasará en veinte (20) centímetros los bordes externos del área a tratar.

7.3.3.2.- Aplicación del segundo riego de agregados

La extensión del segundo riego de agregado se debe realizar por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación definida en la Formula de Obra. Se debe evitar el contacto de las ruedas del equipo de extensión con la superficie regada (con emulsión) no protegida.

En el momento de su extensión, el agregado debe estar limpio y no debe tener una humedad excesiva. Si hubiera que extender agregado sobre una franja regada (con emulsión), sin que lo hubiera sido la adyacente, se debe dejar sin cubrir con agregado un área de unos veinte centímetros (20 cm) de ancho de la superficie previamente regada con emulsión asfáltica, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada, de manera de conseguir un solape al regar la franja adyacente.

Es recomendable que el distribuidor de árido no se encuentre a más de 50 m de distancia del regador de emulsión para evitar problemas de adherencia o escurrido de la emulsión.

La velocidad del distribuidor de piedra debe estar controlada para permitir que la piedra se adhiera al contacto y no ruede en el contacto con el pavimento.

7.3.3.3.- Compactación de la segunda capa del TBSD

Acto seguido a la distribución del segundo riego de agregados e inmediatamente de practicados los retoques necesarios, se comenzará, por su orden, con el aplanado mecánico y el rodillo neumático.

Se podrán emplear compactadores lisos para este proceso siempre que los mismos no produzcan rotura de los agregados.

La secuencia de compactación va a depender de la superficie a aplicar el TBSD, la misma se debe de ajustar en el tramo de prueba. Al margen de ello, como referencia, para bases (tanto granulares como estabilizadas) preferentemente se deben de realizar las primeras pasadas con rodillo liso limitando el número de pasadas a 2 (dos) y posteriormente finalizar el proceso con un compactador neumático.

Para TBSD sobre pavimentos existentes empelar preferentemente solo computadores neumáticos, comenzando el proceso de compactación desde el borde al centro de la calzada.

7.3.3.4.- Barrido

Una vez finalizada la compactación y transcurrido el plazo necesario para que la emulsión asfáltica alcance una cohesión adecuada para resistir la circulación normal de vehículos, se debe eliminar mediante barrido mecánica todo exceso de agregado que haya quedado suelto o mal adherido. Preferentemente las cerdas de la barredora deben ser de plástico.

7.3.4.- Limpieza

El Contratista debe prestar especial atención en no afectar durante la realización de las obras la calzada existente o recién construida.

Para tal efecto, todo vehículo que se retire del sector de obra debe ser sometido a una limpieza de los neumáticos, de manera tal que no marque ni ensucie tanto la calzada como la demarcación existente.

En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra, dentro del área de obra o fuera de ella, el Contratista debe hacerse cargo de la limpieza de estas de modo de reestablecer las condiciones iniciales.

8.- TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de los TBSD, se debe ejecutar el Tramo de Prueba. El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en la Formula de Obra y el proceso de construcción necesarios para alcanzar la conformidad total de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares correspondiente.

El Contratista debe informar por escrito, adjuntos a la Formula de Obra final a emplear, los ajustes llevados a cabo. Los mismos deben ser aprobados por el Director de Obra previo al inicio de las obras.

El Tramo de Prueba debe realizarse con anticipación a la fecha de inicio de las obras prevista por el Plan de Trabajo del Contratista. Debe permitir efectuar la totalidad de los ensayos involucrados y los ajustes derivados del análisis de dichos resultados.

El Tramo de Prueba se debe realizar sobre una longitud no menor a la definida por el Director de Obra, nunca menor a la longitud correspondiente a cien metros lineales (100 m), por ancho de colocación del TBSD.

Durante la ejecución del tramo de prueba se debe de incluir la calibración y verificación de los equipos de distribución de emulsión y agregados.

Con el objetivo de determinar la conformidad con las condiciones y requisitos especificados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se deben realizar los ensayos establecidos en ambos documentos para el Tramo de Prueba. El Director de Obra puede solicitar la ejecución de otros ensayos además de los indicados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los mencionados ensayos pueden ser in-situ o sobre muestras de materiales sin colocar. Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Director de Obra debe decidir:

- ❖ Si es aceptable o no la Formula de Obra. En el primer caso, se puede iniciar la ejecución del TBSD. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en el proceso de construcción), de modo de cumplimentar con las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba.
- ❖ Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista para llevar adelante los procesos constructivos y control de dichos procesos.

No se debe proceder a la ejecución del TBSD sin que el Director de Obra haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del Tramo de Prueba.

Los tramos de prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra del TBSD, como así también se verifiquen los requisitos de la unidad terminada definidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para el Tramo de Prueba, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO

Los TBSD no se podrán ejecutar durante los meses de junio, julio y las dos primeras semanas del mes de agosto.

Fuera de ese período de veda, no se permite la puesta en obra de los TBSD en las siguientes situaciones (salvo autorización expresa del Director de Obra):

- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a ocho grados Celsius ($< 8^{\circ}\text{C}$)
- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a diez grados Celsius ($< 10^{\circ}\text{C}$) y la velocidad del viento en superficie es mayor a 35 Km/h.
- ❖ Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Finalizado el proceso de compactación, previa autorización del Director de Obra, se puede habilitar la circulación del tránsito (limitando la velocidad de circulación a 40 km/h durante las primeras 24 horas) sobre la misma cuando se verifiquen lo siguientes aspectos:

- ❖ Se ha producido la rotura de la emulsión de manera definitiva.
- ❖ No existe riesgo de desprendimiento de agregados.
- ❖ Se ha efectuado el primer barrido liviano de la superficie

10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Generalidades

El Plan de Control de Calidad define el programa que debe cumplir el Contratista para el control de calidad de los materiales, del proceso constructivo y de la unidad terminada.

El Plan de Control de Calidad debe ser entregado por el Contratista y aprobado por el Director de obra, el mismo debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- ❖ Ensayos establecidos en el Punto 10. “Plan de Control de Calidad” del presente documento.
- ❖ Listado de equipos, instrumentos y elementos con los que cuenta el Laboratorio de Obra. Mínimamente debe de contar el laboratorio de obra con los equipos, elementos e instrumentos necesarios para realizar los ensayos cuya frecuencia es cada lote en el plan de control de calidad.
- ❖ Certificado de Calibración y Plan de Calibración y Verificación de los equipos, instrumentos y elementos del Laboratorio de Obra.
- ❖ Listado de personal afectado al laboratorio de obra y al cumplimiento del plan de control de calidad de la obra. Los recursos humanos destinados a las tareas antes mencionadas deben de permitir ejecutar el plan de control de calidad en tiempo y forma.

Con la información generada por la implementación del Plan de Control de Calidad se debe elaborar un informe para presentar al Director de obra. La frecuencia de presentación de este informe es determinada

en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director de obra. Nunca esta frecuencia puede ser inferior a:

- ❖ Una presentación mensual.
- ❖ Cincuenta mil metros cuadrados (50.000 m²) de TBSD construidos.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Control de Calidad: ensayos sobre materiales, proceso constructivo y unidad terminada, de los diferentes lotes ejecutados en este período.

En todos los casos en que el Director de obra entregue al Contratista planillas modelos de cálculo y presentación de resultados de ensayos, las mismas son de uso obligatorio.

El Director de obra, o quién éste delegue, pueden supervisar la ejecución de los ensayos, por lo que el Contratista debe comunicar con suficiente anticipación su realización.

El presente Plan de Control de Calidad queda complementado con lo establecido en el Punto 11. “Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada”.

El Director de obra puede disponer el envío de una o más muestras de cualquier material involucrado en la obra (agregados, emulsión asfáltica, etc.) al sector responsable de calidad de la DNV con el objetivo de auditar periódicamente al laboratorio de control de calidad y/o Laboratorio de Obra del Contratista.

Para todos los casos en los cuales se verifique una diferencia en un parámetro determinado entre el laboratorio del Contratista y el laboratorio empleado por el Director de obra, considerando la misma muestra, el valor que se debe tomar como definitivo es el correspondiente al laboratorio empleado por el Director de obra. Si el Director de obra lo considera conveniente, se puede emplear la metodología de la Norma ASTM D3244 para establecer el valor definitivo a adoptar del parámetro considerado.

Para determinar el equipo de transporte sobre el cual efectuar el muestreo para el control de un lote de producción, se debe emplear el sistema de muestreo aleatorio descrito en la Norma ASTM D 3665. El mismo método se debe utilizar para determinar los puntos sobre la calzada donde efectuar el control de un lote de obra.

En todos los casos, la metodología de muestreo debe ser la establecida por las normas de referencia o el aprobado por el Director de obra.

Para los casos donde no sea aplicable lo anterior, el Director de obra debe siempre aprobar la metodología de muestreo.

10.2.- Lotes

El control del proceso de ejecución del TBSD se organiza por lotes de obra (unidad terminada). A continuación, se definen y especifican los mencionados conceptos y alcances de estos.

10.2.1. Definición de lote de obra

Se considera como lote de obra en el camino a la fracción menor que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- ❖ Una longitud menor o igual a mil metros (≤ 1.000 m) lineales de construcción.
- ❖ Lo ejecutado en media jornada de trabajo o una jornada de trabajo (el Director de obra decidirá el tamaño del lote de producción dependiendo del ritmo de la obra).

10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de los materiales.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados previa la ejecución del Tramo de Prueba.

Si cambia la procedencia de algún material, se debe realizar cada uno de los ensayos contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Se debe también realizar nuevamente el proceso de dosificación, con el objetivo de presentar la nueva Fórmula de Obra.

10.3.1.- Agregados

10.3.1.1.- Agregados gruesos

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados gruesos utilizada es la que se indica en la Tabla 18.

Parámetro	Método	Frecuencia
Elongación	IRAM 1687-2	Cada 600 T recibidas
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Cada 600 T recibidas
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles" ⁽¹⁾	IRAM 1532	Cada 600 T recibidas
Micro Deval ⁽¹⁾	ASTM D6928	Cada 600 T recibidas
Polvo adherido	IRAM 1883	Cada 300 T recibidas

Parámetro	Método	Frecuencia
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	En el momento del diseño
Coeficiente pulimento acelerado	ASTM D3319	En el momento del diseño
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Cada 100 T recibidas
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Cada 300 T recibidas
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	Cada 1200 T recibidas
Degradación en presencia de dimetil – sulfoxide ⁽²⁾	UY A 26	Cada 1200 T recibidas
Caras de fractura	IRAM 1851	Cada 300 T recibidas

Tabla 18. Plan de ensayos sobre el agregado grueso

⁽¹⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”, la frecuencia de ensayo es cada 400 T recibidas.

⁽²⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”

10.3.2.- Emulsiones asfálticas

10.3.2.1.- Emulsiones asfálticas convencionales

La frecuencia mínima de ensayos para emulsiones asfálticas convencionales (IRAM 6691) es la que se indica en la Tabla 19.

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del residuo sobre tamiz	IRAM 6717	Cada partida recibida
Obtención y determinación del residuo asfáltico	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación del contenido de agua	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de los hidrocarburos destilados	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de la penetración del residuo asfáltico	IRAM 6576	Cada 10 partidas recibidas
Resto de los parámetros contemplados en la norma	IRAM 6691	Cada 10 partidas recibidas

Tabla 19. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas convencionales

10.3.2.2.- Emulsiones asfálticas modificadas

La frecuencia mínima de ensayos para emulsiones asfálticas modificadas (IRAM 6698) es la que se indica en la Tabla 21.

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del residuo sobre tamiz	IRAM 6717	Cada partida recibida
Obtención y determinación del residuo asfáltico	IRAM 6694	Cada 5 partidas recibidas
Recuperación torsional del residuo asfáltico	IRAM 6830	Cada 5 partidas recibidas
Determinación del contenido de agua	IRAM 6694	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de la penetración del residuo asfáltico	IRAM 6576	Cada 10 partidas recibidas
Resto de los parámetros contemplados en la norma	IRAM 6698	Cada 10 partidas recibidas

Tabla 20. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas modificadas

10.3.2.3.- Otro tipo de emulsiones asfálticas

En el caso que se utilice otro tipo de emulsión asfáltica, según el Punto 5.2.3. “Otro tipo de emulsión asfáltica”, se establece la frecuencia mínima de ensayos para la misma en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o en su defecto la determina el Director de Obra.

10.3.3. Aditivos u otros materiales

Los ensayos para realizar sobre los aditivos u otros materiales, así como también la frecuencia de estos, se establece en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o en su defecto la determinará el Director de Obra.

10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso constructivo de los TBSD

A continuación, en la Tabla 21, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad del proceso constructivo del TBSD.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados durante la ejecución del Tramo de Prueba. Al cambiar un insumo y/o alguno de los materiales componentes del TBSD, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

Parámetro	Método	Frecuencia
Dotación de ligante asfáltico residual de cada capa	⁽¹⁾	Cada lote de obra
Dotación de agregados pétreos de cada capa	⁽²⁾	Cada lote de obra

Parámetro	Método	Frecuencia
Granulometría de los agregados pétreos de cada capa ⁽³⁾		Cada lote de obra

Tabla 21. Plan de ensayos para el control de ejecución de los TBSD.

- ⁽¹⁾ La metodología se detalla en el Punto 10.1.1. “Dotación del ligante asfáltico residual (lote de obra)”.
- ⁽²⁾ La metodología se detalla en el Punto 10.1.2. “Dotación de los agregados (lote de obra)”.
- ⁽³⁾ Se detalla el método de muestreo en el Punto 10.1.3. “Granulometría de los agregados (lote de obra)”.

10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la unidad terminada, la misma se resume en la Tabla 22.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados al finalizar la ejecución del Tramo de Prueba.

Parámetro	Método	Frecuencia
Macrotextura	IRAM 1850 ⁽¹⁾	Cada lote de obra

Tabla 22. Plan de ensayos sobre la unidad terminada

- ⁽⁴⁾ Si el Director de Obra lo considera pertinente, podrá aprobar otra metodología de medición (ej.: mediante equipo de alto rendimiento), luego de evaluar la misma y su aceptable correlación con el ensayo de parche de arena.

10.6.- Archivo de la información

Es deber del Contratista documentar, gestionar y guardar la información y datos correspondientes a los lotes, mediciones, ensayos, resultados y cualquier otro dato o información que surgiere de la aplicación del Plan de Control de Calidad detallado en el presente documento.

Dicha información debe estar disponible para el Director de obra cuando éste lo solicite durante la ejecución de la obra y debe ser entregada al final de esta.

11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA

11.1.- Requisitos del proceso de construcción (lote de obra)

11.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual de cada capa (lote de obra)

La dotación media del ligante asfáltico residual de cada capa del lote de obra en estudio es la media del ligante asfáltico residual obtenida a partir de no menos de tres determinaciones.

La diferencia entre el mayor y el menor valor utilizados para el cálculo de la media, debe ser menor o igual a diez por ciento (10%).

Para la determinación de la dotación media del ligante asfáltico residual de cada capa se deben disponer sobre la superficie a regar no menos de tres bandejas. Las mismas deben ser metálicas, de silicona, u otro material apropiado y aprobado por el Director de Obra. La ubicación de estas sobre la superficie a regar debe ser de manera aleatoria, según lo indicado en el Punto 10.1. “Generalidades”.

En cada uno de estos elementos se debe determinar la dotación de ligante residual, en gr/m², mediante secado a estufa y pesaje.

La dotación media de ligante asfáltico residual de cada capa del lote de obra en estudio debe ser superior a la indicada en la Formula de Obra aprobada y vigente.

11.1.2. Dotación de los agregados pétreos de cada capa (lote de obra)

La dotación media de los agregados de cada capa del lote de obra en estudio es la media de la dotación de agregados obtenida a partir de no menos de tres determinaciones.

La diferencia entre el mayor y el menor valor utilizados para el cálculo de la media, debe ser menor o igual a diez por ciento (10 %).

Para la determinación de la dotación media de los agregados de cada capa se deben disponer sobre la superficie a regar no menos de tres bandejas. Las mismas deben ser metálicas, de silicona, u otro material apropiado y aprobado por el Director de Obra.

La ubicación de estas sobre la superficie a regar debe ser de manera aleatoria, según lo indicado en el Punto 10.1. “Generalidades”.

En cada uno de estos elementos se debe determinar la dotación de los agregados, en lt/m².

La dotación media de los agregados de cada capa del lote de obra en estudio no debe diferir en +/- 10 % respecto del valor indicado en la Formula de Obra aprobada y vigente.

11.1.3. Granulometría de los agregados de cada capa (lote de obra)

La determinación de la granulometría de los agregados de cada capa del lote de obra en estudio se debe hacer sobre no menos de dos (2) muestras. Estas muestras se deben tomar a la salida del equipo que efectúa la distribución de los agregados pétreos.

Antes de la realización de la granulometría, las muestras deben secarse hasta peso constante. Se considera granulometría media de los agregados al promedio de las granulometrías obtenidas de los ensayos realizados sobre el lote de producción en estudio.

La granulometría de los agregados debe cumplir con las tolerancias admisibles, respecto a la granulometría de la Formula de Obra vigente, indicadas en la Tabla 23.

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría de los agregados, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la TBSD en el Punto 6.1. “Husos granulométricos”.

Apertura de tamices	Tolerancias
15,8 mm (5/8")	+/- 5 %
12,5 mm (1/2")	+/- 5 %
9,5 mm (3/8")	+/- 4 %
6,3 mm (1/4")	+/- 4 %
3,1 mm (1/8")	+/- 4 %
0.425 mm (N° 40)	+/- 3 %

Tabla 23. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente

11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)

11.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra)

La evaluación visual de la superficie de cada lote de obra, o de un área parcial del mismo, debe mostrar homogeneidad y no se debe observar ningún tipo de segregación, desprendimientos, exudación del ligante asfáltico o ningún otro defecto.

11.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra)

La superficie debe presentar un aspecto homogéneo y uniforme, libre de segregaciones de agregados y de exudaciones; los sectores que puntualmente presenten alguno de estos defectos deben ser corregidos por cuenta del Contratista.

Se debe realizar el control de la macrotextura de cada lote de obra ejecutado antes de que el lote en estudio alcance seis (6) meses de servicio.

El control de la macrotextura se debe realizar mediante el método del Círculo de Arena siguiendo la metodología establecida en la norma IRAM 1850.

Para la asignación del valor de macrotextura a cada lote de obra se deben realizar ocho (8) determinaciones.

El valor medio de estas determinaciones mencionadas anteriormente y su respectivo desvío estándar deben cumplimentar los requisitos establecidos en la Tabla 24.

Característica	Norma	Requisito
Macrotextura (Circulo de arena)	IRAM 1850	Promedio del lote > 0,70 mm Desvío estándar < 0,20 mm

Tabla 24. Requisito de macrotextura superficial inicial

12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada y del proceso constructivo del TBSD se aplican sobre los lotes definidos en el Punto 10.2. “Lotes”.

En todos los casos en que se rechace un lote de obra o zonas puntuales con problemas superficiales por segregaciones y/o exudaciones, todos los costos asociados a la remediación de la situación (fresado, tratamiento de los productos generados de la demolición, reposición de capa, etc.) están a cargo del Contratista.

12.1.- Proceso de construcción

12.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual de cada capa (lote de obra)

La dotación de ligante asfáltico residual de cada capa del lote de obra en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.1. “Dotación del ligante asfáltico residual (lote de obra)”.

Si la dotación media de ligante asfáltico residual del lote de obra no verifica el requisito del Punto 11.1.1 pero la diferencia es menor a diez por ciento (10 %) respecto de la Formula de Obra aprobada y vigente, se acepta el lote de obra, pero corresponde un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie de este.

Lo anteriormente expuesto es aplicable siempre que se verifique que el TBSD en estudio cumple con las restantes exigencias establecidas en el Punto 6.3. “Criterios para el proceso de diseño”. Si la dotación media de ligante asfáltico residual de cada capa del lote de obra no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de obra.

En tal caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.1.2. Dotación de los agregados de cada capa (lote de obra)

La dotación de los agregados de cada capa del lote de obra en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.2. “Formula de los agregados (lote de obra)”.

Si la dotación media de agregados de la capa del lote de obra no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos diez por ciento ($\pm 10.0 \%$) respecto de la Formula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos quince por ciento ($\pm 15.0 \%$), se acepta el lote de obra, pero corresponde un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie de este.

Lo anteriormente expuesto es aplicable siempre que se verifique que el TBSD en estudio cumple con las restantes exigencias establecidas en el Punto 6.3. “Criterios para el proceso de diseño”.

Si la dotación media de los agregados de cada capa del lote de obra no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de obra. En tal caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.1.3. Granulometría de los agregados de cada capa (lote de obra)

La aceptación del lote de obra por cuanto, a la granulometría de los agregados pétreos de cada capa, se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.3. “Granulometría de los agregados de cada capa (lote de obra)”.

Si la granulometría media de los agregados de la capa en estudio no cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el Punto 11.1.3. “Granulometría de los agregados de cada capa (lote de obra)”, pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 25 se acepta el lote de obra con un descuento por penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie de este.

Apertura de tamices	Tolerancias
15,8 mm (5/8")	+/- 8 %
12,5 mm (1/2")	+/- 8 %
9,5 mm (3/8")	+/- 7 %
6,3 mm (1/4")	+/- 7 %
3,1 mm (1/8")	+/- 7 %
0.425 mm (N° 40)	+/- 6 %

Tabla 25. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados de la capa en estudio, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la combinación de agregados en el Punto 6.1. “Husos granulométricos”.

Lo anteriormente expuesto es aplicable siempre que se verifique que el TBSD cumple en su totalidad con las exigencias establecidas en el Punto 7.3. “Criterios para el proceso de diseño”.

Si la granulometría media de los agregados de cada capa del lote en estudio no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de obra en estudio, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.2.- Unidad terminada

12.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra)

La evaluación visual debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.1. “Aspectos superficiales (lote de obra)”. Si la evaluación visual no verifica lo expuesto anteriormente, en todo el lote de obra o en un área parcial del mismo, se rechaza el lote de obra o el área parcial considerada.

En este caso, excepto indicación contraria del Director de Obra, debe el Contratista proceder a la demolición mediante fresado y a la reposición de la capa rechazada.

12.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra)

En referencia a la macrotextura superficial, el valor medio y el desvío estándar de la macrotextura del lote de obra en estudio debe verificar los requisitos establecidos en el Punto 11.2.2 “Macrotextura superficial (lote de obra)” de la presente especificación.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio resulta mayor al ochenta por ciento ($> 80 \%$) del mínimo especificado y el desvío estándar es menor al especificado, para el caso en estudio, se acepta el lote con un descuento del cinco por ciento (5%) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio resulta superior al mínimo especificado y el desvío estándar mayor al límite especificado pero menor a tres décimas de milímetro ($< 0,3 \text{ mm}$), para el tipo de mezcla asfáltica en cuestión, se aplica un descuento del cinco por ciento (5%) sobre el lote de obra en estudio.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio es inferior al ochenta por ciento ($< 80 \%$) del mínimo especificado o el desvío estándar es igual o superior al valor máximo especificado para el tipo de mezcla asfáltica en cuestión, se rechaza el lote de obra en estudio.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponer la capa; o, previa autorización del Director de obra, colocar otra capa similar sobre la rechazada, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras.

Esto es posible si la capa colocada cumple con el resto de los requisitos establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

13.- MEDICIÓN

La ejecución de los TBSD considerados en el presente documento se mide en metros cuadrados (m²) ejecutados.

Los valores surgen del producto entre la longitud de la capa ejecutada, por el ancho establecido para la misma en el proyecto.

Al área resultante se le debe aplicar, si los hubiese, los descuentos por penalidades y bonos adicionales; estos son acumulativos.

La cantidad de emulsión aplicada (en toneladas) por cada capa del TBSD en un lote de obra se calculará multiplicando la dotación de obra aprobada de ligante asfáltico residual por la superficie del lote; posteriormente, a partir de este valor y el contenido mínimo de asfalto especificado para el tipo de emulsión asfáltica empleada, se procederá a calcular la cantidad total de emulsión asfáltica aplicada en el riego de material bituminoso del lote de obra en consideración.

Las cantidades de agregado utilizadas por cada capa del TBSD (en toneladas) para la construcción de cada lote de obra se calculará multiplicando la dotación de obra aprobada de agregado pétreo (en l/m²) por la superficie del lote; posteriormente, a partir de este valor y el PUV (peso por unidad de volumen) del agregado pétreo empleado, se procederá a calcular la cantidad total de agregado pétreo (en toneladas) utilizado en el riego de agregado del lote de obra en consideración.

14.- FORMA DE PAGO

El transporte, dosificación, distribución y compactación del TBSD se paga por metro cuadrado de superficie terminada, medida en la forma establecida en el Punto 13. "Medición", a los precios unitarios de contrato para los ítems respectivos.

Estos precios son compensación total por las siguientes tareas:

- ❖ Barrido y soplado de la superficie a recubrir.
- ❖ Los procesos involucrados en la distribución y compactación del TBSD.

- ❖ La provisión del equipamiento necesario para la ejecución del ítem.
- ❖ Las posibles correcciones de los defectos constructivos.
- ❖ La señalización y conservación de los desvíos durante la ejecución de los trabajos.
- ❖ Todo otro trabajo, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución y conservación del ítem según lo especificado.
- ❖ No se abonan sobreanchos respecto de los establecidos en el proyecto ni aumentos de las dotaciones respecto de la fórmula de obra adoptada y aprobada por el Director de obra oportunamente.

De dicho precio se excluyen solamente los gastos originados en la adquisición, carga, transporte, descarga y almacenamiento de la emulsión asfáltica y del agregado pétreo, que se pagarán por separado, en la forma establecida en la presente sección.

Las cantidades de emulsión bituminosa y de agregado pétreo a liquidar se medirán en la forma especificada en el Punto 13 de esta especificación técnica.

En ningún caso, las cantidades de emulsión asfáltica o agregado pétreo certificadas por el Director de Obra será superior a las cantidades facturadas al Contratista por sus proveedores de los mencionados insumos.

15.- CONSERVACIÓN

La conservación de los TBSD contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de estos en perfectas condiciones y la reparación inmediata de cualquier falla que se produjese hasta la Recepción Definitiva de la Obra o durante el período que indique el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los deterioros que se produzcan deben ser reparados por cuenta del Contratista, repitiendo, si fuera necesario al sólo juicio del Director de obra, las operaciones íntegras del proceso constructivo. Ante la ocurrencia de un deterioro de una superficie ejecutada de TBSD el Contratista debe efectuar la reconstrucción de esa parte, sin derecho o pago de ninguna naturaleza. Esto es así aun cuando la calzada haya sido librada al tránsito público en forma total o parcial.

La reconstrucción de las partes arriba mencionadas se debe realizar de acuerdo con lo indicado en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales, con los materiales establecidos en el mismo y en el correspondiente Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

ÍNDICE

Sección 5C – Tratamientos bituminosos superficiales triples (TBST)

ÍNDICE DE TABLAS.....	5
1.- DESCRIPCIÓN	6
2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN	6
3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA	6
3.1.- Definición y nomenclatura para los tratamientos bituminosos superficiales triples TBST	6
4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN	8
5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES	8
5.1.- Agregados pétreos.....	8
5.1.1.- Características generales	8
5.1.2.- Agregado grueso	9
5.1.2.1.- Definición de agregado grueso.....	9
5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso.....	9
5.2.- Emulsiones asfálticas.....	12
5.2.1. Emulsiones asfálticas convencionales.....	12
5.2.2. Emulsiones asfálticas modificadas.....	12
5.2.3. Otros tipos de emulsiones asfálticas.....	12
5.2.4. Características generales.....	13
5.3.- Aditivos u otros materiales.....	13
6.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO	13
6.1.- Husos granulométricos	13
6.2.- Formula de insumos.....	14

6.3.- Criterios para el proceso de diseño	15
6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra.....	15
7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	16
7.1.- Consideraciones generales.....	16
7.2.- Equipos de obra.....	16
7.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica.....	16
7.2.2. Equipos para la aplicación de la emulsión asfáltica	17
7.2.3. Equipos de distribución de los agregados.....	18
7.2.4. Equipos de compactación.....	18
7.2.5. Equipos de barrido.....	19
7.3.- Ejecución de las obras	19
7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo.....	19
7.3.2.- Aplicación de la primera capa del TBST.....	19
7.3.2.1- Aplicación del primer riego de emulsión asfáltica.....	19
7.3.2.2.- Aplicación del primer riego de agregados.....	20
7.3.2.3.- Compactación de la primera capa del TBST	20
7.3.2.4.- Barrido	20
7.3.3.- Aplicación de la segunda capa del TBST	21
7.3.3.1.- Aplicación del segundo riego de emulsión asfáltica.....	21
7.3.3.2.- Aplicación del segundo riego de agregados.....	21
7.3.3.3.- Compactación de la segunda capa del TBST	21
7.3.3.4.- Barrido.....	22
7.3.4.- Aplicación de la tercera capa del TBST	22
7.3.4.1.- Aplicación del tercer riego de emulsión asfáltica	22
7.3.4.2.- Aplicación del tercer riego de agregados.....	22
7.3.4.3.- Compactación de la tercera capa del TBST	23
7.3.4.4.- Barrido	23
7.3.5.- Limpieza.....	23
8.- TRAMO DE PRUEBA.....	24
9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO	25

10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....	25
10.1.- Generalidades.....	25
10.2.- Lotes.....	27
10.2.1. Definición de lote de obra.....	27
10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales.....	27
10.3.1.- Agregados.....	28
10.3.1.1.- Agregados gruesos.....	28
10.3.2.- Emulsiones asfálticas.....	28
10.3.2.1.- Emulsiones asfálticas convencionales.....	28
10.3.2.2.- Emulsiones asfálticas modificadas.....	29
10.3.2.3.- Otro tipo de emulsiones asfálticas.....	29
10.3.3. Aditivos u otros materiales.....	29
10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso constructivo de los TBST.....	30
10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	30
10.6.- Archivo de la información.....	30
11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA.....	31
11.1.- Requisitos del proceso de construcción (lote de obra).....	31
11.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual de cada capa (lote de obra).....	31
11.1.2.- Dotación de los agregados pétreos de cada capa (lote de obra).....	31
11.1.3.- Granulometría de los agregados de cada capa (lote de obra).....	32
11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra).....	33
11.2.1.- Aspectos superficiales (lote de obra).....	33
11.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra).....	33
12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO.....	33
12.1.- Proceso de construcción.....	34
12.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual de cada capa (lote de obra).....	34
12.1.2.- Dotación de los agregados de cada capa (lote de obra).....	34
12.1.3.- Granulometría de los agregados de cada capa (lote de obra).....	34

12.2.- Unidad terminada.....	35
12.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra).....	35
12.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra).....	36
13.- MEDICIÓN	36
14.- FORMA DE PAGO	37
15.- CONSERVACIÓN	38

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación.....	6
Tabla 2. Sistema de designación de los TBST.....	7
Tabla 3. Niveles de prestación.....	8
Tabla 4. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados.....	9
Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos.....	11
Tabla 6. Requisitos de los agregados provenientes de gravas.....	11
Tabla 7. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos”.....	12
Tabla 8. Requisitos para el aprovisionamiento de emulsiones asfálticas.....	13
Tabla 9. Husos granulométricos del esqueleto granular de los TBST.....	14
Tabla 10. Límites para dotaciones de TBST.....	14
Tabla 11. Criterios de diseño para la obtención de la fórmula de obra de los TBST.....	15
Tabla 12. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra.....	16
Tabla 13. Requisitos que deben cumplir los elementos de almacenamiento de emulsiones asfálticas.....	17
Tabla 14. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de emulsiones asfálticas.....	17
Tabla 15. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de los agregados.....	18
Tabla 16. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de los TBST.....	18
Tabla 17. Requisitos que deben cumplir los equipos de barrido de los TBST.....	19
Tabla 18. Plan de ensayos sobre el agregado grueso.....	28
Tabla 19. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas convencionales.....	29
Tabla 20. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas modificadas.....	29
Tabla 21. Plan de ensayos para el control de ejecución de los TBST.....	30
Tabla 22. Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	30
Tabla 23. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente.....	32
Tabla 24. Requisito de macrotextura superficial inicial.....	33
Tabla 25. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente.....	35

1.- DESCRIPCIÓN

Esta sección refiere a los requisitos que deben verificar los tratamientos bituminosos superficiales triples (TBST) empleados en la construcción de capas superficiales de rodamiento; en lo vinculado a las características de los insumos constitutivos de las mismas y los procesos de diseño y construcción.

2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN

Las Normas técnicas de aplicación en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales son las que se resumen en la Tabla 1.

UNIT	Instituto Uruguayo de Normas Técnicas
IRAM	Normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Argentina
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA.
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA.
EN	Normas Comunidad Europea

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación

Para todos los casos en los cuales se utilicen las Normas mencionadas en el presente documento, salvo indicación contraria en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se debe utilizar la última versión vigente.

3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA

3.1.- Definición y nomenclatura para los tratamientos bituminosos superficiales triples TBST

Este ítem consiste en dos aplicaciones de material bituminoso sobre una base o pavimento, debidamente preparado, seguidos de sendas distribuciones de agregados de tamaño grueso y mediano respectivamente, con miras a la obtención de una delgada capa de rodadura que otorga una mejora en la impermeabilidad y en las características superficiales.

Las diferentes tipologías de tratamientos bituminosos superficiales triples contempladas en el presente documento se diferencian entre sí esencialmente por la gradación de agregado pétreo empleado en cada capa como así también por el tipo de material bituminoso utilizado.

A continuación, se resume el sistema de designación para los tratamientos bituminosos superficiales triples que se utiliza a lo largo de la presente especificación, de manera de individualizar los diferentes tipos de tratamientos alcanzados en esta sección.

TBST	G _A	G _B	G _C	CRR-X/CRRm-Y
------	----------------	----------------	----------------	--------------

Tabla 2. Sistema de designación de los TBST

Donde:

TBST: Sigla que indica que se trata de un “Tratamiento Bituminoso Superficial Triple”.

G_A: Indica el tipo de gradación granulométrica del agregado pétreo empleado en la primera capa, pudiendo G_A tomar los siguientes valores:

G₁: Gradación 1

G₂: Gradación 2

G_B: Indica el tipo de gradación granulométrica del agregado pétreo empleado en la segunda capa, pudiendo G_B tomar los siguientes valores:

G₁: Gradación 2

G₂: Gradación 3

G₃: Gradación 4

G_C: Indica el tipo de gradación granulométrica del agregado pétreo empleado en la tercera capa, pudiendo G_C tomar los siguientes valores:

G₁: Gradación 2

G₂: Gradación 3

G₃: Gradación 4

CRR: Indicación correspondiente a las emulsiones asfálticas convencionales de rotura rápida, de acuerdo con la norma IRAM 6691.

X: Indicación que refiere a si la emulsión tipo CRR es del tipo CRR-1 o CRR-2 de la normativa IRAM 6691.

CRRm: Indicación correspondiente a las emulsiones asfálticas modificadas de rotura rápida, de acuerdo con la norma IRAM 6698.

Y: Indicación que refiere a si la emulsión tipo CRRm es del tipo CRR-1m o CRR-2m de la normativa IRAM-6698.

4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN

Los requisitos de los materiales componentes de los tratamientos superficiales se encuentran diferenciados en la presente especificación técnica de acuerdo con el índice de prestación adoptado para cada proyecto.

El índice de prestación debe ser indicado en la especificación técnica particular, si así no ocurriese se debe de adoptar el índice de prestación P1.

A continuación, se resumen en la Tabla 3 los dos (2) índices de prestación considerados en el presente documento.

Índice de prestación (IP)	P1	P2
---------------------------	----	----

Tabla 3. Índice de prestación

5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES

5.1.- Agregados pétreos

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a emplear agregados cuya naturaleza, procedencia o estado fisicoquímico así lo requieran.

En caso de emplearse materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, debe hacerse un estudio que demuestre la aptitud de este para ser empleado, que debe ser aprobado por el Director de obra.

5.1.1.- Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los agregados para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la Tabla 4.

Característica	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los agregados deben ser de origen natural, y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los agregados deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de estos. ❖ Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración fisicoquímica. ❖ Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.

Característica	Requisitos
Acopios	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los agregados se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado hasta su empleo. ❖ Cada fracción del agregado se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer preferiblemente sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con suelo. Si se dispusieran sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores. ❖ Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a tres metros (3 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores al dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje. ❖ Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los agregados, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un agregado, lo cual obliga al estudio de una nueva Fórmula de Obra. ❖ El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de obra, debe fijar el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no debe ser inferior al correspondiente a quince (15) días de trabajo para el nivel de producción prevista. ❖ Los acopios deben estar limpios, exentos de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad de la mezcla o capa con ellos eventualmente ejecutada.

Tabla 4. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados

5.1.2.- Agregado grueso

5.1.2.1.- Definición de agregado grueso

Bajo la denominación de “Agregado grueso”, se agruparán todos los agregados de origen mineral que queden retenidos en el tamiz N°4 (4,75 mm).

5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso

Los requisitos que deben de cumplir los agregados gruesos dependen del índice de prestación adoptado para el proyecto en consideración. Los mismos se establecen en la Tabla 5 y en la Tabla 6.

El agregado grueso será por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Tabla 5 y en la Tabla 6.

Ensayo	Norma	Exigencia	
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.	
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 25	≤ 30
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles" ⁽¹⁾	IRAM 1532	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 30	≤ 35
Micro Deval ⁽¹⁾	ASTM D6928	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 17	≤ 17
Polvo adherido ⁽²⁾	IRAM 1883	$\leq 0,5$	
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria	
Coeficiente pulimento acelerado	ASTM D3319	Determinación obligatoria	
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.	
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Determinación obligatoria	
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	≤ 12	

Ensayo	Norma	Exigencia	
Caras de fractura	IRAM 1851	Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura ⁽¹⁾	
		Clasificación por prestación	
		P1	P2
		>90	≥ 85
		⁽¹⁾ Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener una o más caras de fractura.	
Adherencia	UNE-EN 12272-3	Índice de prestación	Porcentaje de áridos no desprendido en el ensayo de placa
			Vía húmeda Vía seca
		P1	>90 >80
		P2	>85 >75

Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos

⁽¹⁾ Para agregados tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la Tabla 7.

⁽²⁾ De no cumplirse el requisito el Director de obra podrá exigir que se proceda al lavado u otro método propuesto por la contratista que permita la verificación de este.

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de gravas, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla 6. Asimismo, se pueden definir exigencias extras en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Ensayo	Norma	Exigencia	
Relación de tamaño de la partícula a triturar	---	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≥ 3 ⁽¹⁾	≥ 3 ⁽¹⁾
		⁽¹⁾ Tamaño mínimo de la partícula a triturar respecto a la partícula resultante de mayor tamaño.	

Tabla 6. Requisitos de los agregados provenientes de gravas

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de “Tipo Basálticos”, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla 7.

Ensayo	Norma	Exigencia	
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 20	≤ 25
Micro Deval	ASTM D6928	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 17	≤ 17
Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide	UY A 26	≤ 60%	

Tabla 7. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos”

5.2. Emulsiones asfálticas

5.2.1. Emulsiones asfálticas convencionales

La emulsión asfáltica para emplear se debe encuadrar dentro del tipo CRR 1 o tipo CRR 2 de la norma IRAM 6691. El tipo de emulsión asfáltica se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.2. Emulsiones asfálticas modificadas

La emulsión asfáltica para emplear se debe encuadrar dentro del tipo CRR 1m o tipo CRR 2m de la norma IRAM 6698. El tipo de emulsión asfáltica se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.3. Otros tipos de emulsiones asfálticas

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede establecer el uso de una emulsión asfáltica que no se encuadre dentro del Punto 5.2.1. “Emulsiones asfálticas convencionales” o el Punto “5.2.2. Emulsiones asfálticas modificadas”, dependiendo de las condiciones de proyecto.

En este caso, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares debe establecer las características y exigencias a solicitar para la emulsión asfáltica. Los TBST elaborados con estas emulsiones deben cumplimentar el resto de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

5.2.4. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir las emulsiones asfálticas para el aprovisionamiento son los que se establecen en la Tabla 8.

Característica	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Las emulsiones asfálticas deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de estas. ❖ Deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica.

Tabla 8. Requisitos para el aprovisionamiento de emulsiones asfálticas

5.3.- Aditivos u otros materiales

En el caso de incorporación de aditivos u otros materiales, con el objeto de alcanzar una mejora de alguna característica del TBST o del proceso productivo, se debe verificar que, además de dotar de las propiedades adicionales que se pretende, cumple todos los requisitos establecidos en el presente documento.

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Contratista, puede proponer el uso de él o los aditivos u otros materiales que pueden utilizarse, estableciendo los requisitos que tienen que cumplir como así también los métodos de incorporación, dosificación y dispersión homogénea.

Previo al empleo de estos en la ejecución del TBST, el Director de Obra debe aprobar la propuesta presentada. Los aditivos deben ser conservados en sus envases originales herméticamente cerrados.

El acopio se debe realizar al reparo del sol y de las bajas temperaturas, y preferiblemente bajo techo, separando e identificando cada marca, tipo, fecha de recepción y fecha de vencimiento.

6.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

6.1.- Husos granulométricos

La granulometría de la fracción utilizada o de la combinación de diferentes fracciones de agregados pétreos, para cada uno de los riegos de agregados pétreos, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en las Tabla 9.

Apertura de tamices	Porcentaje en peso que pasa			
	Gradación 1	Gradación 2	Gradación 3	Gradación 4
25,4 mm (1")	100	...	...	...
19 mm (3/4")	85 - 100	100	...	...
12,5 mm (1/2")	5 - 30	85 - 100	100	...
9,5 mm (3/8")	0 - 5	5 - 30	85 - 100	100
6,3 mm (1/4")	...	0 - 5	5 - 30	95 - 100
4,75 mm (N° 4)	...	...	0 - 5	...
2,36 mm (N° 8)	...	...	...	0 - 15

Tabla 9. Husos granulométricos del esqueleto granular de los TBST

6.2.- Formula de insumos

La dotación de los TBST debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en la Tabla 10, según el tipo de esqueleto granular (gradación) considerado.

Alternativa	Tipo de gradación	Capa	Dotación de agregado [l/m2]		Dotación de ligante asfáltico ⁽¹⁾ [kg/m2]	
			Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
1	Gradación 1	Inferior	10	13	0,7	0,9
	Gradación 2	Media	7	11	0,9	1,1
	Gradación 4	Superior	4	7	0,8	1,0
2	Gradación 2	Inferior	8	11	0,7	0,9
	Gradación 3	Media	6	9	0,9	1,1
	Gradación 4	Superior	4	7	0,8	1,0

Tabla 10. Límites para dotaciones de TBST

⁽¹⁾ Las dotaciones de ligante asfáltico establecidas en la Tabla 10 podrán corregirse de acuerdo con la experiencia en obras similares y la consideración de factores tales como tipo de superficie sobre la que se aplique el tratamiento superficial (base granular o pavimento), estado de la superficie de apoyo si es un pavimento existente, clima de la zona en la cual se emplazará la obra, volumen y tipo de tránsito.

6.3.- Criterios para el proceso de diseño

El tipo de emulsión asfáltica, dotación, gradación del esqueleto granular e Índice de prestación a emplear en el tratamiento bituminoso superficial triple en consideración, se definen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y/o en el Proyecto Ejecutivo.

Los criterios para considerar en el proceso de diseño en laboratorio del TBST, para la obtención de la Formula de Obra de cada capa del TBST, se resumen en la Tabla 11.

Índice de prestación	Metodología de diseño a emplear
P1	Método de McLeod
P2	Para dotación agregados método directo y regla del décimo para dotación de ligante asfáltico

Tabla 11. Criterios de diseño para la obtención de la fórmula de obra de los TBST.

6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra

La ejecución regular del TBST no se debe iniciar hasta que el Director de Obra haya aprobado la correspondiente Formula de Obra presentada por el Contratista.

Para la aprobación de la Formula de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente. La fórmula aprobada debe emplearse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características y el origen de los materiales que la componen.

Toda vez que cambie alguno de los materiales que integran el TBST o se excedan sus tolerancias de calidad, la Formula de Obra debe ser reformulada y sometida a consideración del Director de Obra para su nueva aprobación, siguiendo los lineamientos del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Por lo tanto, debe excluirse el concepto de “Formula de Obra única e inamovible”.

Los informes de presentación de la Formula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la Tabla 12.

Parámetro	Información que debe ser consignada
Agregados	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, granulometrías de la o las fracciones de los agregados involucrados y dotación de cada capa o riego. ❖ Granulometría de los agregados o de la combinación de las fracciones adoptadas en el caso de emplear más de una fracción y la dotación a utilizar en cada capa (indicada en l/m²) ❖ Ensayos realizados sobre el agregado grueso, como mínimo todos los

	<p>contemplados en la Tabla 5, Tabla 6 (si corresponde) y Tabla 7 (si corresponde).</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre el agregado fino, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 8.
Emulsión asfáltica y aditivos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, hoja técnica del producto, hoja de seguridad y dotación (expresada en kg de residuo asfáltico por m²) de cada riego. ❖ Cuando se empleen aditivos, debe indicarse su denominación, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa de agregado.
Tiempo de corte y habilitación al tránsito	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe indicarse el tiempo aproximado de habilitación al tránsito
Parámetros de diseño	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre la Formula de Obra del TBST, como mínimo las contempladas en la Tabla 11.
Informe de presentación de la Fórmula de Obra	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Según el Formato Tipo vigente de la Dirección Nacional de Vialidad.

Tabla 12. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra

7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.1.- Consideraciones generales

No se puede utilizar en la ejecución regular de un TBST ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el Tramo de Prueba y aprobado por el Director de Obra.

7.2.- Equipos de obra

7.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica

Las emulsiones asfálticas se deben almacenar en tanques que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 13.

Característica	Requisitos
Tanques de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica deben ser, preferiblemente, cilíndricos y verticales y estar térmicamente aislados del medio ambiente. ❖ El tanque de almacenamiento debe tener un sistema que permita mantener la temperatura de almacenamiento de la emulsión asfáltica dentro del entorno indicado por el proveedor de la emulsión asfáltica. ❖ Para evitar la rotura de la capa de la emulsión en contacto con el aire y la

	<p>formación de espuma, el caño de alimentación debe llegar hasta el fondo del tanque.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Es recomendable que los tanques se encuentren dotados de un sistema de agitación de bajas revoluciones. ❖ El sistema de bombeo empleado debe ser tal que no ingresen aire a la emulsión asfáltica. ❖ En el caso de emulsiones que vayan a estar almacenadas períodos mayores a siete días (>7 días), es preciso asegurar su homogeneidad previa a su empleo. ❖ Se deben de evitar los ciclos de calentamiento y enfriamiento de la emulsión asfáltica.
--	---

Tabla 13. Requisitos que deben cumplir los elementos de almacenamiento de emulsiones asfálticas

7.2.2. Equipos para la aplicación de la emulsión asfáltica

La emulsión asfáltica se debe distribuir con equipos que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 14.

Característica	Requisitos
Distribución de la emulsión asfáltica	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de distribución del riego debe tener un sistema que regule la formula en función de la velocidad de avance y de las revoluciones de la bomba, de manera de obtener un riego uniforme sobre la superficie, cumpliendo con la formula definida en la correspondiente Formula de Obra. ❖ El equipo para la distribución de la emulsión asfáltica debe ir montado sobre neumáticos. ❖ El mismo debe ser capaz de mantener la emulsión dentro del rango de temperatura prescripta, así como también aplicar la dotación de emulsión asfáltica definida en la correspondiente Formula de Obra. ❖ La bomba debe generar una presión suficiente en la barra de distribución, de manera que los picos rieguen de forma pareja. ❖ Se debe de efectuar la calibración de la doación de riego de adherencia adoptada previamente a la aplicación regular del riego de adherencia.

Tabla 14. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de emulsiones asfálticas.

7.2.3. Equipos de distribución de los agregados

Los agregados se deben distribuir con equipos que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 15.

Característica	Requisitos
Distribución de agregados	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de distribución del agregado debe tener un sistema que regule la dotación en función de la velocidad de avance, de manera de obtener una cobertura uniforme sobre la superficie, cumpliendo con la dotación definida en la correspondiente Dotación de Obra. ❖ Para la extensión del agregado se deben utilizar distribuidoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas.

Tabla 15. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de los agregados

7.2.4. Equipos de compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 16.

Característica	Requisitos
Equipos de compactación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Número y tipo de equipo: El número y las características de los equipos de compactación deben ser acordes a la superficie y al nivel de producción (ritmo de trabajo). ❖ Los compactadores neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras. ❖ Los compactadores de llantas metálicas deben tener un sistema tal que permita mantener siempre limpia y húmeda la superficie del cilindro, sin exceso de agua. Asimismo, no presentarán surcos ni irregularidades en las superficies cilíndricas. ❖ Los compactadores deben poder invertir la marcha mediante una acción suave; también deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimientos. ❖ El peso mínimo del equipo debe ser de ocho toneladas (8 t).

Tabla 16. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de los TBST

7.2.5. Equipos de barrido

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 17.

Característica	Requisitos
Equipos de barrido	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Número y tipo de equipo: El número y las características de los equipos de barrido debe ser acordes a la superficie y al nivel de producción (ritmo de trabajo). ❖ Los equipos de barrido deben ser barredoras mecánicas de cepillo. ❖ Es deseable que las mismas cuenten con dispositivos de aspiración.

Tabla 17. Requisitos que deben cumplir los equipos de barrido de los TBST

7.3.- Ejecución de las obras

7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo

Previo a la ejecución del TBST, la superficie de apoyo se debe encontrar aprobada por el Director de Obra, de acuerdo con el cumplimiento de las exigencias establecidas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de la misma.

Previo a la colocación del TBST, se debe ejecutar una limpieza de la superficie mediante un equipo barredora y/o equipo de aire a presión. La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros. Asimismo, debe estar libre de manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.

Si la superficie de apoyo consiste en una base granular, se debe ejecutar un riego de imprimación. Las banquetas y/o trochas aledañas se deben mantener durante los trabajos en condiciones tales que eviten la contaminación de la superficie.

7.3.2.- Aplicación de la primera capa del TBST

7.3.2.1- Aplicación del primer riego de emulsión asfáltica

Cuando la superficie a regar se encuentre en las condiciones fijadas en el Punto 7.3.1. "Preparación de la superficie de apoyo", se debe aplicar el primer riego de emulsión asfáltica, con la dotación y la temperatura definida en la Formula de Obra. La distribución del riego se debe efectuar de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo.

Se debe procurar lograr una ligera superposición del orden de los 10 cm del riego en la unión de dos franjas de regado, haciendo coincidir la junta longitudinal con el eje de la calzada. Se debe garantizar la aplicación del riego de manera uniforme, sin la formación de estrías ni acumulaciones en superficie, garantizando la formula especificada.

En el extremo libre, donde no se realizará la ejecución de una franja contigua, la aplicación del material bituminoso sobrepasará en veinte (20) centímetros los bordes externos del área a tratar.

7.3.2.2.- Aplicación del primer riego de agregados

La extensión del primer riego de agregado se debe realizar por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación definida en la Formula de Obra. Se debe evitar el contacto de las ruedas del equipo de extensión con la superficie regada (con emulsión) no protegida.

En el momento de su extensión, el agregado debe estar limpio y no debe tener una humedad excesiva. Si hubiera que extender agregado sobre una franja regada (con emulsión), sin que lo hubiera sido la adyacente, se debe dejar sin cubrir con agregado un área de unos veinte centímetros (20 cm) de ancho de la superficie previamente regada con emulsión asfáltica, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada, de manera de conseguir un solape al regar la franja adyacente.

Es recomendable que el distribuidor de árido no se encuentre a más de 50 m de distancia del regador de emulsión para evitar problemas de adherencia o escurrido de la emulsión.

La velocidad del distribuidor de piedra debe estar controlada para permitir que la piedra se adhiera al contacto y no ruede en el contacto con el pavimento.

La secuencia de compactación va a depender de la superficie a aplicar el TBSS, la misma se debe de ajustar en el tramo de prueba. Al margen de ello, como referencia, para bases (tanto granulares como estabilizadas) preferentemente se deben de realizar las primeras pasadas con rodillo liso limitando el número de pasadas a 2 (dos) y posteriormente finalizar el proceso con un compactador neumático.

Para TBSS sobre pavimentos existentes empelar preferentemente solo computadores neumáticos, comenzando el proceso de compactación desde el borde al centro de la calzada.

7.3.2.3.- Compactación de la primera capa del TBST

Acto seguido de la distribución del agregado e inmediatamente de practicados los retoques necesarios, se comenzará, por su orden, con el aplanado mecánico y el rodillo neumático.

Se podrán emplear compactadores lisos para este proceso siempre que los mismos no produzcan rotura de los agregados.

7.3.2.4.- Barrido

Una vez finalizada la compactación del agregado y transcurrido el plazo necesario para que la emulsión asfáltica alcance una cohesión adecuada, se debe eliminar mediante barrido mecánica todo exceso de agregado que haya quedado suelto o mal adherido. Preferentemente las cerdas de la barredora deben ser de plástico.

7.3.3.- Aplicación de la segunda capa del TBST

7.3.3.1.- Aplicación del segundo riego de emulsión asfáltica

Cuando la superficie de la primera capa del TBST haya sido barrida de acuerdo con el Punto 7.3.2.4, se debe aplicar el segundo riego de emulsión asfáltica, con la dotación y la temperatura definida en la Formula de Obra. La distribución del riego se debe efectuar de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo.

Se debe procurar lograr una ligera superposición del orden de los 10 cm del riego en la unión de dos franjas de regado, respetando un desfasaje de 15 cm respecto de la junta longitudinal correspondiente a la primera capa. Se debe garantizar la aplicación del riego de manera uniforme, sin la formación de estrías ni acumulaciones en superficie, garantizando la formula especificada.

En el extremo libre, donde no se realizará la ejecución de una franja contigua, la aplicación del material bituminoso sobrepasará en veinte (20) centímetros los bordes externos del área a tratar.

7.3.3.2.- Aplicación del segundo riego de agregados

La extensión del segundo riego de agregado se debe realizar por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación definida en la Formula de Obra. Se debe evitar el contacto de las ruedas del equipo de extensión con la superficie regada (con emulsión) no protegida.

En el momento de su extensión, el agregado debe estar limpio y no debe tener una humedad excesiva. Si hubiera que extender agregado sobre una franja regada (con emulsión), sin que lo hubiera sido la adyacente, se debe dejar sin cubrir con agregado un área de unos veinte centímetros (20 cm) de ancho de la superficie previamente regada con emulsión asfáltica, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada, de manera de conseguir un solape al regar la franja adyacente.

Es recomendable que el distribuidor de árido no se encuentre a más de 50 m de distancia del regador de emulsión para evitar problemas de adherencia o escurrido de la emulsión.

La velocidad del distribuidor de piedra debe estar controlada para permitir que la piedra se adhiera al contacto y no ruede en el contacto con el pavimento.

7.3.3.3.- Compactación de la segunda capa del TBST

Acto seguido a la distribución del segundo riego de agregados e inmediatamente de practicados los retoques necesarios, se comenzará, por su orden, con el aplanado mecánico y el rodillo neumático.

Se podrán emplear compactadores lisos para este proceso siempre que los mismos no produzcan rotura de los agregados.

La secuencia de compactación va a depender de la superficie a aplicar el TBSS, la misma se debe de ajustar en el tramo de prueba. Al margen de ello, como referencia, para bases (tanto granulares como estabilizadas) preferentemente se deben de realizar las primeras pasadas con rodillo liso limitando el número de pasadas a 2 (dos) y posteriormente finalizar el proceso con un compactador neumático.

Para TBSS sobre pavimentos existentes empelar preferentemente solo computadores neumáticos, comenzando el proceso de compactación desde el borde al centro de la calzada.

7.3.3.4.- Barrido

Una vez finalizada la compactación y transcurrido el plazo necesario para que la emulsión asfáltica alcance una cohesión adecuada para resistir la circulación normal de vehículos, se debe eliminar mediante barrido mecánica todo exceso de agregado que haya quedado suelto o mal adherido. Preferentemente las cerdas de la barredora deben ser de plástico.

7.3.4.- Aplicación de la tercera capa del TBST

7.3.4.1.- Aplicación del tercer riego de emulsión asfáltica

Cuando la superficie de la segunda capa del TBST haya sido barrida de acuerdo con el Punto 7.3.3.4, se debe aplicar el tercer riego de emulsión asfáltica, con la dotación y la temperatura definida en la Formula de Obra. La distribución del riego se debe efectuar de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo.

Se debe procurar lograr una ligera superposición del orden de los 10 cm del riego en la unión de dos franjas de regado, respetando un desfase de 10 cm respecto de la junta longitudinal correspondiente a la segunda capa. Se debe garantizar la aplicación del riego de manera uniforme, sin la formación de estrías ni acumulaciones en superficie, garantizando la formula especificada.

En el extremo libre, donde no se realizará la ejecución de una franja contigua, la aplicación del material bituminoso sobrepasará en veinte (20) centímetros los bordes externos del área a tratar.

7.3.4.2.- Aplicación del tercer riego de agregados

La extensión del tercer riego de agregado se debe realizar por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación definida en la Formula de Obra. Se debe evitar el contacto de las ruedas del equipo de extensión con la superficie regada (con emulsión) no protegida.

En el momento de su extensión, el agregado debe estar limpio y no debe tener una humedad excesiva. Si hubiera que extender agregado sobre una franja regada (con emulsión), sin que lo hubiera sido la adyacente, se debe dejar sin cubrir con agregado un área de unos veinte centímetros (20 cm) de ancho

de la superficie previamente regada con emulsión asfáltica, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada, de manera de conseguir un solape al regar la franja adyacente.

Es recomendable que el distribuidor de árido no se encuentre a más de 50 m de distancia del regador de emulsión para evitar problemas de adherencia o escurrido de la emulsión.

La velocidad del distribuidor de piedra debe estar controlada para permitir que la piedra se adhiera al contacto y no ruede en el contacto con el pavimento.

7.3.4.3.- Compactación de la tercera capa del TBST

Acto seguido a la distribución del segundo riego de agregados e inmediatamente de practicados los retoques necesarios, se comenzará, por su orden, con el aplanado mecánico y el rodillo neumático.

Se podrán emplear compactadores lisos para este proceso siempre que los mismos no produzcan rotura de los agregados.

La secuencia de compactación va a depender de la superficie a aplicar el TBSS, la misma se debe de ajustar en el tramo de prueba. Al margen de ello, como referencia, para bases (tanto granulares como estabilizadas) preferentemente se deben de realizar las primeras pasadas con rodillo liso limitando el número de pasadas a 2 (dos) y posteriormente finalizar el proceso con un compactador neumático.

Para TBSS sobre pavimentos existentes emplear preferentemente solo computadores neumáticos, comenzando el proceso de compactación desde el borde al centro de la calzada.

7.3.4.4.- Barrido

Una vez finalizada la compactación y transcurrido el plazo necesario para que la emulsión asfáltica alcance una cohesión adecuada para resistir la circulación normal de vehículos, se debe eliminar mediante barrido mecánico todo exceso de agregado que haya quedado suelto o mal adherido. Preferentemente las cerdas de la barredora deben ser de plástico.

7.3.5.- Limpieza

El Contratista debe prestar especial atención en no afectar durante la realización de las obras la calzada existente o recién construida.

Para tal efecto, todo vehículo que se retire del sector de obra debe ser sometido a una limpieza de los neumáticos, de manera tal que no marque ni ensucie tanto la calzada como la demarcación existente.

En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra, dentro del área de obra o fuera de ella, el Contratista debe hacerse cargo de la limpieza de estas de modo de reestablecer las condiciones iniciales.

8.- TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de los TBST, se debe ejecutar el Tramo de Prueba. El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en la Formula de Obra y el proceso de construcción necesarios para alcanzar la conformidad total de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares correspondiente.

El Contratista debe informar por escrito, adjuntos a la Formula de Obra final a emplear, los ajustes llevados a cabo. Los mismos deben ser aprobados por el Director de Obra previo al inicio de las obras.

El Tramo de Prueba debe realizarse con anticipación a la fecha de inicio de las obras prevista por el Plan de Trabajo del Contratista. Debe permitir efectuar la totalidad de los ensayos involucrados y los ajustes derivados del análisis de dichos resultados.

El Tramo de Prueba se debe realizar sobre una longitud no menor a la definida por el Director de Obra, nunca menor a la longitud correspondiente a cien metros lineales (100 m), por ancho de colocación del TBST.

Durante la ejecución del tramo de prueba se debe de incluir la calibración y verificación de los equipos de distribución de emulsión y agregados.

Con el objetivo de determinar la conformidad con las condiciones y requisitos especificados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se deben realizar los ensayos establecidos en ambos documentos para el Tramo de Prueba. El Director de Obra puede solicitar la ejecución de otros ensayos además de los indicados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los mencionados ensayos pueden ser in-situ o sobre muestras de materiales sin colocar. Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Director de Obra debe decidir:

- ❖ Si es aceptable o no la Formula de Obra. En el primer caso, se puede iniciar la ejecución del TBST. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en el proceso de construcción), de modo de cumplimentar con las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba.
- ❖ Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista para llevar adelante los procesos constructivos y control de dichos procesos.

No se debe proceder a la ejecución del TBST sin que el Director de Obra haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del Tramo de Prueba.

Los tramos de prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra del TBST, como así también se verifiquen los requisitos de la unidad terminada definidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para el Tramo de Prueba, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO

Los TBST no se podrán ejecutar durante los meses de junio, julio y las dos primeras semanas del mes de agosto.

Fuera de ese período de veda, no se permite la puesta en obra de los TBST en las siguientes situaciones (salvo autorización expresa del Director de Obra):

- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a ocho grados Celsius ($< 8^{\circ}\text{C}$)
- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a diez grados Celsius ($< 10^{\circ}\text{C}$) y la velocidad del viento en superficie es mayor a 35 Km/h.
- ❖ Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Finalizado el proceso de compactación, previa autorización del Director de Obra, se puede habilitar la circulación del tránsito (limitando la velocidad de circulación a 40 km/h durante las primeras 24 horas) sobre la misma cuando se verifiquen los siguientes aspectos:

- ❖ Se ha producido la rotura de la emulsión de manera definitiva.
- ❖ No existe riesgo de desprendimiento de agregados.
- ❖ Se ha efectuado el primer barrido liviano de la superficie

10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Generalidades

El Plan de Control de Calidad define el programa que debe cumplir el Contratista para el control de calidad de los materiales, del proceso constructivo y de la unidad terminada.

El Plan de Control de Calidad debe ser entregado por el Contratista y aprobado por el Director de obra, el mismo debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- ❖ Ensayos establecidos en el Punto 10. “Plan de Control de Calidad” del presente documento.

- ❖ Listado de equipos, instrumentos y elementos con los que cuenta el Laboratorio de Obra. Mínimamente debe de contar el laboratorio de obra con los equipos, elementos e instrumentos necesarios para realizar los ensayos cuya frecuencia es cada lote en el plan de control de calidad.
- ❖ Certificado de Calibración y Plan de Calibración y Verificación de los equipos, instrumentos y elementos del Laboratorio de Obra.
- ❖ Listado de personal afectado al laboratorio de obra y al cumplimiento del plan de control de calidad de la obra. Los recursos humanos destinados a las tareas antes mencionadas deben de permitir ejecutar el plan de control de calidad en tiempo y forma.

Con la información generada por la implementación del Plan de Control de Calidad se debe elaborar un informe para presentar al Director de obra. La frecuencia de presentación de este informe es determinada en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director de obra. Nunca esta frecuencia puede ser inferior a:

- ❖ Una presentación mensual.
- ❖ Cincuenta mil metros cuadrados (50.000 m²) de TBSS construidos.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Control de Calidad: ensayos sobre materiales, proceso constructivo y unidad terminada, de los diferentes lotes ejecutados en este período.

En todos los casos en que el Director de obra entregue al Contratista planillas modelos de cálculo y presentación de resultados de ensayos, las mismas son de uso obligatorio.

El Director de obra, o quién éste delegue, pueden supervisar la ejecución de los ensayos, por lo que el Contratista debe comunicar con suficiente anticipación su realización.

El presente Plan de Control de Calidad queda complementado con lo establecido en el Punto 11. “Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada”.

El Director de obra puede disponer el envío de una o más muestras de cualquier material involucrado en la obra (agregados, emulsión asfáltica, etc.) al sector responsable de calidad de la DNV con el objetivo de auditar periódicamente al laboratorio de control de calidad y/o Laboratorio de Obra del Contratista.

Para todos los casos en los cuales se verifique una diferencia en un parámetro determinado entre el laboratorio del Contratista y el laboratorio empleado por el Director de obra, considerando la misma muestra, el valor que se debe tomar como definitivo es el correspondiente al laboratorio empleado por el Director de obra. Si el Director obra lo considera conveniente, se puede emplear la metodología de la Norma ASTM D3244 para establecer el valor definitivo a adoptar del parámetro considerado.

Para determinar el equipo de transporte sobre el cual efectuar el muestreo para el control de un lote de producción, se debe emplear el sistema de muestreo aleatorio descrito en la Norma ASTM D3665. El mismo método se debe utilizar para determinar los puntos sobre la calzada donde efectuar el control de un lote de obra.

En todos los casos, la metodología de muestreo debe ser la establecida por las normas de referencia o el aprobado por el Director de obra.

Para los casos donde no sea aplicable lo anterior, el Director de obra debe siempre aprobar la metodología de muestreo.

10.2.- Lotes

El control del proceso de ejecución del TBST se organiza por lotes de obra (unidad terminada). A continuación, se definen y especifican los mencionados conceptos y alcances de estos.

10.2.1. Definición de lote de obra

Se considera como lote de obra en el camino a la fracción menor que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- ❖ Una longitud menor o igual a mil metros (≤ 1.000 m) lineales de construcción.
- ❖ Lo ejecutado en media jornada de trabajo o una jornada de trabajo (el Director de obra decidirá el tamaño del lote de producción dependiendo del ritmo de la obra).

10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de los materiales.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados previa la ejecución del Tramo de Prueba.

Si cambia la procedencia de algún material, se debe realizar cada uno de los ensayos contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Se debe también realizar nuevamente el proceso de dosificación, con el objetivo de presentar la nueva Fórmula de Obra.

10.3.1.- Agregados

10.3.1.1.- Agregados gruesos

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados gruesos utilizada es la que se indica en la Tabla 18.

Parámetro	Método	Frecuencia
Elongación	IRAM 1687-2	Cada 600 T recibidas
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Cada 600 T recibidas
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” ⁽¹⁾	IRAM 1532	Cada 600 T recibidas
Micro Deval ⁽¹⁾	ASTM D6928	Cada 600 T recibidas
Polvo adherido	IRAM1883	Cada 300 T recibidas
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	En el momento del diseño
Coeficiente pulimento acelerado	ASTM D3319	En el momento del diseño
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Cada 100 T recibidas
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Cada 300 T recibidas
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	Cada 1200 T recibidas
Degradación en presencia de dimetil – sulfoxide ⁽²⁾	UY A 26	Cada 1200 T recibidas
Caras de fractura	IRAM 1851	Cada 300 T recibidas

Tabla 18. Plan de ensayos sobre el agregado grueso

⁽¹⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”, la frecuencia de ensayo es cada 400 T.

⁽²⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”

10.3.2.- Emulsiones asfálticas

10.3.2.1.- Emulsiones asfálticas convencionales

La frecuencia mínima de ensayos para emulsiones asfálticas convencionales (IRAM 6691) es la que se indica en la Tabla 19.

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del residuo sobre tamiz	IRAM 6717	Cada partida recibida
Obtención y determinación del residuo asfáltico	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación del contenido de agua	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de los hidrocarburos destilados	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de la penetración del residuo asfáltico	IRAM 6576	Cada 10 partidas recibidas
Resto de los parámetros contemplados en la norma	IRAM 6691	Cada 10 partidas recibidas

Tabla 19. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas convencionales

10.3.2.2.- Emulsiones asfálticas modificadas

La frecuencia mínima de ensayos para emulsiones asfálticas modificadas (IRAM 6698) es la que se indica en la Tabla 20.

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del residuo sobre tamiz	IRAM 6717	Cada partida recibida
Obtención y determinación del residuo asfáltico	IRAM 6694	Cada 5 partidas recibidas
Recuperación torsional del residuo asfáltico	IRAM 6830	Cada 5 partidas recibidas
Determinación del contenido de agua	IRAM 6694	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de la penetración del residuo asfáltico	IRAM 6576	Cada 10 partidas recibidas
Resto de los parámetros contemplados en la norma	IRAM 6698	Cada 10 partidas recibidas

Tabla 20. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas modificadas

10.3.2.3.- Otro tipo de emulsiones asfálticas

En el caso que se utilice otro tipo de emulsión asfáltica, según el Punto 5.2.3. “Otro tipo de emulsión asfáltica”, se establece la frecuencia mínima de ensayos para la misma en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o en su defecto la determina el Director de Obra.

10.3.3. Aditivos u otros materiales

Los ensayos para realizar sobre los aditivos u otros materiales, así como también la frecuencia de estos, se establece en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o en su defecto la determinará el Director de Obra.

10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso constructivo de los TBST

A continuación, en la Tabla 21, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad del proceso constructivo del TBST.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados durante la ejecución del Tramo de Prueba. Al cambiar un insumo y/o alguno de los materiales componentes del TBST, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

Parámetro	Método	Frecuencia
Dotación de ligante asfáltico residual de cada capa	⁽¹⁾	Cada lote de obra
Dotación de agregados pétreos de cada capa	⁽²⁾	Cada lote de obra
Granulometría de los agregados pétreos de cada capa ⁽³⁾		Cada lote de obra

Tabla 21. Plan de ensayos para el control de ejecución de los TBST.

⁽¹⁾ La metodología se detalla en el Punto 10.1.1. “Dotación del ligante asfáltico residual (lote de obra)”.

⁽²⁾ La metodología se detalla en el Punto 10.1.2. “Dotación de los agregados (lote de obra)”.

⁽³⁾ Se detalla el método de muestreo en el Punto 10.1.3. “Granulometría de los agregados (lote de obra)”.

10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la unidad terminada, la misma se resume en la Tabla 22.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados al finalizar la ejecución del Tramo de Prueba.

Parámetro	Método	Frecuencia
Macrotextura	IRAM 1850 ⁽¹⁾	Cada lote de obra

Tabla 22. Plan de ensayos sobre la unidad terminada

⁽¹⁾ Si el Director de Obra lo considera pertinente, podrá aprobar otra metodología de medición (ej.: mediante equipo de alto rendimiento), luego de evaluar la misma y su aceptable correlación con el ensayo de parche de arena.

10.6.- Archivo de la información

Es deber del Contratista documentar, gestionar y guardar la información y datos correspondientes a los lotes, mediciones, ensayos, resultados y cualquier otro dato o información que surgiere de la aplicación del Plan de Control de Calidad detallado en el presente documento.

Dicha información debe estar disponible para el Director de obra cuando éste lo solicite durante la ejecución de la obra y debe ser entregada al final de esta.

11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA

11.1.- Requisitos del proceso de construcción (lote de obra)

11.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual de cada capa (lote de obra)

La dotación media del ligante asfáltico residual de cada capa del lote de obra en estudio es la media del ligante asfáltico residual obtenida a partir de no menos de tres determinaciones.

La diferencia entre el mayor y el menor valor utilizados para el cálculo de la media, debe ser menor o igual a diez por ciento (10 %).

Para la determinación de la dotación media del ligante asfáltico residual de cada capa se deben disponer sobre la superficie a regar no menos de tres bandejas. Las mismas deben ser metálicas, de silicona, u otro material apropiado y aprobado por el Director de Obra. La ubicación de estas sobre la superficie a regar debe ser de manera aleatoria, según lo indicado en el Punto 10.1. “Generalidades”.

En cada uno de estos elementos se debe determinar la dotación de ligante residual, en gr/m², mediante secado a estufa y pesaje.

La dotación media de ligante asfáltico residual de cada capa del lote de obra en estudio debe ser superior a la indicada en la Formula de Obra aprobada y vigente.

11.1.2. Dotación de los agregados pétreos de cada capa (lote de obra)

La dotación media de los agregados de cada capa del lote de obra en estudio es la media de la dotación de agregados obtenida a partir de no menos de tres determinaciones.

La diferencia entre el mayor y el menor valor utilizados para el cálculo de la media, debe ser menor o igual a diez por ciento (10%). Para la determinación de la dotación media de los agregados de cada capa se deben disponer sobre la superficie a regar no menos de tres bandejas. Las mismas deben ser metálicas, de silicona, u otro material apropiado y aprobado por el Director de Obra.

La ubicación de estas sobre la superficie a regar debe ser de manera aleatoria, según lo indicado en el Punto 10.1. “Generalidades”.

En cada uno de estos elementos se debe determinar la dotación de los agregados, en lt/m².

La dotación media de los agregados de cada capa del lote de obra en estudio no debe diferir en ± 10 % respecto del valor indicado en la Formula de Obra aprobada y vigente.

11.1.3. Granulometría de los agregados de cada capa (lote de obra)

La determinación de la granulometría de los agregados de cada capa del lote de obra en estudio se debe hacer sobre no menos de dos (2) muestras. Estas muestras se deben tomar a la salida del equipo que efectúa la distribución de los agregados pétreos.

Antes de la realización de la granulometría, las muestras deben secarse hasta peso constante. Se considera granulometría media de los agregados al promedio de las granulometrías obtenidas de los ensayos realizados sobre el lote de producción en estudio.

La granulometría de los agregados debe cumplir con las tolerancias admisibles, respecto a la granulometría de la Formula de Obra vigente, indicadas en la Tabla 23.

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría de los agregados, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la TBSS en el Punto 6.1. “Husos granulométricos”.

Apertura de tamices	Tolerancias
25,4 mm (1")	± 7 %
19,0 mm (3/4")	± 6 %
15,8 mm (5/8")	± 5 %
12,5 mm (1/2")	± 5 %
9,5 mm (3/8")	± 4 %
6,3 mm (1/4")	± 4 %
3,1 mm (1/8")	± 4 %
0.425 mm (N° 40)	± 3 %

Tabla 23. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente

11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)

11.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra)

La evaluación visual de la superficie de cada lote de obra, o de un área parcial del mismo, debe mostrar homogeneidad y no se debe observar ningún tipo de segregación, desprendimientos, exudación del ligante asfáltico o ningún otro defecto.

11.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra)

La superficie debe presentar un aspecto homogéneo y uniforme, libre de segregaciones de agregados y de exudaciones; los sectores que puntualmente presenten alguno de estos defectos deben ser corregidos por cuenta del Contratista.

Se debe realizar el control de la macrotextura de cada lote de obra ejecutado antes de que el lote en estudio alcance seis (6) meses de servicio.

El control de la macrotextura se debe realizar mediante el método del Círculo de Arena siguiendo la metodología establecida en la norma IRAM 1850.

Para la asignación del valor de macrotextura a cada lote de obra se deben realizar ocho (8) determinaciones.

El valor medio de estas determinaciones mencionadas anteriormente y su respectivo desvío estándar deben cumplimentar los requisitos establecidos en la Tabla 24.

Característica	Norma	Requisito
Macrotextura (Círculo de arena)	IRAM 1850	Promedio del lote > 0,50 mm Desvío estándar < 0,20 mm

Tabla 24. Requisito de macrotextura superficial inicial

12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada y del proceso constructivo del TBST se aplican sobre los lotes definidos en el Punto 10.2. "Lotes".

En todos los casos en que se rechace un lote de obra o zonas puntuales con problemas superficiales por segregaciones y/o exudaciones, todos los costos asociados a la remediación de la situación (fresado, tratamiento de los productos generados de la demolición, reposición de capa, etc.) están a cargo del Contratista.

12.1.- Proceso de construcción

12.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual de cada capa (lote de obra)

La dotación de ligante asfáltico residual de cada capa del lote de obra en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.1. “Dotación del ligante asfáltico residual (lote de obra)”.

Si la dotación media de ligante asfáltico residual del lote de obra no verifica el requisito del Punto 11.1.1 pero la diferencia es menor a diez por ciento (10 %) respecto de la Formula de Obra aprobada y vigente, se acepta el lote de obra, pero corresponde un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie de este.

Lo anteriormente expuesto es aplicable siempre que se verifique que el TBST en estudio cumple con las restantes exigencias establecidas en el Punto 6.3. “Criterios para el proceso de diseño”. Si la dotación media de ligante asfáltico residual de cada capa del lote de obra no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de obra.

En tal caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.1.2. Dotación de los agregados de cada capa (lote de obra)

La dotación de los agregados de cada capa del lote de obra en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.2. “Formula de los agregados (lote de obra)”.

Si la dotación media de agregados de la capa del lote de obra no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos diez por ciento (± 10.0 %) respecto de la Formula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos quince por ciento (± 15.0 %), se acepta el lote de obra, pero corresponde un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie de este.

Lo anteriormente expuesto es aplicable siempre que se verifique que el TBST en estudio cumple con las restantes exigencias establecidas en el Punto 6.3. “Criterios para el proceso de diseño”.

Si la dotación media de los agregados de cada capa del lote de obra no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de obra. En tal caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.1.3. Granulometría de los agregados de cada capa (lote de obra)

La aceptación del lote de obra por cuanto, a la granulometría de los agregados pétreos de cada capa, se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.3. “Granulometría de los agregados de cada capa (lote de obra)”.

Si la granulometría media de los agregados de la capa en estudio no cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el Punto 11.1.3. “Granulometría de los agregados de cada capa (lote de obra)”, pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 25 se acepta el lote de obra con un descuento por penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie de este.

Apertura de tamices	Tolerancias
25,4 mm (1")	+/- 9 %
19,0 mm (3/4")	+/- 9 %
15,8 mm (5/8")	+/- 8 %
12,5 mm (1/2")	+/- 8 %
9,5 mm (3/8")	+/- 7 %
6,3 mm (1/4")	+/- 7 %
3,1 mm (1/8")	+/- 7 %
0.425 mm (N° 40)	+/- 6 %

Tabla 25. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados de la capa en estudio, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la combinación de agregados en el Punto 6.1. “Husos granulométricos”.

Lo anteriormente expuesto es aplicable siempre que se verifique que el TBST cumple en su totalidad con las exigencias establecidas en el Punto 6.3. “Criterios para el proceso de diseño”.

Si la granulometría media de los agregados de cada capa del lote en estudio no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de obra en estudio, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.2.- Unidad terminada

12.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra)

La evaluación visual debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.1. “Aspectos superficiales (lote de obra)”. Si la evaluación visual no verifica lo expuesto anteriormente, en todo el lote de obra o en un área parcial del mismo, se rechaza el lote de obra o el área parcial considerada.

En este caso, excepto indicación contraria del Director de Obra, debe el Contratista proceder a la demolición mediante fresado y a la reposición de la capa rechazada.

12.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra)

En referencia a la macrotextura superficial, el valor medio y el desvío estándar de la macrotextura del lote de obra en estudio debe verificar los requisitos establecidos en el Punto 11.2.2 “Macrotextura superficial (lote de obra)” de la presente especificación.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio resulta mayor al ochenta por ciento ($> 80 \%$) del mínimo especificado y el desvío estándar es menor al especificado, para el caso en estudio, se acepta el lote con un descuento del cinco por ciento (5%) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio resulta superior al mínimo especificado y el desvío estándar mayor al límite especificado pero menor a tres décimas de milímetro ($< 0,3 \text{ mm}$), para el tipo de mezcla asfáltica en cuestión, se aplica un descuento del cinco por ciento (5%) sobre el lote de obra en estudio.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio es inferior al ochenta por ciento ($< 80 \%$) del mínimo especificado o el desvío estándar es igual o superior al valor máximo especificado para el tipo de mezcla asfáltica en cuestión, se rechaza el lote de obra en estudio.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponer la capa; o, previa autorización del Director de obra, colocar otra capa similar sobre la rechazada, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras.

Esto es posible si la capa colocada cumple con el resto de los requisitos establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

13.- MEDICIÓN

La ejecución de los TBST considerados en el presente documento se mide en metros cuadrados (m^2) ejecutados.

Los valores surgen del producto entre la longitud de la capa ejecutada, por el ancho establecido para la misma en el proyecto.

Al área resultante se le debe aplicar, si los hubiese, los descuentos por penalidades y bonos adicionales; estos son acumulativos.

La cantidad de emulsión aplicada (en toneladas) por cada capa del TBST en un lote de obra se calculará multiplicando la dotación de obra aprobada de ligante asfáltico residual por la superficie del lote;

posteriormente, a partir de este valor y el contenido mínimo de asfalto especificado para el tipo de emulsión asfáltica empleada, se procederá a calcular la cantidad total de emulsión asfáltica aplicada en el riego de material bituminoso del lote de obra en consideración.

Las cantidades de agregado utilizadas por cada capa del TBST (en toneladas) para la construcción de cada lote de obra se calculará multiplicando la dotación de obra aprobada de agregado pétreo (en l/m²9 por la superficie del lote; posteriormente, a partir de este valor y el PUV (peso por unidad de volumen) del agregado pétreo empleado, se procederá a calcular la cantidad total de agregado pétreo (en toneladas) utilizado en el riego de agregado del lote de obra en consideración.

14.- FORMA DE PAGO

El transporte, dosificación, distribución y compactación del TBST se paga por metro cuadrado de superficie terminada, medida en la forma establecida en el Punto 13. “Medición”, a los precios unitarios de contrato para los ítems respectivos.

Estos precios son compensación total por las siguientes tareas:

- ❖ Barrido y soplado de la superficie a recubrir.
- ❖ Los procesos involucrados en la distribución y compactación del TBST.
- ❖ La provisión del equipamiento necesario para la ejecución del ítem.
- ❖ Las posibles correcciones de los defectos constructivos.
- ❖ La señalización y conservación de los desvíos durante la ejecución de los trabajos.
- ❖ Todo otro trabajo, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución y conservación del ítem según lo especificado.
- ❖ No se abonan sobreanchos respecto de los establecidos en el proyecto ni aumentos de las dotaciones respecto de la fórmula de obra adoptada y aprobada por el Director de obra oportunamente.

De dicho precio se excluyen solamente los gastos originados en la adquisición, carga, transporte, descarga y almacenamiento de la emulsión asfáltica y del agregado pétreo, que se pagarán por separado, en la forma establecida en la presente sección.

Las cantidades de emulsión bituminosa y de agregado pétreo a liquidar se medirán en la forma especificada en el Punto 13 de esta especificación técnica.

En ningún caso, las cantidades de emulsión asfáltica o agregado pétreo certificadas por el Director de Obra será superior a las cantidades facturadas al Contratista por sus proveedores de los mencionados insumos.

15.- CONSERVACIÓN

La conservación de los TBST contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de estos en perfectas condiciones y la reparación inmediata de cualquier falla que se produjese hasta la Recepción Definitiva de la Obra o durante el período que indique el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los deterioros que se produzcan deben ser reparados por cuenta del Contratista, repitiendo, si fuera necesario al sólo juicio del Director de obra, las operaciones íntegras del proceso constructivo. Ante la ocurrencia de un deterioro de una superficie ejecutada de TBST el Contratista debe efectuar la reconstrucción de esa parte, sin derecho o pago de ninguna naturaleza. Esto es así aun cuando la calzada haya sido librada al tránsito público en forma total o parcial.

La reconstrucción de las partes arriba mencionadas se debe realizar de acuerdo con lo indicado en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales, con los materiales establecidos en el mismo y en el correspondiente Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

ÍNDICE

Sección 5D – Tratamientos bituminosos superficiales de sellado (TBSELLO)

ÍNDICE.....	1
ÍNDICE DE TABLAS.....	4
1.- DESCRIPCIÓN.....	5
2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN.....	5
3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA.....	5
3.1.- Definición y nomenclatura para los tratamientos bituminosos superficiales de sellado TBSELLO.....	5
4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN.....	6
5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES.....	7
5.1.- Agregados pétreos.....	7
5.1.1.- Características generales.....	7
5.1.2.- Agregado grueso.....	7
5.1.2.1.- Definición de agregado grueso.....	7
5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso.....	7
5.1.3.- Agregado fino.....	10
5.1.3.1.- Definición de agregado fino.....	10
5.1.3.2.- Requisitos del agregado fino.....	10
5.2.- Emulsiones asfálticas.....	11
5.2.1.- Emulsiones asfálticas convencionales.....	11
5.2.2.- Emulsiones asfálticas modificadas.....	11
5.2.3.- Otros tipos de emulsiones asfálticas.....	11
5.2.4.- Características generales.....	11
5.3.- Aditivos u otros materiales.....	11

6.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO.....	12
6.1.- Husos granulométricos.....	12
6.2.- Formula de insumos.....	12
6.3.- Presentación de la Fórmula de Obra.....	13
7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	14
7.1.- Consideraciones generales.....	14
7.2.- Equipos de obra.....	14
7.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica.....	14
7.2.2. Equipos para la aplicación de la emulsión asfáltica.....	14
7.2.3. Equipos de distribución de los agregados.....	15
7.2.4. Equipos de compactación.....	15
7.2.5. Equipos de barrido.....	16
7.3.- Ejecución de las obras.....	16
7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo.....	16
7.3.2.- Aplicación del riego de emulsión asfáltica.....	17
7.3.3.- Aplicación del riego de agregados.....	17
7.3.4.- Compactación.....	17
7.3.5.- Barrido.....	18
7.3.6.- Limpieza.....	18
8.- TRAMO DE PRUEBA.....	18
9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO.....	19
10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....	20
10.1.- Generalidades.....	20
10.2.- Lotes.....	21
10.2.1. Definición de lote de obra.....	21
10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales.....	21
10.3.1.- Agregados.....	22

9.3.1.1.- Agregados gruesos.....	22
10.3.1.2.- Agregados finos.....	23
10.3.2.- Emulsiones asfálticas.....	23
10.3.2.1.- Emulsiones asfálticas convencionales.....	23
10.3.2.2.- Emulsiones asfálticas modificadas.....	23
10.3.2.3.- Otro tipo de emulsiones asfálticas.....	24
10.3.3. Aditivos u otros materiales.....	24
10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso constructivo de los TBSELLO.....	24
10.5.- Archivo de la información.....	25
11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA.....	25
11.1.- Requisitos del proceso de construcción (lote de obra).....	25
11.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual (lote de obra).....	25
11.1.2. Dotación de los agregados (lote de obra).....	25
11.1.3. Granulometría de los agregados (lote de obra).....	26
11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra).....	27
11.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra).....	27
12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO.....	27
12.1.- Proceso de construcción.....	27
12.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual (lote de obra).....	27
12.1.2. Dotación de los agregados (lote de obra).....	27
12.1.3. Granulometría de los agregados (lote de obra).....	28
12.2.- Unidad terminada.....	29
12.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra).....	29
13.- MEDICIÓN.....	29
14.- FORMA DE PAGO.....	29
14.- CONSERVACIÓN.....	30

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación.....	5
Tabla 2. Sistema de designación de los TBSELLO	6
Tabla 3. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados.....	7
Tabla 4. Requisitos de los agregados gruesos	9
Tabla 5. Requisitos de los agregados provenientes de gravas.....	9
Tabla 6. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos”	9
Tabla 7. Requisitos de los agregados finos.....	10
Tabla 8. Requisitos para el aprovisionamiento y almacenamiento de emulsiones asfálticas.....	11
Tabla 9. Husos granulométricos del esqueleto granular de los TBSELLO.....	12
Tabla 10. Límites para dotaciones de TBSELLO	13
Tabla 11. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra.....	13
Tabla 12. Requisitos que deben cumplir los elementos de almacenamiento de emulsiones asfálticas.....	14
Tabla 13. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de emulsiones asfálticas.....	15
Tabla 14. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de los agregados	15
Tabla 15. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de los tbss.....	16
Tabla 16. Requisitos que deben cumplir los equipos de barrido de los tbss	16
Tabla 17. Plan de ensayos sobre el agregado grueso	22
Tabla 18. Plan de ensayos sobre el agregado fino.....	23
Tabla 19. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas convencionales.....	23
Tabla 20. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas modificadas	24
Tabla 21. Plan de ensayos para el control de ejecución de los TBSELLO.....	24
Tabla 22. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente.....	26
Tabla 23. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente.....	28

1.- DESCRIPCIÓN

Esta sección refiere a los requisitos que deben verificar los tratamientos bituminosos superficiales de sellado (TBSELLO) empleados sobre superficies de pavimentos existentes destinados a reforzar su impermeabilidad, sellar las fisuras producidas en su superficie o revestir las zonas raídas por la acción del tránsito y/o de los agentes atmosféricos; en lo vinculado a las características de los insumos constitutivos de las mismas y el proceso de construcción.

2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN

Las Normas técnicas de aplicación en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales son las que se resumen en la Tabla 1.

UNIT	Instituto Uruguayo de Normas Técnicas
IRAM	Normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Argentina
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA.
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA.
EN	Normas Comunidad Europea

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación

Para todos los casos en los cuales se utilicen las Normas mencionadas en el presente documento, salvo indicación contraria en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se debe utilizar la última versión vigente.

3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA

3.1.- Definición y nomenclatura para los tratamientos bituminosos superficiales de sellado TBSELLO

Este ítem consiste en una aplicación de material bituminoso sobre una superficie de pavimento existente, seguida de una distribución de agregado pétreo fino, con miras a la obtención de un refuerzo de la impermeabilidad de la superficie existente como así también un sellado de las fisuras o revestimiento de las zonas raídas por la acción del tránsito y/o de los agentes atmosféricos.

Las diferentes tipologías de tratamientos bituminosos superficiales de sellado contempladas en el presente documento se diferencian entre sí esencialmente por la gradación del agregado pétreo empleado y por el tipo de material bituminoso utilizado.

A continuación, se resume el sistema de designación para los tratamientos bituminosos superficiales de sellado que se utiliza a lo largo de la presente especificación, de manera de individualizar los diferentes tipos de tratamientos alcanzados en esta sección.

TBSELLO	G _z	CRR-X/CRRm-Y
---------	----------------	--------------

Tabla 2. Sistema de designación de los TBSELLO

Donde:

TBSELLO: Sigla que indica que se trata de un “Tratamiento Bituminosos Superficial de Sellado”.

G_z: Indica el tipo de gradación granulométrica del agregado pétreo empleado, pudiendo G_z tomar los siguientes valores:

G₁: Gradación 1

G₂: Gradación 2

CRR: Indicación correspondiente a las emulsiones asfálticas convencionales de rotura rápida, de acuerdo con la norma IRAM 6691.

X: Indicación que refiere a si la emulsión tipo CRR es del tipo CRR-1 o CRR-2 de la normativa IRAM 6691.

CRRm: Indicación correspondiente a las emulsiones asfálticas modificadas de rotura rápida, de acuerdo con la norma IRAM 6698.

Y: Indicación que refiere a si la emulsión tipo CRRm es del tipo CRR-1m o CRR-2m de la normativa IRAM-6698.

4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN

En lo que respecta a los requisitos de los materiales componentes de los riegos de imprimación no se aplica diferenciación alguna según el índice de prestación. Por lo tanto, los requisitos establecidos en esta especificación técnica son de cumplimiento general, independientemente del índice de prestación adoptado en el resto del proyecto.

5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES

5.1.- Agregados pétreos

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a emplear agregados cuya naturaleza, procedencia o estado fisicoquímico así lo requieran.

En caso de emplearse materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, debe hacerse un estudio que demuestre la aptitud de este para ser empleado, que debe ser aprobado por el Director de Obra.

5.1.1.- Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los agregados para el aprovisionamiento son los que se establecen en la Tabla 3.

Característica	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los agregados deben ser de origen natural, y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los agregados deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de estos. ❖ Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración fisicoquímica. ❖ Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.

Tabla 3. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados

5.1.2.- Agregado grueso

5.1.2.1.- Definición de agregado grueso

Bajo la denominación de “Agregado grueso”, se agruparán todos los agregados de origen mineral que queden retenidos en el tamiz N°4 (4,75 mm).

5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso

Los requisitos que deben de cumplir los agregados gruesos dependen del índice de tránsito adoptado para el proyecto en consideración. Los mismos se establecen en la Tabla 4 y en la Tabla 5.

El agregado grueso será por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Tabla 4 y en la Tabla 5.

Ensayo	Norma	Exigencia
Elongación	IRAM 1687-1	Determinación obligatoria.
Índice de las	IRAM 1532	Clasificación por prestación
		≤ 35
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles" ⁽¹⁾	IRAM 1762	Clasificación por prestación
		≤ 40
Micro Deval ⁽¹⁾	ASTM D6928	Clasificación por prestación
		≤ 17
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria
Coeficiente pulimento acelerado	ASTM D3319	Determinación obligatoria
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Determinación obligatoria
Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide	UY A 26	$\leq 60\%$

Ensayo	Norma	Exigencia
Caras de fractura	IRAM 1851	Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura ⁽¹⁾
		Clasificación por prestación
		≥ 50 ⁽¹⁾ Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener una o más caras de fractura.

Tabla 4. Requisitos de los agregados gruesos

⁽¹⁾ Para agregados tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la Tabla 6.

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de gravas, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla 5. Asimismo, se pueden definir exigencias extras en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Ensayo	Norma	Exigencia
Relación de tamaño de la partícula a triturar	---	Clasificación por prestación
		≥ 2 ⁽¹⁾
		⁽¹⁾ Tamaño mínimo de la partícula a triturar respecto a la partícula resultante de mayor tamaño.

Tabla 5. Requisitos de los agregados provenientes de gravas

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de “Tipo Basálticos”, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla 6.

Ensayo	Norma	Exigencia
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	Clasificación por prestación
		≤ 25
Micro Deval	ASTM D6928	Clasificación por prestación
		≤ 20

Tabla 6. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos”

5.1.3.- Agregado fino

5.1.3.1.- Definición de agregado fino

Se define como agregado fino la parte del agregado total pasante por el tamiz N° 4 (4,75 mm).

5.1.3.2.- Requisitos del agregado fino

Los requisitos que deben de cumplir los agregados finos se establecen en la Tabla 7.

El agregado fino debe ser por lo general de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Tabla 7.

En el caso de que el agregado fino provenga de la trituración de gravas, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en la Tabla 5.

Ensayo	Norma	Exigencia
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	La fracción gruesa de la cual proviene el agregado fino debe cumplir las exigencias de la Tabla 4 y Tabla 6 (si corresponde) para el Coeficiente de desgaste Los Ángeles.
Equivalente de arena	IRAM 1682	≥ 50
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Índice de Azul de Metileno ⁽¹⁾	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	≤ 7 gramos/kilogramo
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente	IRAM 1520	Determinación obligatoria

Tabla 7. Requisitos de los agregados finos

⁽¹⁾ El Índice de Azul de Metileno se debe hacer sólo en caso de que el Ensayo de Equivalente de Arena arroje un resultado menor a cincuenta por ciento (<50 %) y mayor o igual cuarenta y cinco por ciento (≥ 40 %).

5.2. Emulsiones asfálticas

5.2.1. Emulsiones asfálticas convencionales

La emulsión asfáltica para emplear se debe encuadrar dentro del tipo CRR 1 o tipo CRR 2 de la norma IRAM 6691. El tipo de emulsión asfáltica se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.2. Emulsiones asfálticas modificadas

La emulsión asfáltica para emplear se debe encuadrar dentro del tipo CRR 1m o tipo CRR 2m de la norma IRAM 6698. El tipo de emulsión asfáltica se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.3. Otros tipos de emulsiones asfálticas

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede establecer el uso de una emulsión asfáltica que no se encuadre dentro del Punto 5.2.1. “Emulsiones asfálticas convencionales” o el Punto 5.2.2. “Emulsiones asfálticas modificadas”, dependiendo de las condiciones de proyecto.

En este caso, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares debe establecer las características y exigencias a solicitar para la emulsión asfáltica. Los TBSELLO elaborados con estas emulsiones deben cumplimentar el resto de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

5.2.4. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir las emulsiones asfálticas para el aprovisionamiento son los que se establecen en la Tabla 8.

Característica	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Las emulsiones asfálticas deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de estas. ❖ Deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica.

Tabla 8. Requisitos para el aprovisionamiento y almacenamiento de emulsiones asfálticas

5.3.- Aditivos u otros materiales

En el caso de incorporación de aditivos u otros materiales, con el objeto de alcanzar una mejora de alguna característica del TBSELLO o del proceso productivo, se debe verificar que, además de dotar de las propiedades adicionales que se pretende, cumple todos los requisitos establecidos en el presente documento.

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Contratista, puede proponer el uso de él o los aditivos u otros materiales que pueden utilizarse, estableciendo los requisitos que tienen que cumplir como así también los métodos de incorporación, dosificación y dispersión homogénea.

Previo al empleo de estos en la ejecución del TBSELLO, el Director de Obra debe aprobar la propuesta presentada. Los aditivos deben ser conservados en sus envases originales herméticamente cerrados.

El acopio se debe realizar al reparo del sol y de las bajas temperaturas, y preferiblemente bajo techo, separando e identificando cada marca, tipo, fecha de recepción y fecha de vencimiento.

6.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

6.1.- Husos granulométricos

La granulometría de la fracción utilizada o de la combinación de diferentes fracciones de agregados pétreos, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en las Tabla 9.

Apertura de tamices	Porcentaje en peso que pasa	
	Gradación 1	Gradación 2
12,5 mm (1/2")	100	....
6,3 mm (1/4")	40 - 100	100
2,36 mm (N° 8)	0 - 25	0 - 50
0,425 mm (N° 40)	0 - 5	0 - 10
0,150 mm (N° 100)	....	0 - 5

Tabla 9. Husos granulométricos del esqueleto granular de los TBSELLO

6.2.- Formula de insumos

La dotación de los TBSELLO debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en la Tabla 10, según el tipo de esqueleto granular (gradación) considerado.

Tipo de gradación	Formula de agregado [l/m ²]		Formula de ligante asfáltico [kg/m ²]	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Gradación 1	8	15	0.4	0.8

Gradación 2	6	12	0.5	1.0
-------------	---	----	-----	-----

Tabla 10. Límites para dotaciones de TBSELLO

6.3.- Presentación de la Fórmula de Obra

La ejecución regular del TBSELLO no se debe iniciar hasta que el Director de Obra haya aprobado la correspondiente Formula de Obra presentada por el Contratista.

Para la aprobación de la Formula de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente. La fórmula aprobada debe emplearse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características y el origen de los materiales que la componen.

Los informes de presentación de la Formula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la Tabla 11.

Parámetro	Información que debe ser consignada
Agregados	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, granulometrías de la o las fracciones de los agregados involucrados. ❖ Granulometría de los agregados o de la combinación de las fracciones adoptadas en el caso de empear más de una facción y la dotación a utilizar (indicada en l/m²) ❖ Ensayos realizados sobre el agregado grueso, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 4, Tabla 5 (si corresponde) y Tabla 6 (si corresponde). ❖ Ensayos realizados sobre el agregado fino, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 7.
Emulsión asfáltica y aditivos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, hoja técnica del producto, hoja de seguridad y dotación (expresada en kg de residuo asfáltico por m²). ❖ Cuando se empleen aditivos, debe indicarse su denominación, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa de agregado.
Tiempo de corte y habilitación al tránsito	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe indicarse el tiempo aproximado de habilitación al tránsito
Informe de presentación de la Fórmula de Obra	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Según el Formato Tipo vigente de la Dirección Nacional de Vialidad.

Tabla 11. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra

7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.1.- Consideraciones generales

No se puede utilizar en la ejecución regular de un TBSELLO ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el Tramo de Prueba y aprobado por el Director de Obra.

7.2.- Equipos de obra

7.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica

Las emulsiones asfálticas se deben almacenar en tanques que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 12.

Característica	Requisitos
Tanques de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica deben ser, preferiblemente, cilíndricos y verticales y estar térmicamente aislados del medio ambiente. ❖ El tanque de almacenamiento debe tener un sistema que permita mantener la temperatura de almacenamiento de la emulsión asfáltica dentro del entorno indicado por el proveedor de la emulsión asfáltica. ❖ Para evitar la rotura de la capa de la emulsión en contacto con el aire y la formación de espuma, el caño de alimentación debe llegar hasta el fondo del tanque. ❖ Es recomendable que los tanques se encuentren dotados de un sistema de agitación de bajas revoluciones. ❖ El sistema de bombeo empleado debe ser tal que no ingresen aire a la emulsión asfáltica. ❖ En el caso de emulsiones que vayan a estar almacenadas períodos mayores a siete días (>7 días), es preciso asegurar su homogeneidad previa a su empleo. ❖ Se deben de evitar los ciclos de calentamiento y enfriamiento de la emulsión asfáltica.

Tabla 12. Requisitos que deben cumplir los elementos de almacenamiento de emulsiones asfálticas

7.2.2. Equipos para la aplicación de la emulsión asfáltica

La emulsión asfáltica se debe distribuir con equipos que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 13.

Característica	Requisitos
Distribución de la emulsión asfáltica	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de distribución del riego debe tener un sistema que regule la fórmula en función de la velocidad de avance y de las revoluciones de la bomba, de manera de obtener un riego uniforme sobre la superficie, cumpliendo con la fórmula definida en la correspondiente Fórmula de Obra. ❖ El equipo para la distribución de la emulsión asfáltica debe ir montado sobre neumáticos. ❖ El mismo debe ser capaz de mantener la emulsión dentro del rango de temperatura prescripta, así como también aplicar la dotación de emulsión asfáltica definida en la correspondiente Fórmula de Obra. ❖ La bomba debe generar una presión suficiente en la barra de distribución, de manera que los picos rieguen de forma pareja. ❖ Se debe de efectuar la calibración de la dotación de riego de adherencia adoptada previamente a la aplicación regular del riego de adherencia.

Tabla 13. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de emulsiones asfálticas.

7.2.3. Equipos de distribución de los agregados

Los agregados se deben distribuir con equipos que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 14.

Característica	Requisitos
Distribución de agregados	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de distribución del agregado debe tener un sistema que regule la dotación en función de la velocidad de avance, de manera de obtener una cobertura uniforme sobre la superficie, cumpliendo con la dotación definida en la correspondiente Dotación de Obra. ❖ Para la extensión del agregado se deben utilizar distribuidoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas.

Tabla 14. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de los agregados

7.2.4. Equipos de compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 15.

Característica	Requisitos
Equipos de compactación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Número y tipo de equipo: El número y las características de los equipos de compactación deben ser acordes a la superficie y al nivel de producción (ritmo de trabajo). ❖ Los compactadores neumáticos deben tener ruedas lisas, en número, tamaño y configuración tales que permitan el solape de las huellas de las delanteras y traseras. ❖ Los compactadores deben poder invertir la marcha mediante una acción suave; también deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimientos. ❖ El peso mínimo del equipo debe ser de ocho toneladas (8 t).

Tabla 15. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de los TBSS

7.2.5. Equipos de barrido

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 16.

Característica	Requisitos
Equipos de barrido	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Número y tipo de equipo: El número y las características de los equipos de barrido debe ser acordes a la superficie y al nivel de producción (ritmo de trabajo). ❖ Los equipos de barrido deben ser barredoras mecánicas de cepillo. ❖ Es deseable que las mismas cuenten con dispositivos de aspiración.

Tabla 16. Requisitos que deben cumplir los equipos de barrido de los TBSS

7.3.- Ejecución de las obras

7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo

Previo ejecución del TBSELLO, la superficie de apoyo se debe encontrar aprobada por el Director de Obra, de acuerdo con el cumplimiento de las exigencias establecidas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de la misma.

Antes de iniciar las tareas destinadas a la colocación del TBSELLO, se debe ejecutar una limpieza de la superficie mediante un equipo barredora y/o equipo de aire a presión. La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros. Asimismo, debe estar libre de manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.

Si la superficie de apoyo consiste en una base granular, se debe ejecutar un riego de imprimación. Las banquetas y/o trochas aledañas se deben mantener durante los trabajos en condiciones tales que eviten la contaminación de la superficie.

7.3.2.- Aplicación del riego de emulsión asfáltica

Cuando la superficie a regar se encuentre en las condiciones fijadas en el Punto 6.3.1. "Preparación de la superficie de apoyo", se debe aplicar el riego de emulsión asfáltica, con la dotación y la temperatura definida en la Formula de Obra. La distribución del riego se debe efectuar de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo.

Donde fuera preciso regar por franjas, se debe procurar una ligera superposición del riego en la unión de estas. Se debe garantizar la aplicación del riego de manera uniforme, sin la formación de estrías ni acumulaciones en superficie, garantizando la formula especificada.

En el extremo libre, donde no se realizará la ejecución de una franja contigua, la aplicación del material bituminoso sobrepasará en veinte (20) centímetros los bordes externos del área a tratar.

7.3.3.- Aplicación del riego de agregados

La extensión del agregado se debe realizar por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación definida en la Formula de Obra; la misma debe de comenzar antes de que se produzca el corte de la emulsión asfáltica. Se debe evitar el contacto de las ruedas del equipo de extensión con la superficie regada (con emulsión) no protegida.

En el momento de su extensión, el agregado debe estar limpio y no debe tener una humedad excesiva. Si hubiera que extender agregado sobre una franja regada (con emulsión), sin que lo hubiera sido la adyacente, se debe dejar sin cubrir con agregado un área de unos veinte centímetros (20 cm) de ancho de la superficie previamente regada con emulsión asfáltica, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada, de manera de conseguir un solape al regar la franja adyacente.

7.3.4.- Compactación

Acto seguido de la distribución del agregado e inmediatamente de practicados los retoques necesarios, se comenzará, por su orden, con el aplanado mecánico y el rodillo neumático.

Durante los días subsiguientes a la distribución del agregado y con temperatura ambiente no inferior a quince grados (15°) Celsius, se proseguirá con el rodillado neumático, hasta totalizar cuarenta (20) pasadas, sobre cada franja del tratamiento cubierta por el rodillo.

7.3.5.- Barrido

Una vez finalizada la compactación del agregado y transcurrido el plazo necesario para que la emulsión asfáltica alcance una cohesión adecuada, se debe eliminar mediante barrido mecánica todo exceso de agregado que haya quedado suelto o mal adherido.

7.3.6.- Limpieza

El Contratista debe prestar especial atención en no afectar durante la realización de las obras la calzada existente o recién construida.

Para tal efecto, todo vehículo que se retire del sector de obra debe ser sometido a una limpieza de los neumáticos, de manera tal que no marque ni ensucie tanto la calzada como la demarcación existente.

En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra, dentro del área de obra o fuera de ella, el Contratista debe hacerse cargo de la limpieza de estas de modo de reestablecer las condiciones iniciales.

8.- TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de los TBSELLO, se debe ejecutar el Tramo de Prueba. El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en la Formula de Obra y el proceso de construcción necesarios para alcanzar la conformidad total de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares correspondiente.

El Contratista debe informar por escrito, adjuntos a la Formula de Obra final a emplear, los ajustes llevados a cabo. Los mismos deben ser aprobados por el Director de Obra previo al inicio de las obras.

El Tramo de Prueba debe realizarse con anticipación a la fecha de inicio de las obras prevista por el Plan de Trabajo del Contratista. Debe permitir efectuar la totalidad de los ensayos involucrados y los ajustes derivados del análisis de dichos resultados.

El Tramo de Prueba se debe realizar sobre una longitud no menor a la definida por el Director de Obra, nunca menor a la longitud correspondiente a cien metros lineales (100 m), por ancho de colocación del TBSELLO.

Con el objetivo de determinar la conformidad con las condiciones y requisitos especificados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se deben realizar los ensayos establecidos en ambos documentos para el Tramo de Prueba. El Director de Obra puede solicitar

la ejecución de otros ensayos además de los indicados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los mencionados ensayos pueden ser in-situ o sobre muestras de materiales sin colocar. Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Director de Obra debe decidir:

- ❖ Si es aceptable o no la Formula de Obra. En el primer caso, se puede iniciar la ejecución del TBSELLO. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en el proceso de construcción), de modo de cumplimentar con las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba.
- ❖ Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista para llevar adelante los procesos constructivos y control de dichos procesos.

No se debe proceder a la ejecución del TBSELLO sin que el Director de Obra haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del Tramo de Prueba.

Los tramos de prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra del TBSELLO, como así también se verifiquen los requisitos de la unidad terminada definidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para el Tramo de Prueba, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO

No se permite la puesta en obra de los TBSELLO en las siguientes situaciones (salvo autorización expresa del Director de Obra):

- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a ocho grados Celsius ($< 8^{\circ}\text{C}$)
- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a diez grados Celsius ($< 10^{\circ}\text{C}$) y la velocidad del viento en superficie es mayor a 35 Km/h.
- ❖ Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Prevía autorización del Director de Obra, se puede habilitar la circulación del tránsito (limitando la velocidad de circulación a 40 km/h durante las primeras 2 horas) sobre la misma cuando se verifiquen lo siguientes aspectos:

- ❖ Se ha producido la rotura de la emulsión de manera definitiva.
- ❖ No existe riesgo de desprendimiento de agregados.

- ❖ Se ha efectuado el primer barrido liviano de la superficie

10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Generalidades

El Plan de Control de Calidad define el programa que debe cumplir el Contratista para el control de calidad de los materiales, del proceso constructivo y de la unidad terminada.

El Plan de Control de Calidad debe ser entregado por el Contratista y aprobado por el Director de Obra, el mismo debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- ❖ Ensayos establecidos en el Punto 10. “Plan de Control de Calidad” del presente documento.
- ❖ Listado de equipos, instrumentos y elementos con los que cuenta el Laboratorio de Obra. Mínimamente debe de contar el laboratorio de obra con los equipos, elementos e instrumentos necesarios para realizar los ensayos cuya frecuencia es cada lote en el plan de control de calidad.
- ❖ Certificado de Calibración y Plan de Calibración y Verificación de los equipos, instrumentos y elementos del Laboratorio de Obra.
- ❖ Listado de personal afectado al laboratorio de obra y al cumplimiento del plan de control de calidad de la obra. Los recursos humanos destinados a las tareas antes mencionadas deben de permitir ejecutar el plan de control de calidad en tiempo y forma.

Con la información generada por la implementación del Plan de Control de Calidad se debe elaborar un informe para presentar al Director de Obra. La frecuencia de presentación de este informe es determinada en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director de Obra. Nunca esta frecuencia puede ser inferior a:

- ❖ Una presentación mensual.
- ❖ Cincuenta mil metros cuadrados (50.000 m²) de TBSELLO construidos.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Control de Calidad: ensayos sobre materiales, proceso constructivo y unidad terminada, de los diferentes lotes ejecutados en este período.

En todos los casos en que el Director de Obra entregue al Contratista planillas modelos de cálculo y presentación de resultados de ensayos, las mismas son de uso obligatorio.

El Director de Obra, o quién éste delegue, pueden supervisar la ejecución de los ensayos, por lo que el Contratista debe comunicar con suficiente anticipación su realización.

El presente Plan de Control de Calidad queda complementado con lo establecido en el Punto 11. “Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada”.

El Director de Obra puede disponer el envío de una muestra de cualquier material involucrado en la obra (agregados, emulsión asfáltica, etc.) al sector responsable de calidad de la DNV con el objetivo de auditar periódicamente al laboratorio de control de calidad y/o Laboratorio de Obra del Contratista.

Para todos los casos en los cuales se verifique una diferencia en un parámetro determinado entre el laboratorio del Contratista y el laboratorio empleado por el Director de Obra, considerando la misma muestra, el valor que se debe tomar como definitivo es el correspondiente al laboratorio empleado por el Director de Obra. Si el Director de Obra lo considera conveniente, se puede emplear la metodología de la Norma ASTM D3244 para establecer el valor definitivo a adoptar del parámetro considerado.

Para determinar el equipo de transporte sobre el cual efectuar el muestreo para el control de un lote de producción, se debe emplear el sistema de muestreo aleatorio descrito en la Norma ASTM D3665. El mismo método se debe utilizar para determinar los puntos sobre la calzada donde efectuar el control de un lote de obra.

En todos los casos, la metodología de muestreo debe ser la establecida por las normas de referencia o el aprobado por el Director de Obra.

Para los casos donde no sea aplicable lo anterior, el Director de Obra debe siempre aprobar la metodología de muestreo.

10.2.- Lotes

El control del proceso de ejecución del TBSELLO se organiza por lotes de obra (unidad terminada). A continuación, se definen y especifican los mencionados conceptos y alcances de estos.

10.2.1. Definición de lote de obra

Se considera como lote de obra en el camino a la fracción menor que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- ❖ Una longitud menor o igual a mil metros (≤ 1.000 m) lineales de construcción.
- ❖ Lo ejecutado en media jornada de trabajo o una jornada de trabajo (el Director de Obra decidirá el tamaño del lote de producción dependiendo del ritmo de la obra).

10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de los materiales.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados previa la ejecución del Tramo de Prueba.

Si cambia la procedencia de algún material, se debe realizar cada uno de los ensayos contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Se debe también realizar nuevamente el proceso de dosificación, con el objetivo de presentar la nueva Fórmula de Obra.

10.3.1.- Agregados

9.3.1.1.- Agregados gruesos

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados gruesos utilizada es la que se indica en la Tabla 17.

Parámetro	Método	Frecuencia
Elongación	IRAM 1687-2	Cada 600 T recibidas
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Cada 600 T recibidas
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles" ⁽¹⁾	IRAM 1532	Cada 600 T recibidas
Micro Deval ⁽¹⁾	ASTM D6928	Cada 600 T recibidas
Polvo adherido	IRAM 1883	Cada 300 T recibidas
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	En el momento del diseño
Coeficiente pulimento acelerado	ASTM D 3319	En el momento del diseño
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Cada 100 T recibidas
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Cada 300 T recibidas
Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide	UY A 26	Cada 1200 T recibidas
Caras de fractura	IRAM 1851	Cada 300 T recibidas

Tabla 17. Plan de ensayos sobre el agregado grueso

⁽¹⁾ En el caso de agregados "tipo basálticos", la frecuencia de ensayo es mensual.

10.3.1.2.- Agregados finos

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados finos es la que se indica en la Tabla 18.

Parámetro	Método	Frecuencia
Equivalente de arena	IRAM 1682	Cada 600 T recibidas
Índice de Azul de Metileno ⁽¹⁾	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	Cada 600 T recibidas
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Cada 100 T recibidas
Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua	IRAM 1520	Cada 100 T recibidas

Tabla 18. Plan de ensayos sobre el agregado fino

⁽¹⁾ Cuando corresponda.

10.3.2.- Emulsiones asfálticas

10.3.2.1.- Emulsiones asfálticas convencionales

La frecuencia mínima de ensayos para emulsiones asfálticas convencionales (IRAM 6691) es la que se indica en la Tabla 19.

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del residuo sobre tamiz	IRAM 6717	Cada partida recibida
Obtención y determinación del residuo asfáltico	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación del contenido de agua	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de los hidrocarburos destilados	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de la penetración del residuo asfáltico	IRAM 6576	Cada 10 partidas recibidas
Resto de los parámetros contemplados en la norma	IRAM 6691	Cada 10 partidas recibidas

Tabla 19. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas convencionales

10.3.2.2.- Emulsiones asfálticas modificadas

La frecuencia mínima de ensayos para emulsiones asfálticas modificadas (IRAM 6698) es la que se indica en la Tabla 20.

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del residuo sobre tamiz	IRAM 6717	Cada partida recibida
Obtención y determinación del residuo asfáltico	IRAM 6694	Cada 5 partidas recibidas
Recuperación torsional del residuo asfáltico	IRAM 6830	Cada 5 partidas recibidas
Determinación del contenido de agua	IRAM 6694	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de la penetración del residuo asfáltico	IRAM 6576	Cada 10 partidas recibidas
Resto de los parámetros contemplados en la norma	IRAM 6698	Cada 10 partidas recibidas

Tabla 20. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas modificadas

10.3.2.3.- Otro tipo de emulsiones asfálticas

En el caso que se utilice otro tipo de emulsión asfáltica, según el Punto 5.2.3. “Otro tipo de emulsión asfáltica”, se establece la frecuencia mínima de ensayos para la misma en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o en su defecto la determina el Director de Obra.

10.3.3. Aditivos u otros materiales

Los ensayos para realizar sobre los aditivos u otros materiales, así como también la frecuencia de estos, se establece en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o en su defecto la determinará el Director de Obra.

10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso constructivo de los TBSELLO

A continuación, en la Tabla 21, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad del proceso constructivo del TBSELLO.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados durante la ejecución del Tramo de Prueba. Al cambiar un insumo y/o alguno de los materiales componentes del TBSELLO, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

Parámetro	Método	Frecuencia
Dotación de ligante asfáltico residual	⁽¹⁾	Cada lote de obra
Dotación de agregados pétreos	⁽²⁾	Cada lote de obra
Granulometría de los agregados pétreos	⁽³⁾	Cada lote de obra

Tabla 21. Plan de ensayos para el control de ejecución de los TBSELLO.

⁽¹⁾ La metodología se detalla en el Punto 10.1.1. “Dotación del ligante asfáltico residual (lote de obra)”.

- ⁽²⁾ La metodología se detalla en el Punto 10.1.2. “Dotación de los agregados (lote de obra)”.
- ⁽³⁾ Se detalla el método de muestreo en el Punto 10.1.3. “Granulometría de los agregados (lote de obra)”.

10.5.- Archivo de la información

Es deber del Contratista documentar, gestionar y guardar la información y datos correspondientes a los lotes, mediciones, ensayos, resultados y cualquier otro dato o información que surgiere de la aplicación del Plan de Control de Calidad detallado en el presente documento.

Dicha información debe estar disponible para el Director de Obra cuando éste lo solicite durante la ejecución de la obra y debe ser entregada al final de esta.

11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA

11.1.- Requisitos del proceso de construcción (lote de obra)

11.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual (lote de obra)

La dotación media del ligante asfáltico residual del lote de obra en estudio es la media del ligante asfáltico residual obtenida a partir de no menos de tres determinaciones.

La diferencia entre el mayor y el menor valor utilizados para el cálculo de la media, debe ser menor o igual a diez por ciento (10%).

Para la determinación de la dotación media del ligante asfáltico residual se deben disponer sobre la superficie a regar no menos de tres bandejas. Las mismas deben ser metálicas, de silicona, u otro material apropiado y aprobado por el Director de Obra. La ubicación de estas sobre la superficie a regar debe ser de manera aleatoria, según lo indicado en el Punto 10.1. “Generalidades”.

En cada uno de estos elementos se debe determinar la dotación de ligante residual, en gr/m², mediante secado a estufa y pesaje.

La dotación media de ligante asfáltico residual del lote de obra en estudio debe ser superior a la indicada en la Formula de Obra aprobada y vigente.

11.1.2. Dotación de los agregados (lote de obra)

La dotación media de los agregados del lote de obra en estudio es la media de la dotación de agregados obtenida a partir de no menos de tres determinaciones.

La diferencia entre el mayor y el menor valor utilizados para el cálculo de la media, debe ser menor o igual a diez por ciento (10%).

Para la determinación de la dotación media de los agregados del lote en estudio se deben disponer sobre la superficie a regar no menos de tres bandejas. Las mismas deben ser metálicas, de silicona, u otro material apropiado y aprobado por el Director de Obra.

La ubicación de estas sobre la superficie a regar debe ser de manera aleatoria, según lo indicado en el Punto 10.1. “Generalidades”.

En cada uno de estos elementos se debe determinar la dotación de los agregados, en lt/m^2 .

La dotación media de los agregados del lote de obra en estudio no debe diferir en $\pm 10\%$ respecto del valor indicado en la Formula de Obra aprobada y vigente.

11.1.3. Granulometría de los agregados (lote de obra)

La determinación de la granulometría de los agregados del lote de obra en estudio se debe hacer sobre no menos de dos (2) muestras. Estas muestras se deben tomar a la salida del equipo que efectúa la distribución de los agregados pétreos.

Antes de la realización de la granulometría, las muestras deben secarse hasta peso constante. Se considera granulometría media de los agregados al promedio de las granulometrías obtenidas de los ensayos realizados sobre el lote de producción en estudio.

La granulometría de los agregados debe cumplir con las tolerancias admisibles, respecto a la granulometría de la Formula de Obra vigente, indicadas en la Tabla 22.

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría de los agregados, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la TBSELLO en el Punto 6.1. “Husos granulométricos”.

Apertura de tamices circulares	Tolerancias
12,5 mm ($\frac{1}{2}$ ")	$\pm 5\%$
6,3 mm ($\frac{1}{4}$ ")	$\pm 5\%$
2,36 mm (N° 8)	$\pm 4\%$
0,425 mm (N° 40)	$\pm 4\%$
0,150 mm (N° 100)	$\pm 3\%$

Tabla 22. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente

11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)

11.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra)

La evaluación visual de la superficie de cada lote de obra, o de un área parcial del mismo, debe mostrar homogeneidad y no se debe observar ningún tipo de segregación, desprendimientos, exudación del ligante asfáltico o ningún otro defecto.

12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada y del proceso constructivo del TBSELLO se aplican sobre los lotes definidos en el Punto 10.2. “Lotes”.

En todos los casos en que se rechace un lote de obra o zonas puntuales con problemas superficiales por segregaciones y/o exudaciones, todos los costos asociados a la remediación de la situación (fresado, tratamiento de los productos generados de la demolición, reposición de capa, etc.) están a cargo del Contratista.

12.1.- Proceso de construcción

12.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual (lote de obra)

La dotación de ligante asfáltico residual del lote de obra en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.1. “Dotación del ligante asfáltico residual (lote de obra)”.

Si la dotación media de ligante asfáltico residual del lote de obra no verifica el requisito del Punto 11.1.1 pero la diferencia es menor a diez por ciento (10 %) respecto de la Formula de Obra aprobada y vigente, se acepta el lote de obra, pero corresponde un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie de este.

Si la dotación media de ligante asfáltico residual del lote de obra no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de obra.

En tal caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.1.2. Dotación de los agregados (lote de obra)

La dotación de los agregados del lote de obra en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.2. “Formula de los agregados (lote de obra)”.

Si la dotación media de agregados del lote de obra no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos diez por ciento (± 10.0 %) respecto de la Formula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra

dentro de la tolerancia más o menos quince por ciento ($\pm 15.0 \%$), se acepta el lote de obra, pero corresponde un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie de este.

Si la dotación media de los agregados del lote de obra no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de obra. En tal caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.1.3. Granulometría de los agregados (lote de obra)

La aceptación del lote de obra por cuanto, a la granulometría de los agregados pétreos, se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.3. “Granulometría de los agregados (lote de obra)”.

Si la granulometría media de los agregados no cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el Punto 11.1.3. “Granulometría de los agregados (lote de obra)”, pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 23 se acepta el lote de obra con un descuento por penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie de este.

Apertura de tamices circulares	Tolerancias
12,5 mm ($1/2"$)	+/- 7 %
6,3 mm ($1/4"$)	+/- 7 %
2,36 mm (N° 8)	+/- 6 %
0,425 mm (N° 40)	+/- 6 %
0,150 mm (N° 100)	+/- 5 %

Tabla 23. Tolerancias granulométricas respecto de la fórmula vigente

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la combinación de agregados en el Punto 6.1. “Husos granulométricos”.

Si la granulometría media de los agregados del lote en estudio no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de obra en estudio, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.2.- Unidad terminada

12.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra)

La evaluación visual debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.1. “Aspectos superficiales (lote de obra)”. Si la evaluación visual no verifica lo expuesto anteriormente, en todo el lote de obra o en un área parcial del mismo, se rechaza el lote de obra o el área parcial considerada.

En este caso, excepto indicación contraria del Director de Obra, debe el Contratista proceder a la demolición mediante fresado y a la reposición de la capa rechazada.

13.- MEDICIÓN

La ejecución de los TBSELLO considerados en el presente documento se mide en metros cuadrados (m²) ejecutados.

Los valores surgen del producto entre la longitud de la capa ejecutada, por el ancho establecido para la misma.

Al área resultante se le debe aplicar, si los hubiese, los descuentos por penalidades y bonos adicionales; estos son acumulativos.

La cantidad de emulsión aplicada (en toneladas) en un lote de obra se calculará multiplicando la dotación de obra aprobada de ligante asfáltico residual por la superficie del lote; posteriormente, a partir de este valor y el contenido mínimo de asfalto especificado para el tipo de emulsión asfáltica empleada, se procederá a calcular la cantidad total de emulsión asfáltica aplicada en el riego de material bituminoso del lote de obra en consideración.

Las cantidades de agregado utilizadas (en toneladas) para la construcción de cada lote de obra se calculará multiplicando la dotación de obra aprobada de agregado pétreo (en l/m²) por la superficie del lote; posteriormente, a partir de este valor y el PUV (peso por unidad de volumen) del agregado pétreo empleado, se procederá a calcular la cantidad total de agregado pétreo (en toneladas) utilizado en el riego de agregado del lote de obra en consideración.

14.- FORMA DE PAGO

El transporte, dosificación, distribución y compactación del TBSELLO se paga por metro cuadrado de superficie terminada, medida en la forma establecida en el Punto 13. “Medición”, a los precios unitarios de contrato para los ítems respectivos.

Estos precios son compensación total por las siguientes tareas:

- ❖ Barrido y soplado de la superficie a recubrir.
- ❖ Los procesos involucrados en la distribución y compactación del TBSELLO.
- ❖ La provisión del equipamiento necesario para la ejecución del ítem.
- ❖ Las posibles correcciones de los defectos constructivos.
- ❖ La señalización y conservación de los desvíos durante la ejecución de los trabajos.
- ❖ Todo otro trabajo, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución y conservación del ítem según lo especificado.
- ❖ No se abonan sobreanchos respecto de los establecidos en el proyecto ni aumentos de las dotaciones respecto de la fórmula de obra adoptada y aprobada por el Director de Obra oportunamente.

De dicho precio se excluyen solamente los gastos originados en la adquisición, carga, transporte, descarga y almacenamiento de la emulsión asfáltica y del agregado pétreo, que se pagarán por separado, en la forma establecida en la presente sección.

Las cantidades de emulsión bituminosa y de agregado pétreo a liquidar se medirán en la forma especificada en el Punto 13 de esta especificación técnica.

En ningún caso, las cantidades de emulsión asfáltica o agregado pétreo certificadas por la Dirección de obra será superior a las cantidades facturadas al Contratista por sus proveedores de los mencionados insumos.

14.- CONSERVACIÓN

La conservación de los TBSELLO contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de estos en perfectas condiciones y la reparación inmediata de cualquier falla que se produjese hasta la Recepción Definitiva de la Obra o durante el período que indique el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los deterioros que se produzcan deben ser reparados por cuenta del Contratista, repitiendo, si fuera necesario al sólo juicio del Director de Obra, las operaciones íntegras del proceso constructivo. Ante la ocurrencia de un deterioro de una superficie ejecutada de TBSELLO el Contratista debe efectuar la reconstrucción de esa parte, sin derecho o pago de ninguna naturaleza. Esto es así aun cuando la calzada haya sido librada al tránsito público en forma total o parcial.

La reconstrucción de las partes arriba mencionadas se debe realizar de acuerdo con lo indicado en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales, con los materiales establecidos en el mismo y en el correspondiente Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

ÍNDICE

Sección 5E – Tratamientos bituminosos superficiales tipo riego de niebla (TBSRN)

ÍNDICE.....	1
ÍNDICE DE TABLAS.....	4
1.- DESCRIPCIÓN.....	5
2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN.....	5
3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA.....	5
3.1.- Tratamientos bituminosos superficiales riego de niebla TBSRN.....	5
4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN.....	6
5.- REQUISITO DE LOS MATERIALES.....	6
5.1. Emulsiones asfálticas.....	6
5.1.1. Emulsión asfáltica convencional.....	7
5.1.2. Emulsión asfáltica modificada.....	7
5.1.3. Otro tipo de emulsión asfáltica.....	7
5.1.4. Características generales.....	7
5.2.- Agua.....	7
5.- DOTACIONES DE RIEGO DE NIEBLA.....	8
6.1.- Dotaciones.....	8
6.2.- Presentación de la dotación adoptada.....	8
7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	9
7.1. Consideraciones generales.....	9

7.2. Equipos de obra	9
7.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica.....	9
7.2.2. Equipos para la distribución	10
7.3. Ejecución de las obras	11
7.3.1. Preparación de la superficie de apoyo	11
7.3.2. Aplicación del riego de niebla	11
7.3.3. Juntas transversales y longitudinales.....	11
7.3.4. Coordinación de la puesta en obra	11
7.3.5. Limpieza	12
8.- TRAMO DE PRUEBA	12
9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN	13
10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....	13
10.1.- Generalidades.....	13
10.2.- Lotes.....	15
10.2.1. Definición de lote de obra.....	15
10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales.....	15
10.3.1.- Emulsiones asfálticas.....	15
10.3.1.1.- Emulsiones asfálticas convencionales.....	15
10.3.1.2.- Emulsiones asfálticas modificadas.....	16
10.3.1.3.- Otro tipo de emulsiones asfálticas.....	16
10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de distribución del riego de niebla.....	16
10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	17
10.6.- Archivo de la información.....	17
11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE EJECUCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA.....	18
11.1.- Requisitos del proceso de ejecución (lote de obra).....	18
11.1.1.- Dotación de riego de niebla (lote de obra).....	18
11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)	18

11.2.1. Evaluación visual de la superficie (lote de obra)	18
12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO	18
12.1. Proceso de ejecución (lote de obra)	18
12.1.1. Dotación del riego de niebla (lote de obra)	18
12.2. Unidad terminada (lote de obra)	19
12.2.1. Evaluación visual de la superficie (lote de obra)	19
13.- MEDICIÓN	19
14.- FORMA DE PAGO	19
15.- CONSERVACIÓN	20

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación.....	5
Tabla 2. Sistema de designación de los TBSRN.....	6
Tabla 3. Requisitos para el aprovisionamiento de emulsiones asfálticas.....	7
Tabla 4. Dotación del riego de niebla.....	8
Tabla 5. Requisitos que debe reunir el informe de la dotación de obra adoptada.....	9
Tabla 6. Requisitos que deben cumplir los elementos de transporte y almacenamiento de emulsiones asfálticas.....	10
Tabla 7. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de emulsiones asfálticas.....	11
Tabla 8. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas convencionales.....	16
Tabla 9. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas modificadas.....	16
Tabla 10. Plan de ensayos sobre el proceso de distribución del riego de niebla.....	17
Tabla 11. Plan de ensayos sobre el proceso de distribución del riego de niebla.....	17

1.- DESCRIPCIÓN

Esta sección refiere a los requisitos que deben verificar los tratamientos bituminosos superficiales tipo riegos de niebla (TBSRN), conocidos también como FOG SEAL, sobre una capa asfáltica existente; en lo vinculado a las características de los insumos constitutivos de los mismos y el proceso de aplicación.

2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN

Las Normas técnicas de aplicación en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales son las que se resumen en la Tabla 1.

UNIT	Instituto Uruguayo de Normas Técnicas
IRAM	Normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Argentina
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA.
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA.
EN	Normas Comunidad Europea

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación

Para todos los casos en los cuales se utilicen las Normas mencionadas en el presente documento, salvo indicación contraria en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se debe utilizar la última versión vigente.

3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA

3.1.- Tratamientos bituminosos superficiales riego de niebla TBSRN

Se define como tratamiento bituminoso superficial tipo riego de niebla TBSRN a la aplicación de una emulsión asfáltica diluida con agua sobre una capa o superficie de pavimento existente. El uso de este tipo de tratamiento bituminoso superficial persigue generalmente renovar superficies viejas de pavimentos en las cuales el ligante asfáltico ha perdido flexibilidad, pero no donde no se denotan problemas estructurales.

Conceptualmente es una aplicación destinada a cumplir principalmente funciones de mantenimiento de capas asfálticas en servicio en las cuales el material bituminoso que la compone presenta un comportamiento excesivamente rígido originado por la oxidación del ligante asfáltico.

Otro campo de aplicación de los riegos de niebla es la terminación de los tratamientos superficiales con el objetivo de minimizar la probabilidad de desprendimientos de agregados como así también la

posibilidad de obtener una superficie homogénea en cuanto a aspecto y color que facilite la aplicación del señalamiento horizontal.

A continuación, se resume el sistema de designación para los tratamientos bituminosos superficiales riego de niebla que se utiliza a lo largo de la presente especificación, de manera de individualizar los diferentes tipos de tratamientos alcanzados en esta sección.

TBSRN	CRL/CRLm
-------	----------

Tabla 2. Sistema de designación de los TBSRN

Donde:

TBSRN: Sigla que indica que se trata de un “Tratamiento Bituminosos Superficial tipo Riego de Niebla”.

CRL: Indicación correspondiente a las emulsiones asfálticas convencionales de rotura lenta, de acuerdo con la norma IRAM 6691.

CRLm: Indicación correspondiente a las emulsiones asfálticas modificadas de rotura lenta, de acuerdo con la norma IRAM 6698.

4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN

En lo que respecta a los requisitos de los materiales componentes de los riegos de imprimación no se aplica diferenciación alguna según el índice de prestación. Por lo tanto, los requisitos establecidos en esta especificación técnica son de cumplimiento general, independientemente del índice de prestación adoptado en el resto del proyecto.

5.- REQUISITO DE LOS MATERIALES

5.1. Emulsiones asfálticas

El tipo de emulsión asfáltica a emplear en el riego de niebla debe ser de corte lento, de modo de garantizar que la emulsión asfáltica tenga el tiempo necesario antes de cortar de cubrir las posibles fisuras y microfisuras de la superficie asfáltica en tratamiento.

Las emulsiones asfálticas por utilizar podrán ser del tipo convencional o modificadas con polímeros, según lo indicado en el Punto 5.1.1. “Emulsión asfáltica convencional” y en el Punto 5.1.2. “Emulsión asfáltica modificada”, respectivamente.

5.1.1. Emulsión asfáltica convencional

La emulsión asfáltica por emplear debe ser del tipo CRL de acuerdo con la Norma IRAM 6691, indicando en la especificación técnica particular la consistencia del residuo asfáltico.

5.1.2. Emulsión asfáltica modificada

La emulsión asfáltica por emplear debe ser del tipo CRLm de acuerdo con la Norma IRAM 6698, indicando en la especificación técnica particular la consistencia del residuo asfáltico.

5.1.3. Otro tipo de emulsión asfáltica

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede establecer el uso de una emulsión asfáltica que no se encuadre dentro del Punto 5.1.1. “Emulsión asfáltica convencional” o el Punto 5.1.2. “Emulsión asfáltica modificada”, dependiendo de las condiciones de proyecto.

En este caso, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares debe establecer las características y exigencias a solicitar para la emulsión asfáltica. Los riegos de niebla ejecutados con estas emulsiones deben cumplimentar el resto de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

5.1.4. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir las emulsiones asfálticas para el aprovisionamiento son los que se establecen en la Tabla 3.

Característica	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Las emulsiones asfálticas deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de estas. ❖ Deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica.

Tabla 3. Requisitos para el aprovisionamiento de emulsiones asfálticas

5.2.- Agua

Para los potenciales casos en los cuales resulte necesario efectuar una dilución de las emulsiones asfálticas, el agua que se emplee debe de ser de una calidad tal que no altere el proceso normal de aplicación y curado del riego.

5.- DOTACIONES DE RIEGO DE NIEBLA

6.1.- Dotaciones

La determinación de la dotación del riego de niebla debe ser adoptada en el Tramo de Prueba, dado que la misma depende de varios factores dentro de los cuales prevalecen la condición de la superficie a regar.

Previo a la aplicación del riego de emulsión asfáltica es necesario efectuar la dilución de ésta con agua, que cumplimente lo establecido en el Punto 5.2. En la presente especificación técnica se adopta como una relación de dilución de 1:1 (una parte en volumen de agua y una parte en volumen de emulsión asfáltica) por ser la mayormente empleada en este tipo de tratamientos. Sin embargo, pueden existir casos que ameriten el ajuste de dicha relación de dilución, la cual podrá ir hasta el valor 3:1 (tres partes en volumen de agua y una parte en volumen de emulsión asfáltica).

La dotación del riego de niebla debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en la Tabla 3, recordando que las dotaciones indicadas en la mencionada tabla corresponden a la emulsión asfáltica de los Puntos 5.1.1 o 5.1.2 (según corresponda al caso) en su condición de diluida 1:1 (una parte en volumen de agua y una parte en volumen de emulsión asfáltica).

	Superficies cerradas	Superficies abiertas
Rango de dotación del riego de niebla (kg/m ²)	0.20 – 0.40	0.30 – 0.70

Tabla 4. Dotación del riego de niebla

Al margen de lo anterior, el Director de Obra puede modificar la dotación del riego de niebla en función de los resultados y observaciones realizadas en la ejecución del Tramo de Prueba.

6.2.- Presentación de la dotación adoptada

La distribución regular del riego de niebla no se debe iniciar hasta que el Director de Obra haya aprobado la correspondiente Dotación de Obra presentada por el Contratista.

Para la aprobación de la Dotación de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente.

La Dotación de Obra debe emplearse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características de los materiales que la componen.

Toda vez que cambie alguno de los materiales debe ser reformulada y aprobada nuevamente siguiendo los lineamientos del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

Los informes de presentación de la Dotación de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la Tabla 5.

Parámetro	Información que debe ser consignada
Emulsión asfáltica	❖ Identificación, características, hoja técnica del producto, hoja de seguridad y dotación de obra adoptada (en l/m ²) juntamente con la relación de dilución
Temperaturas	❖ Se debe indicar el rango de temperatura de almacenamiento y de aplicación de la emulsión, la cual es suministrada por el proveedor de la emulsión asfáltica.
Ajustes en el Tramo de Prueba	❖ La dotación informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el Tramo de Prueba.
Informe de presentación de la Dotación de Obra	❖ Según el Formato Tipo vigente de la Dirección Nacional de Vialidad.

Tabla 5. Requisitos que debe reunir el informe de la dotación de obra adoptada.

7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.1. Consideraciones generales

No se puede utilizar en la ejecución regular de un riego de niebla ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el Tramo de Prueba y aprobado por el Director de Obra.

Antes de efectuar la dilución del tipo de emulsión asfáltica adoptada, se debe de realizar un ensayo de compatibilidad entre la emulsión asfáltica y el agua a emplear en la obra a nivel laboratorio. El mismo consiste en mezclar en un recipiente adecuado 1 (uno) litro de la emulsión asfáltica con 1 (uno) litro de agua y dejar reposar el recipiente durante 24 horas. Pasado este periodo se pasa la dilución por el tamiz de apertura 850 micrones de modo de descartar la formación de grumos por una posible incompatibilidad entre emulsión asfáltica y agua. Es importante mencionar que, tanto para la prueba de compatibilidad como para el proceso constructivo, al momento de llevar adelante la dilución, la secuencia correcta es agregar agua a la emulsión asfáltica y no emulsión asfáltica al agua.

Finalmente es necesario considerar que, una vez efectuada la dilución de la emulsión asfáltica, ésta se debe de emplear antes de transcurridas 24 horas debido a la modificación que la incorporación de agua le proporcionará al PH de la emulsión. Por esta razón se debe planificar diariamente las cantidades necesarias de dilución a elaborar.

7.2. Equipos de obra

7.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica

Las emulsiones asfálticas se deben almacenar en tanques que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 6.

Característica	Requisitos
Tanques de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica deben ser, preferiblemente, cilíndricos y verticales y estar térmicamente aislados del medio ambiente. ❖ El tanque de almacenamiento debe tener un sistema que permita mantener la temperatura de almacenamiento de la emulsión asfáltica dentro del entorno indicado por el proveedor de la emulsión asfáltica. ❖ Para evitar la rotura de la capa de la emulsión en contacto con el aire y la formación de espuma, el caño de alimentación debe llegar hasta el fondo del tanque. ❖ Es recomendable que los tanques se encuentren dotados de un sistema de agitación de bajas revoluciones. ❖ El sistema de bombeo empleado debe ser tal que no ingresen aire a la emulsión asfáltica. ❖ En el caso de emulsiones que vayan a estar almacenadas períodos mayores a siete días (>7 días), es preciso asegurar su homogeneidad previa a su empleo. ❖ Se deben de evitar los ciclos de calentamiento y enfriamiento de la emulsión asfáltica.

Tabla 6. Requisitos que deben cumplir los elementos de transporte y almacenamiento de emulsiones asfálticas

7.2.2. Equipos para la distribución

Las emulsiones asfálticas para riego de niebla se deben distribuir con equipos que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 7.

Característica	Requisitos
Distribución de la emulsión asfáltica	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de distribución del riego debe tener un sistema que regule la dotación en función de la velocidad de avance y de las revoluciones de la bomba, de manera de obtener un riego uniforme sobre la superficie, cumpliendo con la dotación definida en la correspondiente Dotación de Obra. ❖ El equipo para la distribución de la emulsión asfáltica debe ir montado sobre neumáticos. ❖ El mismo debe ser capaz de mantener la emulsión dentro del rango de temperatura prescrita, así como también aplicar la dotación de emulsión asfáltica definida en la correspondiente Dotación de Obra.

	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La bomba debe generar una presión suficiente en la barra de distribución, de manera que los picos rieguen de forma pareja. ❖ Se debe de efectuar la calibración de la dotación de riego de niebla adoptada previamente a la aplicación regular del riego de niebla.
--	--

Tabla 7. Requisitos que deben cumplir los elementos de distribución de emulsiones asfálticas.

7.3. Ejecución de las obras

7.3.1. Preparación de la superficie de apoyo

Previo aplicación del riego de niebla, la superficie a regar se debe encontrar aprobada por el Director de Obra, de acuerdo con el cumplimiento de las exigencias establecidas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de la misma.

La superficie de apoyo debe estar libre de manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie. Inmediatamente antes de proceder a la aplicación de la emulsión, la superficie a regar se debe limpiar de materiales sueltos o perjudiciales.

Para ello se deben utilizar barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión, u otro método aprobado por el Director de Obra.

7.3.2. Aplicación del riego de niebla

Cuando la superficie a regar se encuentre en las condiciones fijadas en el Punto 7.3.1. “Preparación de la superficie de apoyo”, se debe aplicar el riego de niebla con la dotación y la temperatura definida en la Dotación de Obra.

La distribución del riego de niebla se debe efectuar de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Se debe procurar una ligera superposición del riego en la unión de las franjas de riego.

Se debe verificar que la emulsión cubra la superficie de las caras de los agregados, en el caso que así no fuera se podrá humedecer previamente la superficie para que la emulsión asfáltica escurra a los valles y no corte sobre la superficie de los agregados.

7.3.3. Juntas transversales y longitudinales

Tanto en las juntas longitudinales como transversales se debe producir una superposición del riego de niebla de aproximadamente veinte centímetros (20 cm).

7.3.4. Coordinación de la puesta en obra

La aplicación del riego de niebla se debe coordinar con la operatoria del tránsito y por ende los correspondientes señalamientos transitorios, dado que luego de aplicado el riego de niebla sobre la

superficie a tratar no se debe de habilitar el tránsito hasta que la emulsión haya cortado por completo y se hayan reconstituido las condiciones de adherencia neumático-pavimento. Este tiempo es variable y depende de principalmente de las condiciones atmosféricas; en el caso de resultar necesario por cuestiones operativas vinculadas a la habilitación al tránsito, se podrá extender un agregado fino sobre el riego de niebla previo a la puesta en servicio de la vía.

7.3.5. Limpieza

El Contratista debe prestar especial atención en no afectar durante la realización de las obras la calzada existente o recién construida.

Para tal efecto, todo vehículo que se retire del sector de obra debe ser sometido a una limpieza de los neumáticos, de manera tal que no marque ni ensucie la calzada existente.

En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra, dentro del área de obra o fuera de ella, el Contratista debe hacerse cargo de la limpieza de estas de modo de reestablecer las condiciones iniciales.

8.- TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la aplicación del riego de niebla, se debe ejecutar el Tramo de Prueba.

El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en la Dotación de Obra, la temperatura de la emulsión al momento de la aplicación, el proceso de distribución del riego de niebla y eventualmente el ajuste de alguna característica de la relación de dilución adoptada.

El Contratista debe informar por escrito, adjuntos a la Dotación de Obra final a emplear, los ajustes llevados a cabo. Los mismos deben ser aprobados por el Director de Obra.

El Tramo de Prueba debe realizarse con anticipación a la fecha de inicio de las obras prevista por el Plan de Trabajo del Contratista. Debe permitir efectuar la totalidad de los ensayos involucrados y los ajustes derivados del análisis de dichos resultados.

El Tramo de Prueba se debe realizar sobre una longitud no menor a la definida por el Director de Obra, nunca menor a doscientos metros (200 m). Con el objetivo de determinar la conformidad con las condiciones y requisitos especificados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se deben realizar los ensayos establecidos en ambos documentos para el Tramo de Prueba.

El Director de Obra puede solicitar la ejecución de otros ensayos además de los indicados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Director de Obra debe decidir:

- ❖ Si es aceptable o no la Dotación de Obra.

En el primer caso, se puede iniciar la aplicación del riego de niebla. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva dotación y condiciones de aplicación, corrección parcial de la ensayada, correcciones en el proceso, correcciones en la emulsión asfáltica, de la relación de dilución, etc.), de modo de cumplimentar con las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba.

- ❖ Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista para llevar adelante los procesos distribución y control de dichos procesos.

No se puede proceder a la distribución sin que el Director de Obra haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del Tramo de Prueba.

Los tramos de prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra del riego, como así también se verifiquen los requisitos de la unidad terminada definidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para el Tramo de Prueba, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

No se permite la ejecución del riego de niebla en las siguientes situaciones (salvo autorización expresa del Director de Obra):

- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a ocho grados Celsius ($< 8^{\circ}\text{C}$).
- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a diez grados Celsius ($< 10^{\circ}\text{C}$), y esté en descenso.
- ❖ Cuando la temperatura de la superficie de apoyo resulte inferior a cinco grados Celsius ($< 5^{\circ}\text{C}$).
- ❖ Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Está prohibida la circulación de cualquier tipo de vehículo hasta que se haya producido la rotura de la emulsión en toda la superficie aplicada y siempre que no se verifique que parte del riego de niebla se adhiere a los neumáticos de los vehículos.

10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Generalidades

El Plan de Control de Calidad define el programa que debe cumplir el Contratista para el control de calidad de los materiales, del proceso de distribución del riego propiamente y de la unidad terminada.

El Plan de Control de Calidad debe ser entregado por el Contratista y aprobado por el Director de obra, el mismo debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- ❖ Ensayos establecidos en el Punto 10. “Plan de Control de Calidad” del presente documento.
- ❖ Listado de equipos, instrumentos y elementos con los que cuenta el Laboratorio de Obra. Mínimamente debe de contar el laboratorio de obra con los equipos, elementos e instrumentos necesarios para realizar los ensayos cuya frecuencia es cada lote en el plan de control de calidad.
- ❖ Certificado de Calibración y Plan de Calibración y Verificación de los equipos, instrumentos y elementos del Laboratorio de Obra.
- ❖ Listado de personal afectado al laboratorio de obra y al cumplimiento del plan de control de calidad de la obra. Los recursos humanos destinados a las tareas antes mencionadas deben de permitir ejecutar el plan de control de calidad en tiempo y forma.

Con la información generada por la implementación del Plan de Control de Calidad se debe elaborar un informe para presentar al Director de obra. La frecuencia de presentación de este informe es determinada en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director de obra. Nunca esta frecuencia puede ser inferior a:

- ❖ Una presentación mensual.
- ❖ Cincuenta mil metros cuadrados (50.000 m²) de superficie.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Control de Calidad: ensayos sobre materiales, sobre el proceso de distribución del riego y de la unidad terminada de los diferentes lotes ejecutados en este período.

En todos los casos en que el Director de obra entregue al Contratista planillas modelos de cálculo y presentación de resultados de ensayos, las mismas son de uso obligatorio.

El Director de obra, o quién éste delegue, pueden supervisar la ejecución de los ensayos, por lo que el Contratista debe comunicar con suficiente anticipación su realización.

El presente Plan de Control de Calidad queda complementado con lo establecido en el Punto 11. “Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada”.

El Director de obra puede disponer el envío de una o más muestras de cualquier material involucrado (emulsiones asfálticas) al sector responsable de calidad de la DNV con el objetivo de auditar periódicamente al laboratorio de control de calidad y/o Laboratorio de Obra del Contratista.

Para todos los casos en los cuales se verifique una diferencia en un parámetro determinado entre el laboratorio del Contratista y el laboratorio empleado por el Director de obra, considerando la misma

muestra, el valor que se debe tomar como definitivo es el correspondiente al laboratorio empleado por el Director de obra.

Si el Director de obra lo considera conveniente, se puede emplear la metodología de la Norma ASTM D3244 para establecer el valor definitivo a adoptar del parámetro considerado.

Para determinar los puntos sobre la calzada donde efectuar el control de un lote de obra, se debe emplear el sistema de muestreo aleatorio descrito en la Norma ASTM D3665. Para los casos donde no sea aplicable lo anterior, el Director de obra debe siempre aprobar la metodología de muestreo.

En todos los casos, la metodología de muestreo debe ser la establecida por las normas de referencia o el aprobado por el Director de obra.

10.2.- Lotes

El control del proceso de ejecución del riego de niebla se organiza por lotes de obra (unidad terminada). A continuación, se define y especifica el mencionado concepto y alcance de este.

10.2.1. Definición de lote de obra

Se considera como lote de obra a la fracción menor que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- ❖ Una longitud menor o igual a mil metros (≤ 1.000 m) lineales regados.
- ❖ Lo ejecutado en media jornada de trabajo o una jornada de trabajo (el Director de obra decidirá el tamaño del lote de producción dependiendo del ritmo de la obra).

10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales

Se establece en el presente punto una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de los materiales, del proceso de ejecución del riego y de la unidad terminada.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados previa la ejecución del Tramo de Prueba.

Si cambia la procedencia de algún material, se debe realizar cada uno de los ensayos contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Se debe en también realizar nuevamente el proceso de dosificación, con el objetivo de presentar la nueva Dosificación de Obra.

10.3.1.- Emulsiones asfálticas

10.3.1.1.- Emulsiones asfálticas convencionales

La frecuencia mínima de ensayos para emulsiones asfálticas convencionales (IRAM 6691) es la que se indica en la Tabla 8.

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del residuo sobre tamiz	IRAM 6717	Cada partida recibida
Obtención y determinación del residuo asfáltico	IRAM 6719	Cada partida recibida
Determinación del contenido de agua	IRAM 6719	Cada partida recibida
Determinación de los hidrocarburos destilados	IRAM 6719	Cada partida recibida
Determinación de la penetración del residuo asfáltico	IRAM 6576	Cada 10 partidas recibidas
Resto de los parámetros contemplados en la norma	IRAM 6691	Cada 10 partidas recibidas

Tabla 8. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas convencionales

10.3.1.2.- Emulsiones asfálticas modificadas

La frecuencia mínima de ensayos para emulsiones asfálticas modificadas (IRAM 6698) es la que se indica en la Tabla 9.

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del residuo sobre tamiz	IRAM 6717	Cada partida recibida
Obtención y determinación del residuo asfáltico	IRAM 6694	Cada partida recibida
Recuperación torsional del residuo asfáltico	IRAM 6830	Cada partida recibida
Determinación del contenido de agua	IRAM 6694	Cada partida recibida
Determinación de la penetración del residuo asfáltico	IRAM 6576	Cada 10 partidas recibidas
Resto de los parámetros contemplados en la norma	IRAM 6698	Cada 10 partidas recibidas

Tabla 9. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas modificadas

10.3.1.3.- Otro tipo de emulsiones asfálticas

En el caso que se utilice otro tipo de emulsión asfáltica, según el Punto 5.1.3. “Otro tipo de emulsión asfáltica”, se establece la frecuencia mínima de ensayos para la misma en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o en su defecto la determina el Director de Obra.

10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de distribución del riego de niebla

La frecuencia mínima de ensayos del proceso de distribución del riego de niebla se resume en la Tabla 10.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados durante la ejecución del Tramo de Prueba.

Al cambiar un insumo y/o alguno de los materiales componentes del riego de niebla se debe presentar una nueva Dosificación de Obra.

Parámetro	Método	Frecuencia
Dotación del riego de neblina	⁽¹⁾	Cada cinco lotes de obra

Tabla 10. Plan de ensayos sobre el proceso de distribución del riego de niebla.

⁽¹⁾ La metodología se detalla en el Punto 9.1.1. “Dotación del riego de neblina”.

10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada

La frecuencia mínima de ensayos sobre la unidad terminada se resume en la Tabla 11.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados al finalizar la ejecución del Tramo de Prueba.

Parámetro	Método	Frecuencia
Evaluación visual de la superficie ⁽¹⁾	---	Cada lote de obra

Tabla 11. Plan de ensayos sobre el proceso de distribución del riego de niebla.

⁽¹⁾ La longitud del tramo es la indicada en el Punto 9. “Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada”, o bien la aprobada por el Director de Obra.

10.6.- Archivo de la información

Es deber del Contratista documentar, gestionar y guardar la información y datos correspondientes a los lotes, mediciones, ensayos, resultados y cualquier otro dato o información que surgiere de la aplicación del Plan de Control de Calidad detallado en el presente documento.

Dicha información debe estar disponible para el Director de obra cuando éste lo solicite durante la ejecución de la obra y debe ser entregada al final de esta.

11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE EJECUCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA

11.1.- Requisitos del proceso de ejecución (lote de obra)

11.1.1.- Dotación de riego de niebla (lote de obra)

Para la determinación de la dotación del riego de niebla se debe medir el volumen de emulsión diluida en el equipo de distribución antes y después de la aplicación del riego. La dotación del riego de niebla se obtendrá a partir del cociente entre el volumen de dilución aplicado y la superficie sobre la cual se aplicó dicho volumen. El valor de la superficie regada surge del producto entre la longitud sobre la cual se aplicó el material bituminoso y el ancho alcanzado por el equipo de distribución.

La dotación del riego de niebla del lote de obra en estudio no debe diferir en más de 10 % en exceso y 10 % en defecto de la indicada en la Dotación de Obra aprobada y vigente.

11.2. Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)

11.2.1. Evaluación visual de la superficie (lote de obra)

Una vez distribuido el riego de niebla, se debe verificar que no existan superficies de la superficie regada sin recubrimiento de emulsión asfáltica.

12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada y del proceso de ejecución del riego de niebla se aplican sobre los lotes definidos en el Punto 9.2. “Lotes”.

En todos los casos en que se rechace un lote de obra, todos los costos asociados a la remediación de la situación están a cargo de la empresa constructora.

12.1. Proceso de ejecución (lote de obra)

12.1.1. Dotación del riego de niebla (lote de obra)

La dotación media del riego de niebla del lote de obra en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.1. “Dotación del riego de niebla (lote de obra)”.

Si la dotación del riego de niebla del lote de obra en estudio no cumple con lo establecido en el punto 10.1.1 pero no difiere en más de 15⁽¹⁾ % en exceso y 15⁽²⁾ % en defecto de la indicada en la Dotación de Obra aprobada y vigente, se acepta el lote de obra, pero corresponde un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie del lote de obra sobre el cual se aplicó el riego.

Si la dotación del riego de niebla del lote de obra en estudio no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo de este. En tal caso, excepto indicación contraria del Director de Obra, corresponde al Contratista tomar las medidas necesarias (reponer el riego de niebla) para cumplimentar los requisitos establecidos en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

⁽¹⁾ Para el Tramo de Prueba, este valor es de 20%.

⁽²⁾ Para el Tramo de Prueba, este valor es de 20%.

12.2. Unidad terminada (lote de obra)

12.2.1. Evaluación visual de la superficie (lote de obra)

Se debe cumplimentar lo establecido en el Punto 10.2.1. “Evaluación visual de la superficie (lote de obra)”.

Si existen superficies sin recubrimiento de emulsión asfáltica, se rechaza el lote de obra en estudio. En estas situaciones, el Contratista debe tomar las medidas necesarias para subsanar la situación.

13.- MEDICIÓN

La ejecución de los riegos considerados en el presente documento se mide en metros cuadrados (m²) ejecutados.

Los valores surgen del producto entre la longitud de cada capa regada, por el ancho establecido para la misma en el proyecto.

Al área resultante se le debe aplicar, si los hubiese, los descuentos por penalidades y bonos adicionales; estos son acumulativos.

La cantidad de emulsión aplicada (en toneladas) en un lote de obra se calculará multiplicando la dotación de obra aprobada de residuo asfáltico por la superficie del lote. Posteriormente, a partir de este valor y el contenido mínimo de asfalto especificado para el tipo de emulsión asfáltica empleada, se procederá a calcular la cantidad total de emulsión asfáltica aplicada en el riego de niebla del lote de obra en consideración.

14.- FORMA DE PAGO

El proceso de distribución del riego de niebla se paga por metro cuadrado de superficie terminada, medida en la forma establecida en el Punto 13. “Medición”, a los precios unitarios de contrato para los ítems respectivos.

Estos precios son compensación total por las siguientes tareas:

- ❖ Barrido, soplado y de ser necesario humectación de la superficie a recubrir.

- ❖ Los procesos involucrados en la carga, transporte, dilución y distribución de las emulsiones asfálticas.
- ❖ Provisión del equipo necesario para la ejecución del ítem.
- ❖ Las posibles correcciones de los defectos constructivos.
- ❖ La señalización y conservación de los desvíos durante la ejecución de los trabajos en los casos que corresponda.
- ❖ Todo otro trabajo, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución y conservación del ítem según lo especificado.
- ❖ No se abonan sobreanchos respecto de los establecidos en el proyecto ni aumentos de las dotaciones respecto de la dotación de obra adoptada y aprobada por el Director de obra oportunamente.

De dicho precio se excluyen solamente los gastos originados en la adquisición, carga, transporte, descarga y almacenamiento de la emulsión asfáltica, que se pagará por separado, en la forma establecida en la presente sección.

Las cantidades de emulsión bituminosa a liquidar se medirán en la forma especificada en el Punto 13 de esta especificación técnica.

En ningún caso, la cantidad de emulsión asfáltica certificada por el Director de Obra será superior a las cantidades facturadas al Contratista por su proveedor.

15.- CONSERVACIÓN

La conservación del riego de niebla contemplado en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de esta aplicación en perfectas condiciones y la reparación inmediata de cualquier falla que se produjese hasta la colocación de la capa asfáltica.

Los deterioros que se produzcan deben ser reparados por cuenta del Contratista, repitiendo, si fuera necesario al sólo juicio del Director de obra, las operaciones íntegras del proceso constructivo.

ÍNDICE

Sección 5F – Lechadas asfálticas (LASFAL)

ÍNDICE DE TABLAS.....	5
1.- DESCRIPCIÓN	6
2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN	6
3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA.....	6
3.1.- Definición y nomenclatura para las lechadas asfálticas (LASFAL)	6
4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN	7
5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES.....	7
5.1.- Agregados pétreos.....	7
5.1.1.- Características generales	8
5.1.2.- Agregado grueso	9
5.1.2.1.- Definición de agregado grueso.....	9
5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso.....	9
5.1.3.- Agregado fino	11
5.1.3.1.- Definición de agregado fino.....	11
5.1.3.2.- Requisitos del agregado fino.....	11
5.1.4.- Relleno mineral (Filler).....	12
5.1.4.1.- Definición de relleno mineral	12
5.1.4.2.- Requisitos del Relleno Mineral de aporte (Filler de Aporte).....	13
5.2.- Emulsiones asfálticas.....	13
5.2.1. Emulsiones asfálticas convencionales.....	13
5.2.2. Emulsiones asfálticas modificadas.....	13
5.2.3. Otros tipos de emulsiones asfálticas.....	13
5.2.4. Características generales.....	13
5.3.- Aditivos u otros materiales.....	14

5.4.- Agua.....	14
6.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO.....	14
6.1.- Husos granulométricos.....	14
6.2.- Dotación de las lechadas.....	15
6.3.- Criterios para el proceso de diseño.....	15
6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra.....	16
7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	17
7.1.- Consideraciones generales.....	17
7.2.- Equipos de obra.....	17
7.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica.....	17
7.2.2. Equipos de mezclado, dosificación y colocación.....	18
7.3.- Ejecución de las obras.....	19
7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo.....	19
7.3.2. Proceso de mezclado de agregados.....	19
7.3.3. Colocación.....	20
7.3.4.- Compactación.....	20
7.3.5.- Limpieza.....	20
8.- TRAMO DE PRUEBA.....	21
9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO.....	22
10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....	22
10.1.- Generalidades.....	22
10.2.- Lotes.....	24
10.2.1. Definición de lote de producción.....	24
10.2.2. Definición de lote de obra.....	24
10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales.....	25
10.3.1.- Agregados.....	25

10.3.1.1.- Agregados gruesos.....	25
10.3.1.2.- Agregados finos.....	26
10.3.1.3.- Relleno mineral (Filler).....	26
10.3.2.- Emulsiones asfálticas.....	26
10.3.2.1.- Emulsiones asfálticas convencionales.....	26
10.3.2.2.- Emulsiones asfálticas modificadas.....	27
10.3.2.3.- Otro tipo de emulsiones asfálticas.....	27
10.3.3. Aditivos u otros materiales.....	27
10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de mezclado, dosificación y distribución de las LASFAL.....	28
10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	28
10.6.- Archivo de la información.....	29
11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA.....	29
11.1. Proceso de mezclado, dosificación y distribución (lote de producción).....	29
11.1.1. Contenido de ligante asfáltico residual (lote de producción).....	29
11.1.2. Granulometría de los agregados combinados (lote de producción).....	29
11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra).....	30
11.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra).....	30
11.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra).....	30
11.2.3. Dotación de la LASFAL (lote de obra).....	31
12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO.....	31
12.1. Proceso de mezclado, dosificación y distribución (lote de producción).....	31
12.1.1. Contenido de ligante asfáltico residual (lote de producción).....	31
12.1.2. Granulometría de los agregados combinados (lote de producción).....	32
12.2. Unidad terminada (lote de obra).....	33
12.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra).....	33
12.2.2. Macrotextura superficial (lote de obra).....	33
12.2.3. Dotación de la LASFAL (lote de obra).....	33
13.- MEDICIÓN.....	34

14.- FORMA DE PAGO	34
15.- CONSERVACIÓN	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación.....	6
Tabla 2. Sistema de designación de las lasfal.....	7
Tabla 3. Índice de prestación.....	7
Tabla 4. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados.....	9
Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos.....	10
Tabla 6. Requisitos de los agregados provenientes de gravas.....	11
Tabla 7. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos”	11
Tabla 8. Requisitos de los agregados finos	12
Tabla 9. Requisitos para el aprovisionamiento y almacenamiento de emulsiones asfálticas.....	14
Tabla 10. Husos granulométricos para las lechadas asfálticas lasfal.	15
Tabla 11. Rangos para dotaciones de lasfal.....	15
Tabla 12. Criterios de diseño para la obtención de la formula de obra de las lechadas.....	16
Tabla 13. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra	17
Tabla 14. Requisitos que deben cumplir los elementos de almacenamiento de emulsiones asfálticas.....	18
Tabla 15. Requisitos que deben cumplir los equipos de mezclado y colocación.....	19
Tabla 16. Plan de ensayos sobre el agregado grueso.....	26
Tabla 17. Plan de ensayos sobre el agregado fino	26
Tabla 18. Plan de ensayos sobre el relleno mineral.....	26
Tabla 19. Pan de ensayos para las emulsiones asfálticas convencionales.....	27
tabla 20. plan de ensayos para las emulsiones asfálticas modificadas	27
Tabla 21. Plan de ensayos para el proceso de distribución de la lasfal.....	28
Tabla 22. Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	29
Tabla 23. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados.....	30
Tabla 24. Requisito de macrotextura superficial inicial.....	31
Tabla 25. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados	32

1.- DESCRIPCIÓN

Esta sección refiere a los requisitos que deben verificar las lechadas asfálticas (LASFAL) empleadas en la construcción de capas superficiales de rodamiento; en lo vinculado a las características de los insumos constitutivos de las mismas y los procesos de diseño y construcción.

2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN

Las Normas técnicas de aplicación en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales son las que se resumen en la Tabla 1.

UNIT	Instituto Uruguayo de Normas Técnicas
IRAM	Normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Argentina
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA.
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA.
EN	Normas Comunidad Europea

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación

Para todos los casos en los cuales se utilicen las Normas mencionadas en el presente documento, salvo indicación contraria en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se debe utilizar la última versión vigente.

3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA

3.1.- Definición y nomenclatura para las lechadas asfálticas (LASFAL)

Se define como Lechada asfáltica (LASFAL) a la combinación de una emulsión asfáltica (convencional o modificada), agregados pétreos (incluido Filler) y eventualmente aditivos. Estas mezclas son elaboradas en equipos ambulo-operantes a temperatura ambiente y extendidas en bajos espesores sobre una superficie de pavimento o base granular adecuadamente preparadas.

Las diferentes tipologías de lechadas asfálticas contempladas en el presente documento se diferencian entre sí esencialmente por la gradación de agregado pétreo como así también por el tipo de emulsión asfáltica utilizada.

A continuación, se resume el sistema de designación para lechadas asfálticas que se utilizan a lo largo de la presente especificación, de manera de individualizar los diferentes tipos de lechadas alcanzadas en esta sección.

LASFAL	G _x	CRC/CRCm
--------	----------------	----------

Tabla 2. Sistema de designación de las lasfal.

Donde:

LASFAL: Sigla que indica que se trata de una “Lechada asfáltica”.

G_x: Indica el tipo de gradación granulométrica del agregado pétreo empleado, pudiendo G_x tomar los siguientes valores:

G1: Gradación 1

G2: Gradación 2

CRC: Indicación correspondiente a las emulsiones asfálticas convencionales de rotura controlada, de acuerdo con la norma IRAM 6691.

CRCm: Indicación correspondiente a las emulsiones asfálticas modificadas de rotura controlada, de acuerdo con la norma IRAM 6698.

4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN

Los requisitos de los materiales componentes de las lechadas asfálticas se encuentran diferenciados en la presente especificación técnica de acuerdo con el índice de prestación adoptado para cada proyecto.

El índice de prestación debe ser indicado en la especificación técnica particular, si así no ocurriese se debe de adoptar el índice de prestación P1.

A continuación, se resumen en la Tabla 3 los dos (2) índices de prestación considerados en el presente documento.

Índice de prestación (IP)	P1	P2
---------------------------	----	----

Tabla 3. Índice de prestación

5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES

5.1.- Agregados pétreos

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a emplear agregados cuya naturaleza, procedencia o estado fisicoquímico así lo requieran.

En caso de emplearse materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, debe hacerse un estudio que demuestre la aptitud de este para ser empleado, que debe ser aprobado por el Director de Obra.

5.1.1.- Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los agregados para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la Tabla 4.

Característica	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los agregados deben ser de origen natural, y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los agregados deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de estos. ❖ Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración fisicoquímica. ❖ Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.
Acopios	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los agregados se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado hasta su empleo. ❖ Cada fracción del agregado se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer preferiblemente sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con suelo. Si se dispusieran sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores. ❖ Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a tres metros (3 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores al dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje. ❖ Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los agregados, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un agregado, lo cual obliga al estudio de una nueva Fórmula de Obra. ❖ El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de Obra, debe fijar el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no debe ser inferior

	<p>al correspondiente a quince (15) días de trabajo para el nivel de producción prevista.</p> <p>❖ Los acopios deben estar limpios, exentos de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad de la mezcla o capa con ellos eventualmente ejecutada.</p>
--	--

Tabla 4. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados

5.1.2.- Agregado grueso

5.1.2.1.- Definición de agregado grueso

Bajo la denominación de “Agregado grueso”, se agruparán todos los agregados de origen mineral que queden retenidos en el tamiz N° 4 (4,75 mm).

5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso

Los requisitos que deben cumplir los agregados gruesos dependen del índice de prestación adoptado para el proyecto en consideración. Los mismos se establecen en la Tabla 5 y en la Tabla 6.

El agregado grueso será por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Tabla 5 y en la Tabla 6.

Ensayo	Norma	Exigencia	
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.	
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 25	≤ 30
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” ⁽¹⁾	IRAM 1532	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 30	≤ 35
Micro Deval ⁽¹⁾	ASTM D6928	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 17	≤ 17
Polvo adherido ⁽²⁾	IRAM 1883	≤ 1,0	

Ensayo	Norma	Exigencia	
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria	
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.	
Coefficiente pulimento acelerado	ASTM D3319	Determinación obligatoria	
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Determinación obligatoria	
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	≤ 12	
Caras de fractura	IRAM 1851	Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura ⁽¹⁾	
		Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≥ 80	≥ 75
		⁽¹⁾ Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener una o más caras de fractura.	

Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos

⁽¹⁾ Para agregados tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la Tabla 7.

⁽²⁾ De no cumplirse el requisito el Director de Obra podrá exigir que se proceda al lavado u otro método propuesto por la contratista que permita la verificación de este.

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de gravas, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla 6. Asimismo, se pueden definir exigencias extras en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Ensayo	Norma	Exigencia	
Relación de tamaño de la partícula a triturar	---	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		$\geq 3^{(*)}$	$\geq 3^{(*)}$
		^(*) Tamaño mínimo de la partícula a triturar respecto a la partícula resultante de mayor tamaño.	

Tabla 6. Requisitos de los agregados provenientes de gravas

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de “Tipo Basálticos”, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla 7.

Ensayo	Norma	Exigencia	
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 25	≤ 25
Micro Deval	ASTM D6928	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 17	≤ 17
Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide	UY A 26	$\leq 60\%$	

Tabla 7. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos”

5.1.3.- Agregado fino

5.1.3.1.- Definición de agregado fino

Se define como agregado fino la parte del agregado total pasante por el tamiz N° 4 (4,75 mm).

5.1.3.2.- Requisitos del agregado fino

Los requisitos que deben de cumplir los agregados finos se establecen en la Tabla 8.

El agregado fino debe ser por lo general de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Tabla 8.

En el caso de que el agregado fino provenga de la trituración de gravas, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en la Tabla 6.

Ensayo	Norma	Exigencia
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles"	IRAM 1532	La fracción gruesa de la cual proviene el agregado fino debe cumplir las exigencias de la Tabla 5 y Tabla 7 (si corresponde) para el Coeficiente de desgaste Los Ángeles.
Equivalente de arena	IRAM 1682	≥ 50
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Índice de Azul de Metileno ⁽¹⁾	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	≤ 7 gramos/kilogramo
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente	IRAM 1520	Determinación obligatoria

Tabla 8. Requisitos de los agregados finos

⁽¹⁾ El Índice de Azul de Metileno se debe hacer sólo en caso de que el Ensayo de Equivalente de Arena arroje un resultado menor a cincuenta por ciento ($< 50\%$) y mayor o igual cuarenta por ciento ($\geq 40\%$).

5.1.4.- Relleno mineral (Filler)

5.1.4.1.- Definición de relleno mineral

Se define como Relleno Mineral (Filler) a la fracción pasante por el tamiz IRAM 0,075 mm según Norma IRAM 1501.

El Filler puede provenir de los agregados pétreos o bien puede ser Filler de Aporte; definiendo como Filler de Aporte a aquellos que no provienen de la recuperación de los finos constituyentes de los agregados pétreos.

5.1.4.2.- Requisitos del Relleno Mineral de aporte (Filler de Aporte)

El Filler de Aporte debe estar constituido por alguno de los siguientes materiales:

- ❖ Cemento Portland. El tipo de cemento adoptado debe de verificar los requisitos establecidos en la norma IRAM 50000
- ❖ Calcáreo molido (polvo calizo). El tipo de filler calcáreo adoptada debe de verificar los requisitos establecidos en la norma IRAM 1593
- ❖ Cal hidratada. El tipo de cal adoptada debe de verificar los requisitos establecidos en la norma IRAM-1508

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a materiales cuya naturaleza, procedencia o estado físico-químico así lo requieran.

5.2. Emulsiones asfálticas

5.2.1. Emulsiones asfálticas convencionales

La emulsión asfáltica para emplear se debe encuadrar dentro del tipo CRC de la norma IRAM 6691. El tipo de emulsión asfáltica se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.2. Emulsiones asfálticas modificadas

La emulsión asfáltica para emplear se debe encuadrar dentro del tipo CRCm de la norma IRAM 6698. El tipo de emulsión asfáltica se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.3. Otros tipos de emulsiones asfálticas

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede establecer el uso de una emulsión asfáltica que no se encuadre dentro del Punto 6.2.1. “Emulsiones asfálticas convencionales” o el Punto 6.2.2. “Emulsiones asfálticas modificadas”, dependiendo de las condiciones de proyecto.

En este caso, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares debe establecer las características y exigencias a solicitar para la emulsión asfáltica. Los TBSS elaborados con estas emulsiones deben cumplimentar el resto de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

5.2.4. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir las emulsiones asfálticas para el aprovisionamiento son los que se establecen en la Tabla 9.

Característica	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Las emulsiones asfálticas deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de estas. ❖ Deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica.

Tabla 9. Requisitos para el aprovisionamiento de emulsiones asfálticas

5.3.- Aditivos u otros materiales

En el caso de incorporación de aditivos u otros materiales, con el objeto de alcanzar una mejora de alguna característica de la LASFAL o del proceso productivo, se debe verificar que, además de dotar de las propiedades adicionales que se pretende, cumple todos los requisitos establecidos en el presente documento.

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Contratista, puede proponer el uso de él o los aditivos u otros materiales que pueden utilizarse, estableciendo los requisitos que tienen que cumplir como así también los métodos de incorporación, dosificación y dispersión homogénea.

Previo al empleo de estos en la ejecución de la LASFAL, el Director de Obra debe aprobar la propuesta presentada. Los aditivos deben ser conservados en sus envases originales herméticamente cerrados.

El acopio se debe realizar al reparo del sol y de las bajas temperaturas, y preferiblemente bajo techo, separando e identificando cada marca, tipo, fecha de recepción y fecha de vencimiento.

5.4.- Agua

El agua debe ser de una calidad tal que no altere el proceso normal de elaboración, distribución y curado de la lechada asfáltica.

6.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

6.1.- Husos granulométricos

La granulometría de la fracción utilizada o de la combinación de diferentes fracciones de agregados pétreos, para cada uno de los riegos de agregados pétreos, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en las Tabla 10.

Tamices	Porcentaje en peso que pasa ⁽¹⁾	
	G1 ⁽²⁾	G2 ⁽²⁾
9,5 mm (3/8")	....	100
4,75 mm (N° 4)	100	85-100
2,36 mm (N° 8)	90-100	65-90
600 µm (N° 30)	40-60	30-50
300 µm (N° 50)	25-42	18-30
75 µm (N°200)	10-20	5-15

Tabla 10. Husos granulométricos para las lechadas asfálticas lasfal.

6.2.- Dotación de las lechadas

La dotación de las LASFAL debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en la Tabla 11, según el tipo de esqueleto granular (gradación) considerado.

Tipo de gradación	Rango de las dotaciones de las LASFAL (excluida el agua total)	
	[kg/m2]	
	Mínimo	Máximo
Gradación 1	5	9
Gradación 2	6	11

Tabla 11. Rangos para dotaciones de lasfal.

6.3.- Criterios para el proceso de diseño

El tipo de emulsión asfáltica, dotación, gradación del esqueleto granular e Índice de prestación a emplear en la lechada asfáltica en consideración, se definen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y/o en el Proyecto Ejecutivo.

Los criterios para considerar en el proceso de diseño en laboratorio de las LASFAL, para la obtención de la Formula de Obra de esta, se resumen en la Tabla 12.

Parámetro	Exigencia	
Tiempo de mezclado a 25°C. (ISSA TB 113). (minutos) ⁽²⁾	> 2	
Pérdida por abrasión en pista mojada. Una hora de inmersión (WTAT). (ISSA TB 100) (ASTM 3910). (g/m ²)	Pérdida máxima por abrasión en pista mojada	
	(g/m ²)	
	P1	P2
	600	800
Adhesión de arena en el ensayo de rueda cargada (LWT). (ISSA TB 109). (g/m ²)	Adhesión máxima de arena	
	(g/m ²)	
	P1	P2
	600	800

Tabla 12. Criterios de diseño para la obtención de la fórmula de obra de las lechadas.

6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra

La ejecución regular de las LASFAL no se debe iniciar hasta que el Director de Obra haya aprobado la correspondiente Formula de Obra presentada por el Contratista.

Para la aprobación de la Formula de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente. La fórmula aprobada debe emplearse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características y el origen de los materiales que la componen.

Toda vez que cambie alguno de los materiales que integran las LASFAL o se excedan sus tolerancias de calidad, la Formula de Obra debe ser reformulada y sometida a consideración del Director de Obra para su nueva aprobación, siguiendo los lineamientos del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Por lo tanto, debe excluirse el concepto de “Formula de Obra única e inamovible”.

Los informes de presentación de la Formula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la Tabla 13.

Parámetro	Información que debe ser consignada
Agregados y rellenos minerales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, granulometrías de la o las fracciones de los agregados involucrados y dotación. ❖ Granulometría de los agregados o de la combinación de las fracciones adoptadas en el caso de empelar más de una facción.

	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre el agregado grueso, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 5, Tabla 6 (si corresponde) y Tabla 7 (si corresponde). ❖ Ensayos realizados sobre el agregado fino, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 8.
Emulsión asfáltica y aditivos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, hoja técnica del producto, hoja de seguridad y proporción en la lechada asfáltica, respecto de la masa total del agregado seco (incluido el o los rellenos minerales), de la emulsión asfáltica. ❖ Cuando se empleen aditivos, debe indicarse su denominación, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa de agregado.
Dotación de LASFAL	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se debe indicar la dotación media en (kg/m²) a colocar de lechada asfáltica.
Agua de preenvuelta	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se debe indicar el porcentaje en peso de agua de preenvuelta en la lechada asfáltica respecto de la masa total de agregados secos, incluido el o los rellenos minerales.
Mezclado	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tiempos requeridos para el mezclado de los agregados con el filler, aditivos, agua y emulsión.
Tiempo de corte y habilitación al tránsito	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe indicarse el tiempo aproximado de habilitación al tránsito
Parámetros de diseño	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre la Formula de Obra de la LASFAL, como mínimo las contempladas en la Tabla 12.
Informe de presentación de la Fórmula de Obra	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Según el Formato Tipo vigente de la Dirección Nacional de Vialidad.

Tabla 13. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra

7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.1.- Consideraciones generales

No se puede utilizar en la ejecución regular de las LASFAL ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el Tramo de Prueba y aprobado por el Director de Obra.

7.2.- Equipos de obra

7.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica

Las emulsiones asfálticas se deben almacenar en tanques que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 14.

Característica	Requisitos
Tanques de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica deben ser, preferiblemente, cilíndricos y verticales y estar térmicamente aislados del medio ambiente. ❖ El tanque de almacenamiento debe tener un sistema que permita mantener la temperatura de almacenamiento de la emulsión asfáltica dentro del entorno indicado por el proveedor de la emulsión asfáltica. ❖ Para evitar la rotura de la capa de la emulsión en contacto con el aire y la formación de espuma, el caño de alimentación debe llegar hasta el fondo del tanque. ❖ Es recomendable que los tanques se encuentren dotados de un sistema de agitación de bajas revoluciones. ❖ El sistema de bombeo empleado debe ser tal que no ingresen aire a la emulsión asfáltica. ❖ En el caso de emulsiones que vayan a estar almacenadas períodos mayores a siete días (>7 días), es preciso asegurar su homogeneidad previa a su empleo. ❖ Se deben de evitar los ciclos de calentamiento y enfriamiento de la emulsión asfáltica.

Tabla 14. Requisitos que deben cumplir los elementos de almacenamiento de emulsiones asfálticas

7.2.2.- Equipos de mezclado, dosificación y colocación

Los equipos de mezclado y dosificación de las lechadas asfálticas deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 15.

Característica	Requisitos
Alimentación de los materiales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo debe disponer de los elementos para realizar o facilitar la carga de todos los materiales (agregados, filler, emulsión, agua de envuelta, aditivos, etc.), así como de la capacidad de carga necesaria para realizar aplicaciones en continuo de más de cuatrocientos metros (>400 m) en una única aplicación. ❖ Idealmente, el equipo debe ser capaz de cargar materiales mientras continúa aplicando las LASFAL.

Característica	Requisitos
Sistema de mezclado	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La máquina de mezclado debe ser capaz de realizar una mezcla con proporciones precisas de agregado, agua, aditivos, filler y emulsión asfáltica y hacerlo en secuencia automática. ❖ El alimentador de finos debe permitir una dosificación precisa del relleno mineral a incorporar al mezclador al mismo tiempo que los agregados pétreos. ❖ El equipo debe descargar el producto mezclado y homogéneo en un flujo uniforme y continuo sobre la caja esparcidora.
Caja de distribución	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La caja esparcidora debe ser capaz de agitar y distribuir uniformemente la mezcla. ❖ Debe contar con dispositivos de cierre laterales y un dispositivo en su interior que reparta uniformemente la mezcla.

Tabla 15. Requisitos que deben cumplir los equipos de mezclado y colocación.

7.3.- Ejecución de las obras

7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo

Previo ejecución de las LASFAL, la superficie de apoyo se debe encontrar aprobada por el Director de Obra, de acuerdo con el cumplimiento de las exigencias establecidas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de la misma.

Previo a la colocación de las LASFAL, se debe ejecutar una limpieza de la superficie mediante un equipo barredora y/o equipo de aire a presión. La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros. Asimismo, debe estar libre de manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.

Cuando las condiciones lo requieran, la superficie se rociará con agua delante de la caja esparcidora. La dotación de agua aplicada se debe de ajustar a las condiciones climáticas como así también al estado de la superficie de apoyo.

Si la superficie de apoyo consiste en una base granular, se debe ejecutar un riego de imprimación. Las banquetas y/o trochas aledañas se deben mantener durante los trabajos en condiciones tales que eviten la contaminación de la superficie.

7.3.2. Proceso de mezclado de agregados

El mezclado de los agregados debe realizarse de forma mecánica previo a la incorporación de estos a la mezcladora.

Los agregados pétreos, o la mezcla de ellos, no deben sufrir ningún tipo de segregación durante el proceso constructivo.

No se deben utilizar en la elaboración agregados que contengan agua congelada. No se permite la aplicación de sales descongelantes en los acopios para contrarrestar el efecto del congelamiento.

7.3.3. Colocación

La colocación de las LASFAL se debe realizar por franjas longitudinales, salvo que el Director de Obra indique otro procedimiento.

El ancho de estas franjas debe ser tal que minimice el número de juntas longitudinales y considerando los siguientes aspectos: el ancho de la sección, la coincidencia con la futura demarcación horizontal, el eventual mantenimiento de la circulación, las características del equipo de colocación y el desfasaje con la junta longitudinal de la capa inferior.

Cuando se prevea la aplicación de más de una capa de LASFAL, se debe aplicar la capa superior después de haber sometido la capa inferior a la acción de la circulación del tránsito durante no menos de un (1) día.

Previo colocación de la segunda capa, con el objetivo de remover el material desprendido y suelto, se debe efectuar el barrido previo de la capa inferior.

7.3.4.- Compactación

Por lo general, no es necesario efectuar un proceso de compactación en este tipo de aplicaciones. Al margen de ello, pueden existir situaciones particulares en las cuales resulte necesaria una compactación con compactador neumático (10 toneladas máximo y equipado con un sistema de rociado de agua) para mejorar la textura superficial y acelerar el proceso de curado.

7.3.5.- Limpieza

El Contratista debe prestar especial atención en no afectar durante la realización de las obras la calzada existente o recién construida.

Para tal efecto, todo vehículo que se retire del sector de obra debe ser sometido a una limpieza de los neumáticos, de manera tal que no marque ni ensucie tanto la calzada como la demarcación existente.

En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra, dentro del área de obra o fuera de ella, el Contratista debe hacerse cargo de la limpieza de estas de modo de reestablecer las condiciones iniciales.

8.- TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de las LASFAL, se debe ejecutar el Tramo de Prueba. El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en la Formula de Obra y el proceso de construcción necesarios para alcanzar la conformidad total de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares correspondiente.

El Contratista debe informar por escrito, adjuntos a la Formula de Obra final a emplear, los ajustes llevados a cabo. Los mismos deben ser aprobados por el Director de Obra previo al inicio de las obras.

El Tramo de Prueba debe realizarse con anticipación a la fecha de inicio de las obras prevista por el Plan de Trabajo del Contratista. Debe permitir efectuar la totalidad de los ensayos involucrados y los ajustes derivados del análisis de dichos resultados.

El Tramo de Prueba se debe realizar sobre una longitud no menor a la definida por el Director de Obra, nunca menor a la longitud correspondiente a cien metros lineales (100 m), por ancho de colocación de la LASFAL.

Con el objetivo de determinar la conformidad con las condiciones y requisitos especificados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se deben realizar los ensayos establecidos en ambos documentos para el Tramo de Prueba. El Director de Obra puede solicitar la ejecución de otros ensayos además de los indicados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los mencionados ensayos pueden ser in-situ o sobre muestras de materiales sin colocar. Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Director de Obra debe decidir:

- ❖ Si es aceptable o no la Formula de Obra. En el primer caso, se puede iniciar la ejecución de la LASFAL. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en el proceso de construcción), de modo de cumplimentar con las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba.
- ❖ Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista para llevar adelante los procesos constructivos y control de dichos procesos.

No se debe proceder a la ejecución de la LASFAL sin que el Director de Obra haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del Tramo de Prueba.

Los tramos de prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra de la LASFAL, como así también se verifiquen los requisitos de la unidad terminada definidos en

el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para el Tramo de Prueba, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO

Las LASF no se podrán ejecutar durante los meses de junio, julio y las dos primeras semanas del mes de agosto.

Fuera de ese período de veda, no se permite la puesta en obra de las LASFAL en las siguientes situaciones (salvo autorización expresa del Director de Obra):

- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a ocho grados Celsius ($< 8^{\circ}\text{C}$)
- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a diez grados Celsius ($< 10^{\circ}\text{C}$) y la velocidad del viento en superficie es mayor a 35 Km/h.
- ❖ Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Prevía autorización del Director de Obra, se puede habilitar la circulación del tránsito (limitando la velocidad de circulación a 40 km/h durante las primeras 2 horas) sobre la misma cuando se verifiquen lo siguientes aspectos:

- ❖ Se ha producido la rotura de la emulsión de manera definitiva.
- ❖ No existe riesgo de desprendimiento de agregados.
- ❖ Se ha efectuado el primer barrido liviano de la superficie

10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Generalidades

El Plan de Control de Calidad define el programa que debe cumplir el Contratista para el control de calidad de los materiales, del proceso constructivo y de la unidad terminada.

El Plan de Control de Calidad debe ser entregado por el Contratista y aprobado por el Director de Obra, el mismo debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- ❖ Ensayos establecidos en el Punto 10. “Plan de Control de Calidad” del presente documento.
- ❖ Listado de equipos, instrumentos y elementos con los que cuenta el Laboratorio de Obra. Mínimamente debe de contar el laboratorio de obra con los equipos, elementos e instrumentos necesarios para realizar los ensayos cuya frecuencia es cada lote en el plan de control de calidad.

- ❖ Certificado de Calibración y Plan de Calibración y Verificación de los equipos, instrumentos y elementos del Laboratorio de Obra.
- ❖ Listado de personal afectado al laboratorio de obra y al cumplimiento del plan de control de calidad de la obra. Los recursos humanos destinados a las tareas antes mencionadas deben de permitir ejecutar el plan de control de calidad en tiempo y forma.

Con la información generada por la implementación del Plan de Control de Calidad se debe elaborar un informe para presentar al Director de Obra. La frecuencia de presentación de este informe es determinada en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director de Obra. Nunca esta frecuencia puede ser inferior a:

- ❖ Una presentación mensual.
- ❖ Cincuenta mil metros cuadrados (50.000 m²) de LASFAL construidos.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Control de Calidad: ensayos sobre materiales, proceso constructivo y unidad terminada, de los diferentes lotes ejecutados en este período.

En todos los casos en que el Director de Obra entregue al Contratista planillas modelos de cálculo y presentación de resultados de ensayos, las mismas son de uso obligatorio.

El Director de Obra o quién éste delegue, pueden supervisar la ejecución de los ensayos, por lo que el Contratista debe comunicar con suficiente anticipación su realización.

El presente Plan de Control de Calidad queda complementado con lo establecido en el Punto 11. “Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada”.

El Director de Obra puede disponer el envío de una o más muestras de cualquier material involucrado en la obra (agregados, emulsión asfáltica, etc.) al sector responsable de calidad de la DNV con el objetivo de auditar periódicamente al laboratorio de control de calidad y/o Laboratorio de Obra del Contratista.

Para todos los casos en los cuales se verifique una diferencia en un parámetro determinado entre el laboratorio del Contratista y el laboratorio empleado por el Director de Obra, considerando la misma muestra, el valor que se debe tomar como definitivo es el correspondiente al laboratorio empleado por el Director de Obra. Si el Director de Obra lo considera conveniente, se puede emplear la metodología de la Norma ASTM D3244 para establecer el valor definitivo a adoptar del parámetro considerado.

Para determinar el equipo de transporte sobre el cual efectuar el muestreo para el control de un lote de producción, se debe emplear el sistema de muestreo aleatorio descrito en la Norma ASTM D3665. El

El mismo método se debe utilizar para determinar los puntos sobre la calzada donde efectuar el control de un lote de obra.

En todos los casos, la metodología de muestreo debe ser la establecida por las normas de referencia o el aprobado por el Director de Obra.

Para los casos donde no sea aplicable lo anterior, el Director de obra debe siempre aprobar la metodología de muestreo.

10.2.- Lotes

El control del proceso de distribución de las LASFAL se organiza por lotes de producción (mezcla de materiales) y lotes de obra (unidad terminada). A continuación, se definen y especifican los mencionados conceptos y alcances de estos.

10.2.1. Definición de lote de producción

Se considera como lote de producción a la menor fracción que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

- ❖ Cuatro (4) cargas consecutivas del equipo de elaboración y extensión.
- ❖ Lo ejecutado en una o media jornada de trabajo (el Director de Obra decidirá el tamaño del lote de producción dependiendo del ritmo de la obra).

En caso de que se produzca alguna detención superior a dos horas (> 3h) en el proceso de ejecución, sin importar el motivo (lluvia, desperfectos mecánicos, logística, etc.), se debe considerar un nuevo lote de producción.

La numeración de los lotes de producción debe ser acumulativa, comenzando con el número uno (1), que le corresponde al Tramo de Prueba.

10.2.2. Definición de lote de obra

Se considera como lote de obra en el camino a la fracción menor que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- ❖ Una longitud de quinientos metros (500 m) lineales de construcción.
- ❖ Una superficie de dos mil quinientos metros cuadrados (2.500 m²).
- ❖ Lo ejecutado en una o media jornada de trabajo.

Nota: Con el objetivo de contar con trazabilidad de los trabajos ejecutados y vincular los valores de parámetros de obra con los correspondientes a los de elaboración de las LASFAL, a cada lote de producción se lo debe vincular con el o los lotes de obra correspondientes ejecutados a partir de aquel.

10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de los materiales.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados previa la ejecución del Tramo de Prueba.

Si cambia la procedencia de algún material, se debe realizar cada uno de los ensayos contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Se debe también realizar nuevamente el proceso de dosificación, con el objetivo de presentar la nueva Fórmula de Obra.

10.3.1.- Agregados

10.3.1.1.- Agregados gruesos

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados gruesos utilizada es la que se indica en la Tabla 16.

Parámetro	Método	Frecuencia
Elongación	IRAM 1687-2	Cada 600 T recibidas
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Cada 600 T recibidas
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” ⁽¹⁾	IRAM 1532	Cada 600 T recibidas
Micro Deval ⁽¹⁾	ASTM D6928	Cada 600 T recibidas
Polvo adherido	IRAM 1883	Cada 300 T recibidas
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	En el momento del diseño
Coeficiente pulimento acelerado	ASTM D3319	En el momento del diseño
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Cada 100 T recibidas
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Cada 300 T recibidas
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	Cada 1200 T recibidas
Degradación en presencia de dimetil – sulfoxide ⁽²⁾	UY A 26	Cada 1200 T recibidas

Parámetro	Método	Frecuencia
Caras de fractura	IRAM 1851	Cada 300 T recibidas

Tabla 16. Plan de ensayos sobre el agregado grueso

⁽¹⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”, la frecuencia de ensayo es cada 400 T recibidas.

⁽²⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”

10.3.1.2.- Agregados finos

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados finos es la que se indica en la Tabla 17.

Parámetro	Método	Frecuencia
Equivalente de arena	IRAM 1682	Cada 600 T recibidas
Índice de Azul de Metileno ⁽¹⁾	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	Cada 600 T recibidas
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Cada 100 T recibidas
Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua	IRAM 1520	Cada 100 T recibidas

Tabla 17. Plan de ensayos sobre el agregado fino

⁽¹⁾ Cuando corresponda, el Índice de Azul de Metileno se hará sólo en caso de que el Ensayo de Equivalente de Arena arroje un resultado menor (<50 %) a cincuenta por ciento y mayor o igual cuarenta por ciento (≥ 40 %).

10.3.1.3.- Relleno mineral (Filler)

La frecuencia mínima de ensayos para relleno mineral es la que se indica en la Tabla 18.

Parámetro	Método	Frecuencia
Granulometría	IRAM 1505	Cada 100 T recibidas

Tabla 18. Plan de ensayos sobre el relleno mineral

10.3.2.- Emulsiones asfálticas

10.3.2.1.- Emulsiones asfálticas convencionales

La frecuencia mínima de ensayos para emulsiones asfálticas convencionales (IRAM 6691) es la que se indica en la Tabla 19.

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del residuo sobre tamiz	IRAM 6717	Cada partida recibida
Obtención y determinación del residuo asfáltico	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación del contenido de agua	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de los hidrocarburos destilados	IRAM 6719	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de la penetración del residuo asfáltico	IRAM 6576	Cada 10 partidas recibidas
Resto de los parámetros contemplados en la norma	IRAM 6691	Cada 10 partidas recibidas

Tabla 19. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas convencionales

10.3.2.2.- Emulsiones asfálticas modificadas

La frecuencia mínima de ensayos para emulsiones asfálticas modificadas (IRAM 6698) es la que se indica en la Tabla 20.

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del residuo sobre tamiz	IRAM 6717	Cada partida recibida
Obtención y determinación del residuo asfáltico	IRAM 6694	Cada 5 partidas recibidas
Recuperación torsional del residuo asfáltico	IRAM 6830	Cada 5 partidas recibidas
Determinación del contenido de agua	IRAM 6694	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de la penetración del residuo asfáltico	IRAM 6576	Cada 10 partidas recibidas
Resto de los parámetros contemplados en la norma	IRAM 6698	Cada 10 partidas recibidas

Tabla 20. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas modificadas

10.3.2.3.- Otro tipo de emulsiones asfálticas

En el caso que se utilice otro tipo de emulsión asfáltica, según el Punto 5.2.3. “Otro tipo de emulsión asfáltica”, se establece la frecuencia mínima de ensayos para la misma en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o en su defecto la determina el Director de Obra.

10.3.3. Aditivos u otros materiales

Los ensayos para realizar sobre los aditivos u otros materiales, así como también la frecuencia de estos, se establece en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o en su defecto la determinará el Director de Obra.

10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de mezclado, dosificación y distribución de las LASFAL

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad del proceso de distribución de las LASFAL.

La frecuencia mínima de ensayos del proceso de mezclado, dosificación y distribución de la mezcla se resume en la Tabla 21. Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados durante la ejecución del Tramo de Prueba.

Al cambiar un insumo y/o alguno de los materiales componentes de la LASFAL, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

Parámetro	Método	Frecuencia
Dotación de la LASFAL	⁽¹⁾	Cada lote de producción
Contenido de ligante ⁽²⁾	⁽³⁾	Cada lote de producción
Granulometría de los agregados recuperados ⁽⁴⁾	IRAM 1501 IRAM 1505	Cada lote de producción

Tabla 21. Plan de ensayos para el proceso de distribución de la lasfal.

⁽¹⁾ Se detalla el método de cálculo en el Punto 10.2.3. "Dotación de la LASFAL (lote de obra)".

⁽²⁾ A los fines de la determinación del ligante residual, se debe emplear alguna de las metodologías descriptas en las siguientes normas: ASTM D8159, ASTM D2172 o ASTM D6307

⁽³⁾ Se detalla el método de muestreo en el Punto 10.1.1. "Contenido de ligante asfáltico residual (lote de producción)".

⁽⁴⁾ Se detalla el método de muestreo en el Punto 10.1.2. "Granulometría de los agregados combinados (lote de producción)".

10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la unidad terminada, la misma se resume en la Tabla 22.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados al finalizar la ejecución del Tramo de Prueba.

Parámetro	Método	Frecuencia
Macrotectura	IRAM 1850 ⁽¹⁾	Cada lote de obra

Tabla 22. Plan de ensayos sobre la unidad terminada

- ⁽¹⁾ Si el Director de Obra lo considera pertinente, podrá aprobar otra metodología de medición (ej.: mediante equipo de alto rendimiento), luego de evaluar la misma y su aceptable correlación con el ensayo de parche de arena.

10.6.- Archivo de la información

Es deber del Contratista documentar, gestionar y guardar la información y datos correspondientes a los lotes, mediciones, ensayos, resultados y cualquier otro dato o información que surgiere de la aplicación del Plan de Control de Calidad detallado en el presente documento.

Dicha información debe estar disponible para el Director de Obra cuando éste lo solicite durante la ejecución de la obra y debe ser entregada al final de esta.

11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA

11.1. Proceso de mezclado, dosificación y distribución (lote de producción)

11.1.1. Contenido de ligante asfáltico residual (lote de producción)

La determinación del contenido de ligante asfáltico residual se debe hacer sobre no menos de dos (2) muestras por cada lote de producción. Estas muestras se deben tomar a la salida del canal que alimenta la caja repartidora.

El contenido medio de ligante asfáltico residual (respecto del peso seco del agregado pétreo, incluyendo filler) del lote de producción en estudio es la media de los ensayos de contenido de ligante asfáltico residual, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a cinco décimas por ciento (0,5 %).

El contenido medio de ligante asfáltico residual (respecto del peso seco del agregado pétreo, incluyendo filler) correspondiente al lote de producción en estudio debe encuadrarse dentro de una tolerancia de más o menos cinco décimas por ciento ($\pm 0,5$ %) respecto al valor informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

11.1.2. Granulometría de los agregados combinados (lote de producción)

La determinación de la granulometría de los agregados combinados (incluyendo el filler) se debe hacer sobre no menos de dos (2) muestras por cada lote de producción. Estas muestras se deben tomar a la salida de la tolva de la máquina, y se le debe incorporar posteriormente la cantidad de filler correspondiente, de acuerdo con la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

Antes de la incorporación del filler, las muestras deben secarse hasta peso constante. Se considera granulometría media de los agregados combinados al promedio de las granulometrías obtenidas de los ensayos realizados sobre el lote de producción en estudio.

La granulometría de los agregados combinados debe cumplir con las tolerancias admisibles, respecto a la granulometría de la Fórmula de Obra vigente, indicadas en la Tabla 23. Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría de los agregados combinados, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la LASFAL en el Punto 6.1.

12,5mm (1/2")	9,5mm (3/8")	6,3mm (N°3)	4,75mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	600 m (N°30)	300 um (N°50)	150 um (N°100)	75 um (N°200)
+/- 4 %			+/- 3 %		+/- 2,5%			+/- 1,5%

Tabla 23. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados

11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)

11.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra)

La evaluación visual de la superficie de cada lote de obra, o de un área parcial del mismo, debe mostrar homogeneidad y no se debe observar ningún tipo de segregación, desprendimientos, exudación del ligante asfáltico o ningún otro defecto.

No se dejarán rayas en la superficie terminada, como las causadas por agregados de gran tamaño. Si se observara dicha situación, el trabajo se detendrá hasta que el contratista corrija el proceso de colocación de modo de evitar dicho comportamiento.

11.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra)

La superficie debe presentar un aspecto homogéneo y uniforme, libre de segregaciones de agregados y de exudaciones; los sectores que puntualmente presenten alguno de estos defectos deben ser corregidos por cuenta del Contratista.

Se debe realizar el control de la macrotextura de cada lote de obra ejecutado antes de que el lote en estudio alcance seis (6) meses de servicio.

El control de la macrotextura se debe realizar mediante el método del Círculo de Arena siguiendo la metodología establecida en la norma IRAM 1850.

Para la asignación del valor de macrotextura a cada lote de obra se deben realizar ocho (8) determinaciones.

El valor medio de estas determinaciones mencionadas anteriormente y su respectivo desvío estándar deben cumplimentar los requisitos establecidos en la Tabla 24.

Característica	Norma	Requisito ⁽¹⁾
		Gradación 2
Macrotextura (Círculo de arena)	IRAM 1850	Promedio del lote > 0,40 mm Desvío estándar < 0,15 mm

Tabla 24. Requisito de macrotextura superficial inicial

- ⁽¹⁾ Las lechadas cuya gradación del esqueleto granular corresponde al tipo 1, no poseen requisito de macrotextura dado que su objetivo no es reconstituir condiciones superficiales vinculadas con la seguridad sino materializar un sellado que impida el ingreso del agua a la estructura.

11.2.3. Dotación de la LASFAL (lote de obra)

La dotación de la LASFAL, expresada en kilogramos por metro cuadrado (kg/m²), se determina dividiendo la masa total de mezcla extendida por la superficie realmente tratada (medida sobre el terreno).

La masa total de mezcla se calcula por diferencia de masa de la mezcladora antes y después de la extensión, descontando a dicho valor el agua total contenida (de preenvuelta, de humedad de los agregados y el agua de la emulsión) determinada por ensayos de control de laboratorio.

La dotación media de la LASFAL del lote de obra en estudio debe resultar superior al informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente. Asimismo, la dotación media de la LASFAL debe estar comprendida dentro de los valores establecidos en la Tabla 11.

12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada y del proceso de distribución de la LASFAL se aplican sobre los lotes definidos en el Punto 10.2. “Lotes”.

En todos los casos en que se rechace un lote (de obra o de producción), todos los costos asociados a la remediación de la situación (fresado, tratamiento de los productos generados de la demolición, reposición de capa asfáltica, etc.) están a cargo del Contratista.

12.1. Proceso de mezclado, dosificación y distribución (lote de producción)

12.1.1. Contenido de ligante asfáltico residual (lote de producción)

El contenido de ligante asfáltico residual del lote de producción en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 12.1.1. “Contenido de ligante asfáltico residual (lote de producción)”. Si el contenido medio de ligante asfáltico residual del lote de producción no se encuadra dentro de una tolerancia de

más o menos cinco décimas por ciento ($\pm 0,5 \%$) respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos siete décimas por ciento ($\pm 0,7 \%$), se acepta el lote de producción, pero corresponde un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie de este.

Lo anteriormente expuesto es aplicable siempre que se verifique que la LASFAL en estudio cumple con las restantes exigencias establecidas en el Punto 6.3. “Criterios para el proceso de diseño”.

Si el contenido medio de ligante asfáltico residual no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de producción estudio, y por ende del lote de obra construido con este último. En tal caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.1.2. Granulometría de los agregados combinados (lote de producción)

La aceptación del lote de producción de la LASFAL por cuanto, a la granulometría de los agregados combinados, se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.2. “Granulometría de los agregados combinados (lote de producción)”.

Si la granulometría media de los agregados combinados no cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el Punto 11.1.2. “Granulometría de los agregados combinados (lote de producción)”, pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 25 se acepta el lote de obra con un descuento por penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie de este.

12,5mm (1/2")	9,5mm (3/8")	6,3mm (N°3)	4,75mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	600 m (N°30)	300 um (N°50)	150 um (N°100)	75 um (N°200)
+/- 6 %			+/- 5 %		+/- 3 %			+/- 2,5%

Tabla 25. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados pétreos, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la mezcla de agregados en el Punto 6.1. “Husos granulométricos”. Lo anteriormente expuesto es aplicable siempre que se verifique que la LASFAL cumple en su totalidad con las exigencias establecidas en el Punto 6.3 “Criterios para el proceso de diseño”.

Si la granulometría media de los agregados combinados no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de producción en estudio, y por ende del lote de obra construido con este último, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.2. Unidad terminada (lote de obra)

12.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra)

La evaluación visual debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.1. “Aspectos superficiales (lote de obra)”. Si la evaluación visual no verifica lo expuesto anteriormente, en todo el lote de obra o en un área parcial del mismo, se rechaza el lote de obra o el área parcial considerada.

En este caso, excepto indicación contraria del Director de Obra, debe el Contratista proceder a la demolición mediante fresado y a la reposición de la capa rechazada.

12.2.2. Macrotextura superficial (lote de obra)

En referencia a la macrotextura superficial, el valor medio y el desvío estándar de la macrotextura del lote de obra en estudio debe verificar los requisitos establecidos en el Punto 11.2.2 “Macrotextura superficial (lote de obra)” de la presente especificación.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio resulta mayor al ochenta por ciento ($> 80 \%$) del mínimo especificado y el desvío estándar es menor al especificado, para el caso en estudio, se acepta el lote con un descuento del cinco por ciento (5%) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio resulta superior al mínimo especificado y el desvío estándar mayor al límite especificado pero menor a tres décimas de milímetro ($< 0,3 \text{ mm}$), para el tipo de mezcla asfáltica en cuestión, se aplica un descuento del cinco por ciento (5%) sobre el lote de obra en estudio.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio es inferior al ochenta por ciento ($< 80 \%$) del mínimo especificado o el desvío estándar es igual o superior al valor máximo especificado para el tipo de mezcla asfáltica en cuestión, se rechaza el lote de obra en estudio.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponer la capa; o, previa autorización del Director de Obra, colocar otra capa similar sobre la rechazada, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras.

Esto es posible si la capa colocada cumple con el resto de los requisitos establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

12.2.3. Dotación de la LASFAL (lote de obra)

La dotación de la LASFAL debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.2.3. “Dotación de la LASFAL (lote de obra)”. Si la dotación media de la LASFAL del lote de obra en estudio resulta superior al noventa por ciento ($> 90\%$) de la dotación informada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente, y está comprendida dentro de los valores establecidos en la Tabla 11, se acepta el lote de obra, pero corresponde

un descuento por penalidad del diez por ciento (5%) sobre la superficie del lote de obra sobre el cual se aplicó el riego.

Si la dotación de la LASFAL del lote de obra en estudio no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo de este. En tal caso, excepto indicación contraria del Director de Obra, corresponde al Contratista colocar una nueva capa de LASFAL para cumplimentar las especificaciones técnicas.

13.- MEDICIÓN

La ejecución de las LASFAL considerados en el presente documento se mide en metros cuadrados (m²) ejecutados.

Los valores surgen del producto entre la longitud de la capa ejecutada, por el ancho establecido para la misma en el proyecto.

Al área resultante se le debe aplicar, si los hubiese, los descuentos por penalidades y bonos adicionales; estos son acumulativos.

14.- FORMA DE PAGO

El transporte, dosificación y distribución de la LASFAL se paga por metro cuadrado de superficie terminada, medida en la forma establecida en el Punto 13. "Medición", a los precios unitarios de contrato para los ítems respectivos.

Estos precios son compensación total por las siguientes tareas:

- ❖ Acondicionamiento inicial de la superficie (barrido, soplado, etc.).
- ❖ Insumos necesarios para la elaboración de la mezcla para lechada.
- ❖ Provisión del equipamiento necesario para la ejecución del ítem.
- ❖ Aplicación de la lechada asfáltica.
- ❖ Agua, riegos de agua, rastrillado y compactación de ser necesaria.
- ❖ Señalización, conservación de los desvíos, control del tránsito.
- ❖ Corrección de desperfectos, y toda otra tarea no pagada en otro rubro.

15.- CONSERVACIÓN

La conservación de las LASFAL contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de estos en perfectas condiciones y la reparación inmediata de cualquier falla que se produjese hasta la Recepción Definitiva de la Obra o durante el período que indique el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los deterioros que se produzcan deben ser reparados por cuenta del Contratista, repitiendo, si fuera necesario al sólo juicio del Director de Obra, las operaciones íntegras del proceso constructivo. Ante la ocurrencia de un deterioro de una superficie ejecutada de la LASFAL el Contratista debe efectuar la reconstrucción de esa parte, sin derecho o pago de ninguna naturaleza. Esto es así aun cuando la calzada haya sido librada al tránsito público en forma total o parcial.

La reconstrucción de las partes arriba mencionadas se debe realizar de acuerdo con lo indicado en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales, con los materiales establecidos en el mismo y en el correspondiente Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

ÍNDICE

Sección 5G – Microaglomerados asfálticos en frío (MAAF)

ÍNDICE DE TABLAS.....	4
1.- DESCRIPCIÓN	5
2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN	5
3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA.....	5
3.1.- Definición y nomenclatura para las Microaglomerados asfálticos en frío (MAAF)	5
4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN	6
5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES.....	6
5.1.- Agregados pétreos.....	6
5.1.1.- Características generales	7
5.1.2.- Agregado grueso	8
5.1.2.1.- Definición de agregado grueso.....	8
5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso.....	8
5.1.3.- Agregado fino	10
5.1.3.1.- Definición de agregado fino.....	10
5.1.3.2.- Requisitos del agregado fino.....	11
5.1.4.- Relleno mineral (Filler).....	11
5.1.4.1.- Definición de relleno mineral	11
5.1.4.2.- Requisitos del Relleno Mineral de aporte (Filler de Aporte).....	12
5.2.- Emulsiones asfálticas.....	12
5.2.1. Emulsiones asfálticas modificadas.....	12
5.2.2. Otros tipos de emulsiones asfálticas.....	12
5.2.3. Características generales	12
5.3.- Aditivos u otros materiales.....	13
5.4.- Agua.....	13

6.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO.....	13
6.1.- Husos granulométricos.....	13
6.2.- Dotación de los Microaglomerados asfálticos en frío.....	14
6.3.- Criterios para el proceso de diseño.....	14
6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra.....	15
7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	16
7.1.- Consideraciones generales.....	16
7.2.- Equipos de obra.....	17
7.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica.....	17
7.2.2. Equipos de mezclado, dosificación y colocación.....	17
7.3.- Ejecución de las obras.....	18
7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo.....	18
7.3.2. Proceso de mezclado de agregados.....	19
7.3.3. Colocación.....	19
7.3.4.- Compactación.....	19
7.3.5.- Limpieza.....	19
8.- TRAMO DE PRUEBA.....	20
9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO.....	21
10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....	21
10.1.- Generalidades.....	21
10.2.- Lotes.....	23
10.2.1. Definición de lote de producción.....	23
10.2.2. Definición de lote de obra.....	23
10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales.....	24
10.3.1.- Agregados.....	24
10.3.1.1.- Agregados gruesos.....	24
10.3.1.2.- Agregados finos.....	25

10.3.1.3.- Relleno mineral (Filler)	25
10.3.2.- Emulsiones asfálticas.....	26
10.3.2.1.- Emulsiones asfálticas modificadas.....	26
10.3.2.2.- Otro tipo de emulsiones asfálticas.....	26
10.3.3. Aditivos u otros materiales	26
10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de mezclado, dosificación y distribución de los MAAF.....	26
10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	27
10.6.- Archivo de la información.....	27
11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA.....	28
11.1. Proceso de mezclado, dosificación y distribución (lote de producción).....	28
11.1.1. Contenido de ligante asfáltico residual (lote de producción).....	28
11.1.2. Granulometría de los agregados combinados (lote de producción)	28
11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)	29
11.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra).....	29
11.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra).....	29
11.2.3. Dotación del MAAF (lote de obra).....	30
12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO	30
12.1. Proceso de mezclado, dosificación y distribución (lote de producción)	30
12.1.1. Contenido de ligante asfáltico residual (lote de producción).....	30
12.1.2. Granulometría de los agregados combinados (lote de producción).....	31
12.2. Unidad terminada (lote de obra)	32
12.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra).....	32
12.2.2. Macrotextura superficial (lote de obra).....	32
12.2.3. Dotación del MAAF (lote de obra).....	32
13.- MEDICIÓN	33
14.- FORMA DE PAGO	33
15.- CONSERVACIÓN	33

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación	5
Tabla 2. Sistema de designación de los MAAF.....	6
Tabla 3. Índice de prestación.....	6
Tabla 4. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados.....	8
Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos.....	9
Tabla 6. Requisitos de los agregados provenientes de gravas.....	10
Tabla 7. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos”	10
Tabla 8. Requisitos de los agregados finos.....	11
Tabla 9. Requisitos para el aprovisionamiento de emulsiones asfálticas.....	13
Tabla 10. Husos granulométricos para las microaglomerados asfálticos en frío MAAF.....	14
Tabla 11. Rangos para dotaciones de MAAF.....	14
Tabla 12. Criterios de diseño para la obtención de la fórmula de obra de las lechadas	15
Tabla 13. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra	16
Tabla 14. Requisitos que deben cumplir los elementos de almacenamiento de emulsiones asfálticas	17
Tabla 15. Requisitos que deben cumplir los equipos de mezclado y colocación.....	18
Tabla 16. Plan de ensayos sobre el agregado grueso.....	25
Tabla 17. Plan de ensayos sobre el agregado fino.....	25
Tabla 18. Plan de ensayos sobre el relleno mineral.....	25
Tabla 19. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas modificadas.....	26
Tabla 20. Plan de ensayos para el proceso de distribución del MAAF	27
Tabla 21. Plan de ensayos sobre la unidad terminada	27
Tabla 22. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados.....	29
Tabla 23. Requisito de macrotextura superficial inicial.....	30
Tabla 24. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados.....	31

1.- DESCRIPCIÓN

Esta sección refiere a los requisitos que deben verificar los microaglomerados asfálticos en frío (MAAF) empleadas en la construcción de capas superficiales de rodamiento; en lo vinculado a las características de los insumos constitutivos de las mismas y los procesos de diseño y construcción.

2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN

Las Normas técnicas de aplicación en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales son las que se resumen en la Tabla 1.

UNIT	Instituto Uruguayo de Normas Técnicas
IRAM	Normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Argentina
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA.
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA.
EN	Normas Comunidad Europea

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación

Para todos los casos en los cuales se utilicen las Normas mencionadas en el presente documento, salvo indicación contraria en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se debe utilizar la última versión vigente.

3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA

3.1.- Definición y nomenclatura para las Microaglomerados asfálticos en frío (MAAF)

Se define como Microaglomerado asfáltico en frío (MAAF) a la combinación de una emulsión asfáltica modificada, agregados pétreos (incluido Filler) y eventualmente aditivos. Estas mezclas son elaboradas en equipos ambulo-operantes a temperatura ambiente y extendidas en bajos espesores sobre una superficie de pavimento o base granular adecuadamente preparadas.

Las diferentes tipologías de Microaglomerados asfálticos en frío contempladas en el presente documento se diferencian entre sí esencialmente por la gradación de agregado pétreo.

A continuación, se resume el sistema de designación para Microaglomerados asfálticos en frío que se utilizan a lo largo de la presente especificación, de manera de individualizar los diferentes tipos de lechadas alcanzadas en esta sección.

MAAF	G _x	CRCm
------	----------------	------

Tabla 2. Sistema de designación de los MAAF.

Donde:

MAAF: Sigla que indica que se trata de una “Microaglomerado asfáltico en frío”.

G_x: Indica el tipo de gradación granulométrica del agregado pétreo empleado, pudiendo G_x tomar los siguientes valores:

G₁: Gradación 1

G₂: Gradación 2

G₃: Gradación 3

CRCm: Indicación correspondiente a las emulsiones asfálticas modificadas de rotura controlada, de acuerdo con la norma IRAM 6698.

4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN

Los requisitos de los materiales componentes de las Microaglomerados asfálticos en frío se encuentran diferenciados en la presente especificación técnica de acuerdo con el índice de prestación adoptado para cada proyecto.

El índice de prestación debe ser indicado en la especificación técnica particular, si así no ocurriese se debe de adoptar el índice de prestación P1.

A continuación, se resumen en la Tabla 3 los dos (2) índices de prestación considerados en el presente documento.

Índice de prestación (IP)	P1	P2
---------------------------	----	----

Tabla 3. Índice de prestación

5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES

5.1.- Agregados pétreos

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a emplear agregados cuya naturaleza, procedencia o estado fisicoquímico así lo requieran.

En caso de emplearse materiales en los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, debe hacerse un estudio que demuestre la aptitud de este para ser empleado, que debe ser aprobado por el Director de Obra.

5.1.1.- Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los agregados para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la Tabla 4.

Característica	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los agregados deben ser de origen natural, y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los agregados deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de estos. ❖ Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración fisicoquímica. ❖ Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.
Acopios	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los agregados se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado hasta su empleo. ❖ Cada fracción del agregado se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer preferiblemente sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con suelo. Si se dispusieran sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores. ❖ Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a tres metros (3 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores al dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje. ❖ Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los agregados, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un agregado, lo cual obliga al estudio de una nueva Fórmula de Obra. ❖ El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de Obra, debe fijar el volumen mínimo de acopios antes de iniciar las obras. Salvo justificación en contrario dicho volumen no debe ser inferior

Característica	Requisitos
	<p>al correspondiente a quince (15) días de trabajo para el nivel de producción prevista.</p> <p>❖ Los acopios deben estar limpios, exentos de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad de la mezcla o capa con ellos eventualmente ejecutada.</p>

Tabla 4. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados

5.1.2.- Agregado grueso

5.1.2.1.- Definición de agregado grueso

Bajo la denominación de “Agregado grueso”, se agruparán todos los agregados de origen mineral que queden retenidos en el tamiz N° 4 (4,75 mm).

5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso

Los requisitos que deben de cumplir los agregados gruesos dependen del índice de prestación adoptado para el proyecto en consideración. Los mismos se establecen en la Tabla 5 y en la Tabla 6.

El agregado grueso será por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Tabla 5 y en la Tabla 6.

Ensayo	Norma	Exigencia
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Clasificación por prestación
		P1
		≤ 25
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” ⁽¹⁾	IRAM 1532	Clasificación por prestación
		P1
		≤ 30

Ensayo	Norma	Exigencia
Micro Deval ⁽¹⁾	ASTM D6928	Clasificación por prestación
		P1
		≤ 17
Polvo adherido ⁽²⁾	IRAM 1883	$\leq 1,0$
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702	Determinación obligatoria
	IRAM 1703	
Coeficiente pulimento acelerado	ASTM D3319	Determinación obligatoria
Granulometría	IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
	IRAM 1505	
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Determinación obligatoria
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	≤ 12
Caras de fractura	IRAM 1851	Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura ^(*)
		Clasificación por prestación
		P1
		≥ 80
		^(*) Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener una o más caras de fractura.

Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos

⁽¹⁾ Para agregados tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la Tabla 7.

⁽²⁾ De no cumplirse el requisito el Director de Obra podrá exigir que se proceda al lavado u otro método propuesto por la contratista que permita la verificación de este.

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de gravas, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla 6. Asimismo, se pueden definir exigencias extras en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Ensayo	Norma	Exigencia
Relación de tamaño de la partícula a triturar	---	Clasificación por prestación
		P1
		≥ 3 ^(*)
		^(*) Tamaño mínimo de la partícula a triturar respecto a la partícula resultante de mayor tamaño

Tabla 6. Requisitos de los agregados provenientes de gravas

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de “Tipo Basálticos”, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla 7.

Ensayo	Norma	Exigencia
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	Clasificación por prestación
		P1
		≤ 25
Micro Deval	ASTM D6928	Clasificación por prestación
		P1
		≤ 17
Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide	UY A 26	$\leq 60\%$

Tabla 7. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos”

5.1.3.- Agregado fino

5.1.3.1.- Definición de agregado fino

Se define como agregado fino la parte del agregado total pasante por el tamiz N° 4 (4,75 mm).

5.1.3.2.- Requisitos del agregado fino

Los requisitos que deben de cumplir los agregados finos se establecen en la Tabla 8.

El agregado fino debe ser por lo general de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Tabla 8.

En el caso de que el agregado fino provenga de la trituración de gravas, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en la Tabla 6.

Ensayo	Norma	Exigencia
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	La fracción gruesa de la cual proviene el agregado fino debe cumplir las exigencias de la Tabla 5 y Tabla 7 (si corresponde) para el Coeficiente de desgaste Los Ángeles.
Equivalente de arena	IRAM 1682	≥ 55
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Índice de Azul de Metileno ⁽³⁾	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	≤ 7 gramos/kilogramo
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente	IRAM 1520	Determinación obligatoria

Tabla 8. Requisitos de los agregados finos

- ⁽³⁾ El Índice de Azul de Metileno se debe hacer sólo en caso de que el Ensayo de Equivalente de Arena arroje un resultado menor a cincuenta por ciento ($< 50\%$) y mayor o igual cuarenta por ciento ($\geq 40\%$).

5.1.4.- Relleno mineral (Filler)

5.1.4.1.- Definición de relleno mineral

Se define como Relleno Mineral (Filler) a la fracción pasante por el tamiz IRAM 0,075 mm según Norma IRAM 1501.

El Filler puede provenir de los agregados pétreos o bien puede ser Filler de Aporte; definiendo como Filler de Aporte a aquellos que no provienen de la recuperación de los finos constituyentes de los agregados pétreos (durante el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica).

5.1.4.2.- Requisitos del Relleno Mineral de aporte (Filler de Aporte)

El Filler de Aporte debe estar constituido por alguno de los siguientes materiales:

- ❖ Cemento Portland. El tipo de cemento adoptado debe de verificar los requisitos establecidos en la norma IRAM 50000
- ❖ Calcáreo molido (polvo calizo). El tipo de filler calcáreo adoptada debe de verificar los requisitos establecidos en la norma IRAM 1593
- ❖ Cal hidratada. El tipo de cal adoptada debe de verificar los requisitos establecidos en la norma IRAM-1508

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a materiales cuya naturaleza, procedencia o estado físico-químico así lo requieran.

5.2. Emulsiones asfálticas

5.2.1. Emulsiones asfálticas modificadas

La emulsión asfáltica para emplear se debe encuadrar dentro del tipo CRCm de la norma IRAM 6698. El tipo de emulsión asfáltica se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.2. Otros tipos de emulsiones asfálticas

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede establecer el uso de una emulsión asfáltica que no se encuadre dentro del Punto 5.2.1. “Emulsiones asfálticas convencionales” o el Punto 5.2.2. “Emulsiones asfálticas modificadas”, dependiendo de las condiciones de proyecto.

En este caso, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares debe establecer las características y exigencias a solicitar para la emulsión asfáltica. Los TBSS elaborados con estas emulsiones deben cumplimentar el resto de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

5.2.3. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir las emulsiones asfálticas para el aprovisionamiento son los que se establecen en la Tabla 9.

Característica	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Las emulsiones asfálticas deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de estas. ❖ Deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica.

Tabla 9. Requisitos para el aprovisionamiento de emulsiones asfálticas

5.3.- Aditivos u otros materiales

En el caso de incorporación de aditivos u otros materiales, con el objeto de alcanzar una mejora de alguna característica de los MAAF o del proceso productivo, se debe verificar que, además de dotar de las propiedades adicionales que se pretende, cumple todos los requisitos establecidos en el presente documento.

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Contratista, puede proponer el uso de él o los aditivos u otros materiales que pueden utilizarse, estableciendo los requisitos que tienen que cumplir como así también los métodos de incorporación, dosificación y dispersión homogénea.

Previo al empleo de estos en la ejecución del MAAF, el Director de Obra debe aprobar la propuesta presentada. Los aditivos deben ser conservados en sus envases originales herméticamente cerrados.

El acopio se debe realizar al reparo del sol y de las bajas temperaturas, y preferiblemente bajo techo, separando e identificando cada marca, tipo, fecha de recepción y fecha de vencimiento.

5.4.- Agua

El agua debe ser de una calidad tal que no altere el proceso normal de elaboración, distribución y curado del Microaglomerado Asfáltico en Frío.

6.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

6.1.- Husos granulométricos

La granulometría de la fracción utilizada o de la combinación de diferentes fracciones de agregados pétreos, para cada uno de los riegos de agregados pétreos, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en las Tabla 10.

Tamices	Porcentaje en peso que pasa ⁽¹⁾		
	G1 ⁽²⁾	G2 ⁽²⁾	G3 ⁽²⁾
12,5 mm (1/2")	...	...	100
9,5 mm (3/8")	100	100	85-95

4,75 mm (N° 4)	90-100	65-90	55-85
2,36 mm (N° 8)	65-90	45-70	40-60
600 µm (N° 30)	30-50	25-40	18-35
300 µm (N° 50)	18-30	12-28	10-23
75 µm (N°200)	5-15	4-10	4-8

Tabla 10. Husos granulométricos para las microaglomerados asfálticos en frío MAAF.

6.2.- Dotación de los Microaglomerados asfálticos en frío

La dotación de los MAAF debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en la Tabla 11, según el tipo de esqueleto granular (gradación) considerado.

Tipo de gradación	Rango de las dotaciones de los MAAF (excluida el agua total)	
	[kg/m ²]	
	Mínimo	Máximo
Gradación 1	5	11
Gradación 2	8	15
Gradación 3	10	18

Tabla 11. Rangos para dotaciones de MAAF.

6.3.- Criterios para el proceso de diseño

El tipo de emulsión asfáltica, dotación, gradación del esqueleto granular e Índice de prestación a emplear en el Microaglomerado asfáltico en frío en consideración, se definen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y/o en el Proyecto Ejecutivo.

Los criterios para considerar en el proceso de diseño en laboratorio de los MAAF, para la obtención de la Formula de Obra de esta, se resumen en la Tabla 12.

Parámetro	Exigencia
Tiempo de mezclado a 25°C. (ISSA TB 113). (minutos) ⁽²⁾	> 2

Parámetro	Exigencia
Pérdida por abrasión en pista mojada (WTAT). Una hora de inmersión. (ISSA TB 100) (ASTM 3910). (g/m ²)	Pérdida máxima por abrasión en pista mojada
	(g/m ²)
	P1
	600
Adhesión de arena en el ensayo de rueda cargada (LWT). (ISSA TB 109). (g/m ²)	Adhesión máxima de arena
	(g/m ²)
	P1
	600

Tabla 12. Criterios de diseño para la obtención de la fórmula de obra de las lechadas.

6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra

La ejecución regular de los MAAF no se debe iniciar hasta que el Director de Obra haya aprobado la correspondiente Formula de Obra presentada por el Contratista.

Para la aprobación de la Formula de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente. La fórmula aprobada debe emplearse durante todo el proceso constructivo de la obra, siempre que se mantengan las características y el origen de los materiales que la componen.

Toda vez que cambie alguno de los materiales que integran los MAAF o se excedan sus tolerancias de calidad, la Formula de Obra debe ser reformulada y sometida a consideración del Director de Obra para su nueva aprobación, siguiendo los lineamientos del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Por lo tanto, debe excluirse el concepto de “Formula de Obra única e inamovible”.

Los informes de presentación de la Formula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la Tabla 13.

Parámetro	Información que debe ser consignada
Agregados y rellenos minerales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, granulometrías de la o las fracciones de los agregados involucrados y dotación. ❖ Granulometría de los agregados o de la combinación de las fracciones adoptadas en el caso de emplear más de una fracción. ❖ Ensayos realizados sobre el agregado grueso, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 5, Tabla 6 (si corresponde) y Tabla 7 (si corresponde). ❖ Ensayos realizados sobre el agregado fino, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 8.
Emulsión asfáltica y aditivos	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, hoja técnica del producto, hoja de seguridad y proporción en el Microaglomerado asfáltico en frío, respecto de la masa total del agregado seco (incluido el o los rellenos minerales), de la emulsión asfáltica. ❖ Cuando se empleen aditivos, debe indicarse su denominación, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa de agregado.
Dotación del MAAF	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se debe indicar la dotación media en (kg/m²) a colocar de Microaglomerado asfáltico en frío.
Agua de preenvuelta	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se debe indicar el porcentaje en peso de agua de preenvuelta en el Microaglomerado asfáltico en frío respecto de la masa total de agregados secos, incluido el o los rellenos minerales.
Mezclado	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tiempos requeridos para el mezclado de los agregados con el filler, aditivos, agua y emulsión.
Tiempo de corte y habilitación al tránsito	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe indicarse el tiempo aproximado de habilitación al tránsito
Parámetros de diseño	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre la Formula de Obra del MAAF, como mínimo las contempladas en la Tabla 12.
Informe de presentación de la Fórmula de Obra	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Según el Formato Tipo vigente de la Dirección Nacional de Vialidad.

Tabla 13. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra

7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.1.- Consideraciones generales

No se puede utilizar en la ejecución regular de los MAAF ningún equipo que no haya sido previamente empleado en el Tramo de Prueba y aprobado por el Director de Obra.

7.2.- Equipos de obra

7.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica

Las emulsiones asfálticas se deben almacenar en tanques que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 14.

Característica	Requisitos
Tanques de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica deben ser, preferiblemente, cilíndricos y verticales y estar térmicamente aislados del medio ambiente. ❖ El tanque de almacenamiento debe tener un sistema que permita mantener la temperatura de almacenamiento de la emulsión asfáltica dentro del entorno indicado por el proveedor de la emulsión asfáltica. ❖ Para evitar la rotura de la capa de la emulsión en contacto con el aire y la formación de espuma, el caño de alimentación debe llegar hasta el fondo del tanque. ❖ Es recomendable que los tanques se encuentren dotados de un sistema de agitación de bajas revoluciones. ❖ El sistema de bombeo empleado debe ser tal que no ingresen aire a la emulsión asfáltica. ❖ En el caso de emulsiones que vayan a estar almacenadas períodos mayores a siete días (>7 días), es preciso asegurar su homogeneidad previa a su empleo. ❖ Se deben de evitar los ciclos de calentamiento y enfriamiento de la emulsión asfáltica.

Tabla 14. Requisitos que deben cumplir los elementos de almacenamiento de emulsiones asfálticas

7.2.2.- Equipos de mezclado, dosificación y colocación

Los equipos de mezclado y dosificación de las Microaglomerados asfálticos en frío deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 15.

Característica	Requisitos
Alimentación de los materiales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo debe disponer de los elementos para realizar o facilitar la carga de todos los materiales (agregados, filler, emulsión, agua de envuelta, aditivos, etc.), así como de la capacidad de carga necesaria para realizar aplicaciones en continuo de más de cuatrocientos metros (>400 m) en una única aplicación. ❖ Idealmente, el equipo debe ser capaz de cargar materiales mientras continúa aplicando los MAAF.
Sistema de mezclado	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La máquina de mezclado debe ser capaz de realizar una mezcla con proporciones precisas de agregado, agua, aditivos, filler y emulsión asfáltica y hacerlo en secuencia automática. ❖ El alimentador de finos debe permitir una dosificación precisa del relleno mineral a incorporar al mezclador al mismo tiempo que los agregados pétreos. ❖ El equipo debe descargar el producto mezclado y homogéneo en un flujo uniforme y continuo sobre la caja esparcidora.
Caja de distribución	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La caja esparcidora debe ser capaz de agitar y distribuir uniformemente la mezcla. ❖ Debe contar con dispositivos de cierre laterales y un dispositivo en su interior que reparta uniformemente la mezcla.

Tabla 15. Requisitos que deben cumplir los equipos de mezclado y colocación.

7.3.- Ejecución de las obras

7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo

Previo a la colocación de los MAAF, la superficie de apoyo se debe encontrar aprobada por el Director de Obra, de acuerdo con el cumplimiento de las exigencias establecidas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de la misma.

Previo a la colocación de los MAAF, se debe ejecutar una limpieza de la superficie mediante un equipo barredora y/o equipo de aire a presión. La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros. Asimismo, debe estar libre de manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.

Cuando las condiciones lo requieran, la superficie se rociará con agua delante de la caja esparcidora. La dotación de agua aplicada se debe de ajustar a las condiciones climáticas como así también al estado de la superficie de apoyo.

Si la superficie de apoyo consiste en una base granular, se debe ejecutar un riego de imprimación. Las banquetas y/o trochas aledañas se deben mantener durante los trabajos en condiciones tales que eviten la contaminación de la superficie.

7.3.2. Proceso de mezclado de agregados

El mezclado de los agregados debe realizarse de forma mecánica previo a la incorporación de estos a la mezcladora.

Los agregados pétreos, o la mezcla de ellos, no deben sufrir ningún tipo de segregación durante el proceso constructivo.

No se deben utilizar en la elaboración agregados que contengan agua congelada. No se permite la aplicación de sales descongelantes en los acopios para contrarrestar el efecto del congelamiento.

7.3.3. Colocación

La colocación de los MAAF se debe realizar por franjas longitudinales, salvo que el Director de Obra indique otro procedimiento.

El ancho de estas franjas debe ser tal que minimice el número de juntas longitudinales y considerando los siguientes aspectos: el ancho de la sección, la coincidencia con la futura demarcación horizontal, el eventual mantenimiento de la circulación, las características del equipo de colocación y el desfase con la junta longitudinal de la capa inferior.

Cuando se prevea la aplicación de más de una capa de MAAF, se debe aplicar la capa superior después de haber sometido la capa inferior a la acción de la circulación del tránsito durante no menos de un (1) día.

Previo colocación de la segunda capa, con el objetivo de remover el material desprendido y suelto, se debe efectuar el barrido previo de la capa inferior.

7.3.4.- Compactación

Por lo general, no es necesario efectuar un proceso de compactación en este tipo de aplicaciones. Al margen de ello, pueden existir situaciones particulares en las cuales resulte necesaria una compactación con compactador neumático (10 toneladas máximo y equipado con un sistema de rociado de agua) para mejorar la textura superficial y acelerar el proceso de curado.

7.3.5.- Limpieza

El Contratista debe prestar especial atención en no afectar durante la realización de las obras la calzada existente o recién construida.

Para tal efecto, todo vehículo que se retire del sector de obra debe ser sometido a una limpieza de los neumáticos, de manera tal que no marque ni ensucie tanto la calzada como la demarcación existente.

En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra, dentro del área de obra o fuera de ella, el Contratista debe hacerse cargo de la limpieza de estas de modo de reestablecer las condiciones iniciales.

8.- TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de los MAAF, se debe ejecutar el Tramo de Prueba. El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en la Formula de Obra y el proceso de construcción necesarios para alcanzar la conformidad total de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares correspondiente.

El Contratista debe informar por escrito, adjuntos a la Formula de Obra final a emplear, los ajustes llevados a cabo. Los mismos deben ser aprobados por el Director de Obra previo al inicio de las obras.

El Tramo de Prueba debe realizarse con anticipación a la fecha de inicio de las obras prevista por el Plan de Trabajo del Contratista. Debe permitir efectuar la totalidad de los ensayos involucrados y los ajustes derivados del análisis de dichos resultados.

El Tramo de Prueba se debe realizar sobre una longitud no menor a la definida por el Director de Obra, nunca menor a la longitud correspondiente a cien metros lineales (100 m), por ancho de colocación del MAAF.

Con el objetivo de determinar la conformidad con las condiciones y requisitos especificados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se deben realizar los ensayos establecidos en ambos documentos para el Tramo de Prueba. El Director de Obra puede solicitar la ejecución de otros ensayos además de los indicados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los mencionados ensayos pueden ser in-situ o sobre muestras de materiales sin colocar. Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Director de Obra debe decidir:

- ❖ Si es aceptable o no la Formula de Obra. En el primer caso, se puede iniciar la ejecución del MAAF. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en el proceso de construcción), de modo de cumplimentar con las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba.

- ❖ Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista para llevar adelante los procesos constructivos y control de dichos procesos.

No se debe proceder a la ejecución de los MAAF sin que el Director de Obra haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del Tramo de Prueba.

Los tramos de prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra de los MAAF, como así también se verifiquen los requisitos de la unidad terminada definidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para el Tramo de Prueba, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO

Los MAAF no se podrán ejecutar durante los meses de junio, julio y las dos primeras semanas del mes de agosto.

Fuera de ese período de veda, no se permite la puesta en obra de los MAAF en las siguientes situaciones (salvo autorización expresa del Director de Obra):

- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a ocho grados Celsius ($< 8^{\circ}\text{C}$)
- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a diez grados Celsius ($< 10^{\circ}\text{C}$) y la velocidad del viento en superficie es mayor a 35 Km/h.
- ❖ Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Prevía autorización del Director de Obra, se puede habilitar la circulación del tránsito (limitando la velocidad de circulación a 40 km/h durante las primeras 2 horas) sobre la misma cuando se verifiquen lo siguientes aspectos:

- ❖ Se ha producido la rotura de la emulsión de manera definitiva.
- ❖ No existe riesgo de desprendimiento de agregados.
- ❖ Se ha efectuado el primer barrido liviano de la superficie

10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Generalidades

El Plan de Control de Calidad define el programa que debe cumplir el Contratista para el control de calidad de los materiales, del proceso constructivo y de la unidad terminada.

El Plan de Control de Calidad debe ser entregado por el Contratista y aprobado por el Director de Obra, el mismo debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- ❖ Ensayos establecidos en el Punto 10. “Plan de Control de Calidad” del presente documento.
- ❖ Listado de equipos, instrumentos y elementos con los que cuenta el Laboratorio de Obra. Mínimamente debe de contar el laboratorio de obra con los equipos, elementos e instrumentos necesarios para realizar los ensayos cuya frecuencia es cada lote en el plan de control de calidad.
- ❖ Certificado de Calibración y Plan de Calibración y Verificación de los equipos, instrumentos y elementos del Laboratorio de Obra.
- ❖ Listado de personal afectado al laboratorio de obra y al cumplimiento del plan de control de calidad de la obra. Los recursos humanos destinados a las tareas antes mencionadas deben de permitir ejecutar el plan de control de calidad en tiempo y forma.

Con la información generada por la implementación del Plan de Control de Calidad se debe elaborar un informe para presentar al Director de Obra. La frecuencia de presentación de este informe es determinada en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o, en su defecto, por el Director de Obra. Nunca esta frecuencia puede ser inferior a:

- ❖ Una presentación mensual.
- ❖ Cincuenta mil metros cuadrados (50.000 m²) de MAAF construidos.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Control de Calidad: ensayos sobre materiales, proceso constructivo y unidad terminada, de los diferentes lotes ejecutados en este período.

En todos los casos en que el Director de Obra entregue al Contratista planillas modelos de cálculo y presentación de resultados de ensayos, las mismas son de uso obligatorio.

El Director de Obra, o quién éste delegue, pueden supervisar la ejecución de los ensayos, por lo que el Contratista debe comunicar con suficiente anticipación su realización.

El presente Plan de Control de Calidad queda complementado con lo establecido en el Punto 11. “Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada”.

El Director de Obra puede disponer el envío de una o más muestras de cualquier material involucrado en la obra (agregados, emulsión asfáltica, etc.) al sector responsable de calidad de la DNV con el objetivo de auditar periódicamente al laboratorio de control de calidad y/o Laboratorio de Obra del Contratista.

Para todos los casos en los cuales se verifique una diferencia en un parámetro determinado entre el laboratorio del Contratista y el laboratorio empleado por el Director de Obra, considerando la misma

muestra, el valor que se debe tomar como definitivo es el correspondiente al laboratorio empleado por el Director de Obra. Si el Director de Obra lo considera conveniente, se puede emplear la metodología de la Norma ASTM D3244 para establecer el valor definitivo a adoptar del parámetro considerado.

Para determinar el equipo de transporte sobre el cual efectuar el muestreo para el control de un lote de producción, se debe emplear el sistema de muestreo aleatorio descrito en la Norma ASTM D3665. El mismo método se debe utilizar para determinar los puntos sobre la calzada donde efectuar el control de un lote de obra.

En todos los casos, la metodología de muestreo debe ser la establecida por las normas de referencia o el aprobado por el Director de Obra.

Para los casos donde no sea aplicable lo anterior, el Director de Obra debe siempre aprobar la metodología de muestreo.

10.2.- Lotes

El control del proceso de distribución de los MAAF se organiza por lotes de producción (mezcla de materiales) y lotes de obra (unidad terminada). A continuación, se definen y especifican los mencionados conceptos y alcances de estos.

10.2.1. Definición de lote de producción

Se considera como lote de producción a la menor fracción que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

- ❖ Cuatro (4) cargas consecutivas del equipo de elaboración y extensión.
- ❖ Lo ejecutado en una o media jornada de trabajo (el Director de Obra decidirá el tamaño del lote de producción dependiendo del ritmo de la obra).

En caso de que se produzca alguna detención superior a dos horas (> 3h) en el proceso de ejecución, sin importar el motivo (lluvia, desperfectos mecánicos, logística, etc.), se debe considerar un nuevo lote de producción.

La numeración de los lotes de producción debe ser acumulativa, comenzando con el número uno (1), que le corresponde al Tramo de Prueba.

10.2.2. Definición de lote de obra

Se considera como lote de obra en el camino a la fracción menor que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- ❖ Una longitud de quinientos metros (500 m) lineales de construcción.

- ❖ Una superficie de dos mil quinientos metros cuadrados (2.500 m²).
- ❖ Lo ejecutado en una o media jornada de trabajo.

Nota: Con el objetivo de contar con trazabilidad de los trabajos ejecutados y vincular los valores de parámetros de obra con los correspondientes a los de elaboración de los MAAF, a cada lote de producción se lo debe vincular con el o los lotes de obra correspondientes ejecutados a partir de aquel.

10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de los materiales.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados previa la ejecución del Tramo de Prueba.

Si cambia la procedencia de algún material, se debe realizar cada uno de los ensayos contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales. Se debe también realizar nuevamente el proceso de dosificación, con el objetivo de presentar la nueva Fórmula de Obra.

10.3.1.- Agregados

10.3.1.1.- Agregados gruesos

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados gruesos utilizada es la que se indica en la Tabla 16.

Parámetro	Método	Frecuencia
Elongación	IRAM 1687-2	Cada 600 T recibidas
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Cada 600 T recibidas
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles" ⁽¹⁾	IRAM 1532	Cada 600 T recibidas
Micro Deval ⁽¹⁾	ASTM D 6928	Cada 600 T recibidas
Polvo adherido	IRAM 1883	Cada 300 T recibidas
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	En el momento del diseño
Coeficiente pulimento acelerado	ASTM D 3319	Determinación obligatoria
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Cada 100 T recibidas

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente.	IRAM 1533	Cada 300 T recibidas
Durabilidad por ataque con sulfato de sodio	IRAM 1525	Cada 1200 T recibidas
Degradación en presencia de dimetil – sulfoxide ⁽²⁾	UY A 26	Cada 1200 T recibidas
Caras de fractura	IRAM 1851	Cada 300 T recibidas

Tabla 16. Plan de ensayos sobre el agregado grueso

⁽¹⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”, la frecuencia de ensayo es cada 400 T recibidas.

⁽²⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”.

10.3.1.2.- Agregados finos

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados finos es la que se indica en la Tabla 17.

Parámetro	Método	Frecuencia
Equivalente de arena	IRAM 1682	Cada 600 T recibidas
Índice de Azul de Metileno ⁽¹⁾	Anexo A de la Norma UNE-EN 933-9	Cada 600 T recibidas
Granulometría	IRAM 1501 IRAM 1505	Cada 100 T recibidas
Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua	IRAM 1520	Cada 100 T recibidas

Tabla 17. Plan de ensayos sobre el agregado fino

⁽¹⁾ Cuando corresponda, el Índice de Azul de Metileno se hará sólo en caso de que el Ensayo de Equivalente de Arena arroje un resultado menor (<50 %) a cincuenta por ciento y mayor o igual cuarenta por ciento (≥ 40 %).

10.3.1.3.- Relleno mineral (Filler)

La frecuencia mínima de ensayos para relleno mineral es la que se indica en la Tabla 18.

Parámetro	Método	Frecuencia
Granulometría	IRAM 1542	Cada 100 T recibidas

Tabla 18. Plan de ensayos sobre el relleno mineral

⁽¹⁾ Determinación mediante el uso de queroseno anhidro.

10.3.2.- Emulsiones asfálticas

10.3.2.1.- Emulsiones asfálticas modificadas

La frecuencia mínima de ensayos para emulsiones asfálticas modificadas (IRAM 6698) es la que se indica en la Tabla 19.

Parámetro	Método	Frecuencia
Determinación del residuo sobre tamiz	IRAM 6717	Cada partida recibida
Obtención y determinación del residuo asfáltico	IRAM 6694	Cada 5 partidas recibidas
Recuperación torsional del residuo asfáltico	IRAM 6830	Cada 5 partidas recibidas
Determinación del contenido de agua	IRAM 6694	Cada 5 partidas recibidas
Determinación de la penetración del residuo asfáltico	IRAM 6576	Cada 10 partidas recibidas
Resto de los parámetros contemplados en la norma	IRAM 6698	Cada 10 partidas recibidas

Tabla 19. Plan de ensayos para las emulsiones asfálticas modificadas

10.3.2.2.- Otro tipo de emulsiones asfálticas

En el caso que se utilice otro tipo de emulsión asfáltica, según el Punto 5.2.3. “Otro tipo de emulsión asfáltica”, se establece la frecuencia mínima de ensayos para la misma en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o en su defecto la determina el Director de Obra.

10.3.3. Aditivos u otros materiales

Los ensayos para realizar sobre los aditivos u otros materiales, así como también la frecuencia de estos, se establece en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o en su defecto la determinará el Director de Obra.

10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de mezclado, dosificación y distribución de los MAAF

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad del proceso de distribución de los MAAF.

La frecuencia mínima de ensayos del proceso de mezclado, dosificación y distribución de la mezcla se resume en la Tabla 20. Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados durante la ejecución del Tramo de Prueba.

Al cambiar un insumo y/o alguno de los materiales componentes del MAAF, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

Parámetro	Método	Frecuencia
Dotación del MAAF	⁽¹⁾	Cada lote de producción
Contenido de ligante ⁽²⁾	⁽³⁾	Cada lote de producción
Granulometría de los agregados recuperados ⁽⁴⁾	IRAM 1501 IRAM 1505	Cada lote de producción

Tabla 20. Plan de ensayos para el proceso de distribución del MAAF

- ⁽¹⁾ Se detalla el método de cálculo en el Punto 10.2.3. "Dotación del MAAF (lote de obra)".
- ⁽²⁾ A los fines de la determinación del ligante residual, se debe emplear alguna de las metodologías descriptas en las siguientes normas: ASTM D8159, ASTM D2172 o ASTM D6307.
- ⁽³⁾ Se detalla el método de muestreo en el Punto 10.1.1. "Contenido de ligante asfáltico residual (lote de producción)".
- ⁽⁴⁾ Se detalla el método de muestreo en el Punto 10.1.2. "Granulometría de los agregados combinados (lote de producción)".

10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la unidad terminada, la misma se resume en la Tabla 21.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados al finalizar la ejecución del Tramo de Prueba.

Parámetro	Método	Frecuencia
Macrotextura	IRAM 1850 ⁽¹⁾	Cada lote de obra

Tabla 21. Plan de ensayos sobre la unidad terminada

- ⁽¹⁾ Si el Director de Obra lo considera pertinente, podrá aprobar otra metodología de medición (ej: mediante equipo de alto rendimiento), luego de evaluar la misma y su aceptable correlación con el ensayo de parche de arena.

10.6.- Archivo de la información

Es deber del Contratista documentar, gestionar y guardar la información y datos correspondientes a los lotes, mediciones, ensayos, resultados y cualquier otro dato o información que surgiere de la aplicación del Plan de Control de Calidad detallado en el presente documento.

Dicha información debe estar disponible para el Director de Obra cuando éste lo solicite durante la ejecución de la obra y debe ser entregada al final de esta.

11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA

11.1. Proceso de mezclado, dosificación y distribución (lote de producción)

11.1.1. Contenido de ligante asfáltico residual (lote de producción)

La determinación del contenido de ligante asfáltico residual se debe hacer sobre no menos de dos (2) muestras por cada lote de producción. Estas muestras se deben tomar a la salida del canal que alimenta la caja repartidora.

El contenido medio de ligante asfáltico residual (respecto del peso seco del agregado pétreo, incluyendo filler) del lote de producción en estudio es la media de los ensayos de contenido de ligante asfáltico residual, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a cinco décimas por ciento (0,5 %).

El contenido medio de ligante asfáltico residual (respecto del peso seco del agregado pétreo, incluyendo filler) correspondiente al lote de producción en estudio debe encuadrarse dentro de una tolerancia de más o menos cinco décimas por ciento ($\pm 0,5$ %) respecto al valor informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

11.1.2. Granulometría de los agregados combinados (lote de producción)

La determinación de la granulometría de los agregados combinados (incluyendo el filler) se debe hacer sobre no menos de dos (2) muestras por cada lote de producción. Estas muestras se deben tomar a la salida de la tolva de la máquina, y se le debe incorporar posteriormente la cantidad de filler correspondiente, de acuerdo con la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

Antes de la incorporación del filler, las muestras deben secarse hasta peso constante. Se considera granulometría media de los agregados combinados al promedio de las granulometrías obtenidas de los ensayos realizados sobre el lote de producción en estudio.

La granulometría de los agregados combinados debe cumplir con las tolerancias admisibles, respecto a la granulometría de la Fórmula de Obra vigente, indicadas en la Tabla 22. Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría de los agregados combinados, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para el MAAF en el Punto 6.1.

12,5mm (1/2")	9,5mm (3/8")	6,3mm (N°3)	4,75mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	600 m (N°30)	300 um (N°50)	150 um (N°100)	75 um (N°200)
+/- 4 %			+/- 3 %		+/- 2,5%			+/- 1,5%

Tabla 22. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados

11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)

11.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra)

La evaluación visual de la superficie de cada lote de obra, o de un área parcial del mismo, debe mostrar homogeneidad y no se debe observar ningún tipo de segregación, desprendimientos, exudación del ligante asfáltico o ningún otro defecto.

No se dejarán rayas en la superficie terminada, como las causadas por agregados de gran tamaño. Si se observara dicha situación, el trabajo se detendrá hasta que el contratista corrija el proceso de colocación de modo de evitar dicho comportamiento.

11.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra)

La superficie debe presentar un aspecto homogéneo y uniforme, libre de segregaciones de agregados y de exudaciones; los sectores que puntualmente presenten alguno de estos defectos deben ser corregidos por cuenta del Contratista.

Se debe realizar el control de la macrotextura de cada lote de obra ejecutado antes de que el lote en estudio alcance seis (6) meses de servicio.

El control de la macrotextura se debe realizar mediante el método del Círculo de Arena siguiendo la metodología establecida en la norma IRAM 1850.

Para la asignación del valor de macrotextura a cada lote de obra se deben realizar ocho (8) determinaciones.

El valor medio de estas determinaciones mencionadas anteriormente y su respectivo desvío estándar deben cumplimentar los requisitos establecidos en la Tabla 23.

Característica	Norma	Requisito		
		Gradación 1	Gradación 2	Gradación 3
Macrotextura (Círculo de arena)	IRAM 1850	Promedio del lote > 0,60 mm	Promedio del lote > 0,80 mm	Promedio del lote > 0,90 mm
		Desvío estándar < 0,2 mm	Desvío estándar < 0,3 mm	Desvío estándar < 0,3 mm

Tabla 23. Requisito de macrotextura superficial inicial

11.2.3. Dotación del MAAF (lote de obra)

La dotación del MAAF, expresada en kilogramos por metro cuadrado (kg/m^2), se determina dividiendo la masa total de mezcla extendida por la superficie realmente tratada (medida sobre el terreno).

La masa total de mezcla se calcula por diferencia de masa de la mezcladora antes y después de la extensión, descontando a dicho valor el agua total contenida (de preenvuelta, de humedad de los agregados y el agua de la emulsión) determinada por ensayos de control de laboratorio.

La dotación media del MAAF del lote de obra en estudio debe resultar superior al informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente. Asimismo, la dotación media del MAAF debe estar comprendida dentro de los valores establecidos en la Tabla 11.

12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada y del proceso de distribución del MAAF se aplican sobre los lotes definidos en el Punto 10.2. “Lotes”.

En todos los casos en que se rechace un lote (de obra o de producción), todos los costos asociados a la remediación de la situación (fresado, tratamiento de los productos generados de la demolición, reposición de capa asfáltica, etc.) están a cargo del Contratista.

12.1. Proceso de mezclado, dosificación y distribución (lote de producción)

12.1.1. Contenido de ligante asfáltico residual (lote de producción)

El contenido de ligante asfáltico residual del lote de producción en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.1. “Contenido de ligante asfáltico residual (lote de producción)”. Si el contenido medio de ligante asfáltico residual del lote de producción no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos cinco décimas por ciento ($\pm 0,5 \%$) respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos siete décimas por ciento ($\pm 0,7 \%$), se acepta el

lote de producción, pero corresponde un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie de este.

Lo anteriormente expuesto es aplicable siempre que se verifique que el MAAF en estudio cumple con las restantes exigencias establecidas en el Punto 7.3. “Criterios para el proceso de diseño”.

Si el contenido medio de ligante asfáltico residual no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de producción estudio, y por ende del lote de obra construido con este último. En tal caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.1.2. Granulometría de los agregados combinados (lote de producción)

La aceptación del lote de producción del MAAF por cuanto, a la granulometría de los agregados combinados, se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.2. “Granulometría de los agregados combinados (lote de producción)”.

Si la granulometría media de los agregados combinados no cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el Punto 11.1.2. “Granulometría de los agregados combinados (lote de producción)”, pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 24 se acepta el lote de obra con un descuento por penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie de este.

12,5mm (1/2")	9,5mm (3/8")	6,3mm (N°3)	4,75mm (N°4)	2,36 mm (N°8)	600 m (N°30)	300 um (N°50)	150 um (N°100)	75 um (N°200)
+/- 6 %			+/- 5 %		+/- 3 %			+/- 2.5%

Tabla 24. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados pétreos, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la mezcla de agregados en el Punto 6.1. “Husos granulométricos”. Lo anteriormente expuesto es aplicable siempre que se verifique que el MAAF cumple en su totalidad con las exigencias establecidas en el Punto 7.3 “Criterios para el proceso de diseño”.

Si la granulometría media de los agregados combinados no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del lote de producción en estudio, y por ende del lote de obra construido con este último, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado del lote en consideración y a la reposición de la capa.

12.2. Unidad terminada (lote de obra)

12.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra)

La evaluación visual debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.1. “Aspectos superficiales (lote de obra)”. Si la evaluación visual no verifica lo expuesto anteriormente, en todo el lote de obra o en un área parcial del mismo, se rechaza el lote de obra o el área parcial considerada.

En este caso, excepto indicación contraria del Director de Obra, debe el Contratista proceder a la demolición mediante fresado y a la reposición de la capa rechazada.

12.2.2. Macrotextura superficial (lote de obra)

En referencia a la macrotextura superficial, el valor medio y el desvío estándar de la macrotextura del lote de obra en estudio debe verificar los requisitos establecidos en el Punto 11.2.2 “Macrotextura superficial (lote de obra)” de la presente especificación.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio resulta mayor al ochenta por ciento ($> 80 \%$) del mínimo especificado y el desvío estándar es menor al especificado, para el caso en estudio, se acepta el lote con un descuento del cinco por ciento (5%) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio resulta superior al mínimo especificado y el desvío estándar mayor al límite especificado pero menor a cuatro décimas de milímetro ($< 0,4 \text{ mm}$), para el tipo de mezcla asfáltica en cuestión, se aplica un descuento del cinco por ciento (5%) sobre el lote de obra en estudio.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio es inferior al ochenta por ciento ($< 80 \%$) del mínimo especificado o el desvío estándar es igual o superior al valor máximo especificado para el tipo de mezcla asfáltica en cuestión, se rechaza el lote de obra en estudio.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponer la capa; o, previa autorización del Director de Obra, colocar otra capa similar sobre la rechazada, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras.

Esto es posible si la capa colocada cumple con el resto de los requisitos establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

12.2.3. Dotación del MAAF (lote de obra)

La dotación del MAAF debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.2.3. “Dotación del MAAF (lote de obra)”. Si la dotación media del MAAF del lote de obra en estudio resulta superior al noventa por ciento ($> 90\%$) de la dotación informada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente, y está comprendida dentro

de los valores establecidos en la Tabla 11, se acepta el lote de obra, pero corresponde un descuento por penalidad del diez por ciento (5%) sobre la superficie del lote de obra sobre el cual se aplicó el riego.

Si la dotación del MAAF del lote de obra en estudio no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo de este. En tal caso, excepto indicación contraria del Director de Obra, corresponde al Contratista colocar una nueva capa de MAAF para cumplimentar las especificaciones técnicas.

13.- MEDICIÓN

La ejecución de los MAAF considerados en el presente documento se mide en metros cuadrados (m2) ejecutados.

Los valores surgen del producto entre la longitud de la capa ejecutada, por el ancho establecido para la misma en el proyecto.

Al área resultante se le debe aplicar, si los hubiese, los descuentos por penalidades y bonos adicionales; estos son acumulativos.

14.- FORMA DE PAGO

El transporte, dosificación y distribución del MAAF se paga por metro cuadrado de superficie terminada, medida en la forma establecida en el Punto 13. "Medición", a los precios unitarios de contrato para los ítems respectivos.

Estos precios son compensación total por las siguientes tareas:

- ❖ Acondicionamiento inicial de la superficie (barrido, soplado, etc.).
- ❖ Insumos necesarios para la elaboración de la mezcla para lechada.
- ❖ Provisión del equipamiento necesario para la ejecución del ítem.
- ❖ Aplicación de la Microaglomerado asfáltico en frío.
- ❖ Agua, riegos de agua, rastrillado y compactación de ser necesaria.
- ❖ Señalización, conservación de los desvíos, control del tránsito.
- ❖ Corrección de desperfectos, y toda otra tarea no pagada en otro rubro.

15.- CONSERVACIÓN

La conservación de los MAAF contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de estos en perfectas condiciones y la reparación inmediata de cualquier falla que se produjese hasta la Recepción Definitiva de la Obra o durante el período que indique el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los deterioros que se produzcan deben ser reparados por cuenta del Contratista, repitiendo, si fuera necesario al sólo juicio del Director de Obra, las operaciones íntegras del proceso constructivo. Ante la ocurrencia de un deterioro de una superficie ejecutada del MAAF el Contratista debe efectuar la reconstrucción de esa parte, sin derecho o pago de ninguna naturaleza. Esto es así aun cuando la calzada haya sido librada al tránsito público en forma total o parcial.

La reconstrucción de las partes arriba mencionadas se debe realizar de acuerdo con lo indicado en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales, con los materiales establecidos en el mismo y en el correspondiente Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

ÍNDICE

Sección 5H – Tratamientos bituminoso superficiales Cape Seal (TBSCS)

ÍNDICE DE TABLAS.....	3
1.- DESCRIPCIÓN.....	4
2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN.....	4
3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA.....	4
3.1.- Definición y nomenclatura para los tratamientos bituminosos superficiales Cape Seal (TBSCS).....	4
4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN.....	5
5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES.....	6
5.1.- Agregados pétreos.....	6
5.2.- Emulsiones asfálticas.....	6
5.3.- Aditivos u otros materiales.....	6
6.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO.....	7
7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	7
8.- TRAMO DE PRUEBA.....	7
9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO.....	9
10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....	9
10.1.- Generalidades.....	9
10.2.- Lotes.....	9

10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales.....	10
10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso constructivo.....	10
10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	10
10.6.- Archivo de la información.....	10
11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA	11
11.1. Proceso de producción.....	11
11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)	11
11.2.1.- Macrotextura superficial (lote de obra).....	11
11.2.2. Dotación de la MAAF o LASFAL (lote de obra).....	12
12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO	12
12.1. Proceso de producción (lote de producción).....	12
12.2. Unidad terminada (lote de obra)	12
12.2.1. Macrotextura superficial (lote de obra).....	12
12.2.2. Dotación de la MAAF O LASFAL (lote de obra)	13
13.- MEDICIÓN	13
14.- FORMA DE PAGO	13
15.- CONSERVACIÓN.....	14

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación	4
Tabla 2. Sistema de designación de las TBSCS.....	5
Tabla 3. Índice de prestación.....	6
Tabla 4. Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	10
Tabla 5. Requisito de macrotextura superficial inicial.....	11

1.- DESCRIPCIÓN

Esta sección refiere a los requisitos que deben verificar los tratamientos bituminosos superficiales tipo Cape Seal (TBSCS) empleadas en la construcción de capas superficiales de rodamiento; en lo vinculado a las características de los insumos constitutivos de las mismas y los procesos de diseño y construcción.

2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN

Las Normas técnicas de aplicación en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales son las que se resumen en la Tabla 1.

UNIT	Instituto Uruguayo de Normas Técnicas
IRAM	Normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Argentina
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA.
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA.
EN	Normas Comunidad Europea

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación

Para todos los casos en los cuales se utilicen las Normas mencionadas en el presente documento, salvo indicación contraria en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se debe utilizar la última versión vigente.

3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA

3.1.- Definición y nomenclatura para los tratamientos bituminosos superficiales Cape Seal (TBSCS)

Se define como tratamiento bituminoso superficial Cape Seal (TBSCS) a la combinación de un tratamiento bituminoso superficial simple (TBSS) y un microaglomerado asfáltico en frío (MAAF) o un lechada asfáltica (LASFAL).

Ambas aplicaciones deben de ser ejecutadas con equipos ambulo-operantes a temperatura ambiente y extendidas en bajos espesores sobre una superficie de pavimento o base granular adecuadamente preparadas.

Las diferentes tipologías de TBSCS contempladas en el presente documento se diferencian entre sí esencialmente por el tipo de tratamiento bituminoso superficial simple (TBSS) y el tipo de

Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF) o lechada asfáltica (LASFAL) adoptadas para el proyecto en el cual se decida la ejecución del tratamiento bituminoso superficial Cape Seal.

A continuación, se resume el sistema de designación para los TBSCS que se utilizan a lo largo de la presente especificación, de manera de individualizar los diferentes tipos de lechadas alcanzadas en esta sección.

TBSCS	TBSS-X	MAAF-Y / LASFAL-Z
-------	--------	-------------------

Tabla 2. Sistema de designación de las TBSCS.

Donde:

TBSCS: Sigla que indica que se trata de un “tratamiento bituminoso superficial Cape Seal”.

TBSS: Indica el tipo de TBSS elegido para el TBSCS, el cual debe de ser adoptado (y mencionado en la especificación técnica particular del TBSCS) de los tipos de TBSS contemplados en la especificación técnica para TBSS del presente pliego.

De no mencionar la especificación técnica particular del TBSCS el tipo de TBSS a ejecutar en primera instancia, se adoptará el tipo TBSS – G1 – CRRm-1.

MAAF-Y: Indica el tipo de MAAF elegido para el TBSCS, el cual debe de ser adoptado (y mencionado en la especificación técnica particular del TBSCS) de los tipos de MAAF contemplados en la especificación técnica para MAAF del presente pliego.

De no mencionar la especificación técnica particular del TBSCS el tipo de MAAF a ejecutar en segunda instancia (sobre el TBSS), se adoptará el tipo MAAF – G2 – CRCm.

LASFAL-Z: Indica el tipo de LASFAL elegido para el TBSCS, la cual debe de ser adoptada (y mencionado en la especificación técnica particular del TBSCS) de los tipos de LASFAL contemplados en la especificación técnica para LASFAL del presente pliego.

De no mencionar la especificación técnica particular del TBSCS el tipo de LASFAL a ejecutar en segunda instancia (sobre el TBSS), se adoptará el tipo LASFAL – G2 – CRCm.

4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN

Los requisitos de los materiales componentes de los TBSCS se encuentran diferenciados en la presente especificación técnica de acuerdo con el índice de prestación adoptado para cada proyecto.

El índice de prestación debe ser indicado en la especificación técnica particular, si así no ocurriese se debe de adoptar el índice de prestación P1.

A continuación, se resumen en la Tabla 3 los dos (2) índices de prestación considerados en el presente documento.

Índice de prestación (IP)	P1	P2
---------------------------	----	----

Tabla 3. Índice de prestación

5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES

5.1.- Agregados pétreos

Para el caso del TBSS valen los requisitos para los agregados pétreos establecidos en el Punto 5.1 de la “Especificación técnica para los tratamientos bituminosos superficiales simples” del presente pliego.

En cuanto a los requisitos de los agregados pétreos para el Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF), vale lo establecido en el Punto 5.1 de la “Especificación técnica para las microaglomerados asfálticos en frío” del presente pliego.

En cuanto a los requisitos de los agregados pétreos para la lechada asfáltica (LASFAL), vale lo establecido en el Punto 5.1 de la “Especificación técnica para las lechadas asfálticas” del presente pliego.

5.2. Emulsiones asfálticas

Para el caso del TBSS valen los requisitos para las emulsiones asfálticas establecidos en el Punto 5.2 de la “Especificación técnica para los tratamientos bituminosos superficiales simples” del presente pliego.

En cuanto a los requisitos de las emulsiones asfálticas para el Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF), vale lo estipulado en el Punto 5.2 de la “Especificación técnica para las microaglomerados asfálticos en frío” del presente pliego.

En lo vinculado a los requisitos de las emulsiones asfálticas la lechada asfáltica (LASFAL), vale lo establecido en el Punto 5.2 de la “Especificación técnica para las lechadas asfálticas” del presente pliego.

5.3.- Aditivos u otros materiales

Para el caso del TBSS valen los requisitos para los aditivos u otros materiales establecidos en el Punto 5.3 de la “Especificación técnica para los tratamientos bituminosos superficiales simples” del presente pliego.

En cuanto a los requisitos de los aditivos u otros materiales para el Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF), vale lo estipulado en el Punto 5.3 de la “Especificación técnica para las microaglomerados asfálticos en frío” del presente pliego.

En lo vinculado a los requisitos de los aditivos u otros materiales para la lechada asfáltica (LASFAL), vale lo establecido en el Punto 5.3 de la “Especificación técnica para las lechadas asfálticas” del presente pliego.

6.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

Para el caso del TBSS valen los requisitos para el estudio y obtención de la fórmula de trabajo establecidos en el Punto 6 de la “Especificación técnica para los tratamientos bituminosos superficiales simples” del presente pliego.

En cuanto a los requisitos para estudio y obtención de la fórmula de trabajo para el Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF), vale lo estipulado en el Punto 6 de la “Especificación técnica para las microaglomerados asfálticos en frío” del presente pliego.

En lo vinculado a los requisitos para estudio y obtención de la fórmula de trabajo para las lechadas asfálticas (LASFAL), vale lo estipulado en el Punto 6 de la “Especificación técnica para las lechadas asfálticas” del presente pliego.

7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

Para el caso del TBSS valen los requisitos para requerimientos constructivos establecidos en el Punto 7 de la “Especificación técnica para los tratamientos bituminosos superficiales simples” del presente pliego.

Finalizada la aplicación del tratamiento bituminoso superficial simple (TBSS), se debe de esperar hasta que el proceso de curado de la emulsión finalice por completo antes de iniciar la colocación del Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF) o lechada asfáltica (LASFAL) sobre el citado tratamiento bituminoso superficial simple.

En cuanto a los MAAF, vale lo estipulado en el Punto 7 de la “Especificación técnica para las microaglomerados asfálticos en frío” del presente pliego.

En lo vinculado a las LASFAL, vale lo estipulado en el Punto 7 de la “Especificación técnica para las lechadas asfálticas” del presente pliego.

8.- TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de los TBSCS, se debe ejecutar el Tramo de Prueba. El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en la Formula de Obra y el proceso de construcción necesarios para alcanzar la conformidad total de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares correspondiente.

El Contratista debe informar por escrito, adjuntos a la Formula de Obra final a emplear, los ajustes llevados a cabo. Los mismos deben ser aprobados por el Director de Obra previo al inicio de las obras.

El Tramo de Prueba debe realizarse con anticipación a la fecha de inicio de las obras prevista por el Plan de Trabajo del Contratista. Debe permitir efectuar la totalidad de los ensayos involucrados y los ajustes derivados del análisis de dichos resultados.

El Tramo de Prueba se debe realizar sobre una longitud no menor a la definida por el Director de Obra, nunca menor a la longitud correspondiente a cien metros lineales (100 m), por ancho de colocación del TBSCS.

Con el objetivo de determinar la conformidad con las condiciones y requisitos especificados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, se deben realizar los ensayos establecidos en ambos documentos para el Tramo de Prueba. El Director de Obra puede solicitar la ejecución de otros ensayos además de los indicados en el presente documento y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los mencionados ensayos pueden ser in-situ o sobre muestras de materiales sin colocar. Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Director de Obra debe decidir:

- ❖ Si es aceptable o no la Formula de Obra. En el primer caso, se puede iniciar la ejecución del TBSCS. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la ensayada, correcciones en el proceso de construcción), de modo de cumplimentar con las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba.
- ❖ Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista para llevar adelante los procesos constructivos y control de dichos procesos.

No se debe proceder a la ejecución del TBSCS sin que el Director de Obra haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del Tramo de Prueba.

Los tramos de prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra del TBSCS, como así también se verifiquen los requisitos de la unidad terminada definidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares para el Tramo de Prueba, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO

Para el caso del TBSS valen los requisitos para limitaciones de la ejecución y habilitación al tránsito establecidos en el Punto 8 de la “Especificación técnica para los tratamientos bituminosos superficiales simples” del presente pliego.

En cuanto a los requisitos para limitaciones de la ejecución y habilitación al tránsito para el Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF), vale lo estipulado en el Punto 8 de la “Especificación técnica para las microaglomerados asfálticos en frío” del presente pliego.

En lo vinculado a los requisitos para limitaciones de la ejecución y habilitación al tránsito para las lechadas asfálticas (LASFAL), vale lo estipulado en el Punto 8 de la “Especificación técnica para las lechadas asfálticas” del presente pliego.

10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

10.1.- Generalidades

Para el caso del TBSS vale lo mencionado en el Punto 10.1 de la “Especificación técnica para los tratamientos bituminosos superficiales simples” del presente pliego.

En cuanto al Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF), se debe de considerar para este punto lo estipulado en Punto 10.1 de la “Especificación técnica para las microaglomerados asfálticos en frío” del presente pliego.

En lo vinculado a las lechadas asfálticas (LASFAL), se debe de considerar para este punto lo estipulado en Punto 10.1 de la “Especificación técnica para las lechadas asfálticas” del presente pliego.

10.2.- Lotes

Para el caso del TBSS vale lo mencionado en el Punto 10.2 de la “Especificación técnica para los tratamientos bituminosos superficiales simples” del presente pliego.

En cuanto al Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF), se debe de considerar para este punto lo estipulado en Punto 10.2 de la “Especificación técnica para las microaglomerados asfálticos en frío” del presente pliego.

En lo vinculado a las lechadas asfálticas (LASFAL), se debe de considerar para este punto lo estipulado en Punto 10.2 de la “Especificación técnica para las lechadas asfálticas” del presente pliego.

10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales

Para el caso del TBSS vale lo mencionado en el Punto 10.3 de la “Especificación técnica para los tratamientos bituminosos superficiales simples” del presente pliego.

En cuanto al Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF), se debe de considerar para este punto lo estipulado en Punto 10.3 de la “Especificación técnica para las microaglomerados asfálticos en frío” del presente pliego.

En lo vinculado a las lechadas asfálticas (LASFAL), se debe de considerar para este punto lo estipulado en Punto 10.3 de la “Especificación técnica para las lechadas asfálticas” del presente pliego.

10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso constructivo

Para el caso del TBSS vale lo mencionado en el Punto 10.4 de la “Especificación técnica para los tratamientos bituminosos superficiales simples” del presente pliego.

En cuanto al Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF), se debe de considerar para este punto lo estipulado en Punto 10.4 de la “Especificación técnica para las microaglomerados asfálticos en frío” del presente pliego.

En cuanto a las lechadas asfálticas (LASFAL), se debe de considerar para este punto lo estipulado en Punto 10.4 de la “Especificación técnica para las lechadas asfálticas” del presente pliego.

10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la unidad terminada, la misma se resume en la Tabla 4.

Independientemente de la frecuencia especificada, se debe realizar al menos una vez cada uno de los ensayos detallados al finalizar la ejecución del Tramo de Prueba.

Parámetro	Método	Frecuencia
Macrotextura	IRAM 1850	Cada lote de obra

Tabla 4. Plan de ensayos sobre la unidad terminada

10.6.- Archivo de la información

Es deber del Contratista documentar, gestionar y guardar la información y datos correspondientes a los lotes, mediciones, ensayos, resultados y cualquier otro dato o información que surgiere de la aplicación del Plan de Control de Calidad detallado en el presente documento.

Dicha información debe estar disponible para el Director de Obra cuando éste lo solicite durante la ejecución de la obra y debe ser entregada al final de esta.

11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA

11.1. Proceso de producción

Para el caso del TBSS vale lo mencionado en el Punto 11.1 de la “Especificación técnica para los tratamientos bituminosos superficiales simples” del presente pliego.

En cuanto al Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF), se debe de considerar para este punto los requisitos detallados en el Punto 11.1 de la “Especificación técnica para las microaglomerados asfálticos en frío” del presente pliego.

En lo vinculado a las lechadas asfálticas (LASFAL), se debe de considerar para este punto lo estipulado en Punto 11.1 de la “Especificación técnica para las lechadas asfálticas” del presente pliego.

11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)

11.2.1.- Macrotextura superficial (lote de obra)

La superficie debe presentar un aspecto homogéneo y uniforme, libre de segregaciones de agregados y de exudaciones; los sectores que puntualmente presenten alguno de estos defectos deben ser corregidos por cuenta del Contratista.

Se debe realizar el control de la macrotextura de cada lote de obra ejecutado antes de que el lote en estudio alcance seis (6) meses de servicio.

El control de la macrotextura se debe realizar mediante el método del Círculo de Arena siguiendo la metodología establecida en la norma IRAM 1850.

Para la asignación del valor de macrotextura a cada lote de obra se deben realizar ocho (8) determinaciones.

El valor medio de estas determinaciones mencionadas anteriormente y su respectivo desvío estándar deben cumplimentar los requisitos establecidos en la Tabla 5.

Característica	Norma	Requisito
Macrotextura (Círculo de arena)	IRAM 1850	Promedio del lote > 0,50 mm Desvío estándar < 0,15 mm

Tabla 5. Requisito de macrotextura superficial inicial

11.2.2. Dotación de la MAAF o LASFAL (lote de obra)

Para el caso del Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF) vale lo mencionado en el Punto 11.2.3 de la “Especificación técnica para las microaglomerados asfálticos en frío” del presente pliego.

En cuanto a las lechadas asfálticas (LASFAL), se debe de considerar para este punto lo estipulado en Punto 11.2.3 de la “Especificación técnica para las lechadas asfálticas” del presente pliego.

12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada y del proceso de producción de los TBSCS se aplican sobre los lotes definidos en el Punto 11.2. “Lotes”.

En todos los casos en que se rechace un lote (de obra o de producción), todos los costos asociados a la remediación de la situación (fresado, tratamiento de los productos generados de la demolición, reposición de capa asfáltica, etc.) están a cargo del Contratista.

12.1. Proceso de producción (lote de producción)

Para el caso del TBSS vale lo mencionado en el Punto 11.1 de la “Especificación técnica para los tratamientos bituminosos superficiales simples” del presente pliego.

En cuanto al Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF), se debe de considerar para este punto los requisitos detallados en el Punto 11.1 de la “Especificación técnica para las microaglomerados asfálticos en frío” del presente pliego.

En lo vinculado a las lechadas asfálticas (LASFAL), se debe de considerar para este punto lo estipulado en Punto 11.1 de la “Especificación técnica para las lechadas asfálticas” del presente pliego.

12.2. Unidad terminada (lote de obra)

12.2.1. Macrotextura superficial (lote de obra)

En referencia a la macrotextura superficial, el valor medio y el desvío estándar de la macrotextura del lote de obra en estudio debe verificar los requisitos establecidos en el Punto 11.2.1 “Macrotextura superficial (lote de obra)” de la presente especificación.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio resulta mayor al ochenta por ciento (> 80 %) del mínimo especificado y el desvío estándar es menor al especificado, para el caso en estudio, se acepta el lote con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio resulta superior al mínimo especificado y el desvío estándar mayor al límite especificado pero menor a tres décimas de milímetro (< 0,3 mm), para

el tipo de mezcla asfáltica en cuestión, se aplica un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre el lote de obra en estudio.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio es inferior al ochenta por ciento (< 80 %) del mínimo especificado o el desvío estándar es igual o superior al valor máximo especificado para el tipo de mezcla asfáltica en cuestión, se rechaza el lote de obra en estudio.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponer la capa; o, previa autorización del Director de Obra, colocar otra capa similar sobre la rechazada, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras.

Esto es posible si la capa colocada cumple con el resto de los requisitos establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

12.2.2. Dotación de la MAAF O LASFAL (lote de obra)

Para el caso del Micoaglomerado asfáltico en frío (MAAF) vale lo mencionado en el Punto 11.2.3 de la “Especificación técnica para las microaglomerados asfálticos en frío” del presente pliego.

En cuanto a las lechadas asfálticas (LASFAL), se debe de considerar para este punto lo estipulado en Punto 11.2.3 de la “Especificación técnica para las lechadas asfálticas” del presente pliego.

13.- MEDICIÓN

La ejecución del TBSCS considerados en el presente documento se mide en metros cuadrados (m²) ejecutados.

Los valores surgen del producto entre la longitud de la capa ejecutada, por el ancho establecido para la misma en el proyecto.

Al área resultante se le debe aplicar, si los hubiese, los descuentos por penalidades y bonos adicionales; estos son acumulativos.

14.- FORMA DE PAGO

El transporte de los materiales y la ejecución de los TBSCS se paga por metro cuadrado de superficie terminada, medida en la forma establecida en el Punto 13. “Medición”, a los precios unitarios de contrato para los ítems respectivos.

Estos precios son compensación total por las siguientes tareas:

- ❖ Acondicionamiento inicial de la superficie (barrido, soplado, etc.).
- ❖ Insumos necesarios para la elaboración del TBSCS.

- ❖ La provisión del equipamiento necesario para la ejecución del ítem.
- ❖ Aplicación del TBSCS.
- ❖ Agua, riegos de agua, rastrillado y compactación de ser necesaria.
- ❖ Señalización, conservación de los desvíos, control del tránsito.
- ❖ Corrección de desperfectos, y toda otra tarea no pagada en otro rubro.

15.- CONSERVACIÓN

La conservación del TBSCS contemplados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de estos en perfectas condiciones y la reparación inmediata de cualquier falla que se produjese hasta la Recepción Definitiva de la Obra o durante el período que indique el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los deterioros que se produzcan deben ser reparados por cuenta del Contratista, repitiendo, si fuera necesario al sólo juicio del Director de Obra, las operaciones íntegras del proceso constructivo. Ante la ocurrencia de un deterioro de una superficie ejecutada del TBSCS el Contratista debe efectuar la reconstrucción de esa parte, sin derecho o pago de ninguna naturaleza. Esto es así aun cuando la calzada haya sido librada al tránsito público en forma total o parcial.

La reconstrucción de las partes arriba mencionadas se debe realizar de acuerdo con lo indicado en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales, con los materiales establecidos en el mismo y en el correspondiente Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.