



Ministerio
de Transporte
y Obras Públicas

PLIEGO DE CONDICIONES DE LA DIRECCIÓN NACIONAL DE VIALIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES Y CARRETERAS

DOCUMENTO BORRADOR PUBLICADO

| | |
|------------------------------|--|
| <u>Sección:</u> | 5.D |
| <u>Título:</u> | Tratamiento bituminoso superficial doble |
| <u>Fecha de publicación:</u> | Febrero de 2024 |

| | |
|--|-----------|
| INDICE 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 dobles TBSD | 5 |
| 4.- INDICE DE PRESTACIÓN..... | 6 |
| 5.- HIGIENE, SEGURIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL | 6 |
| 5.1.- Higiene y seguridad | 6 |
| 5.2.- Gestión ambiental | 6 |
| 6.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES..... | 6 |
| 6.1.- Agregados pétreos..... | 6 |
| 6.1.1.- Características generales | 7 |
| 6.1.2.- Agregado grueso | 7 |
| 6.1.2.1.- Definición de agregado grueso | 7 |
| 6.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso | 8 |
| 6.1.3.- Agregado fino..... | 9 |
| 6.1.3.1.- Definición de agregado fino..... | 9 |
| 6.1.3.2.- Requisitos del agregado fino..... | 10 |
| 6.2. Emulsiones asfálticas | 10 |
| 6.2.1. Emulsiones asfálticas convencionales..... | 10 |
| 6.2.2. Emulsiones asfálticas modificadas | 10 |
| 6.2.3. Otros tipos de emulsiones asfálticas..... | 11 |
| 6.2.4. Características generales | 11 |
| 6.3.- Aditivos u otros materiales | 11 |
| 7.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO | 13 |
| 7.1.- Husos granulométricos | 13 |
| 7.2.- Formula de insumos | 13 |
| 7.3.- Criterios para el proceso de diseño..... | 13 |
| 7.4.- Presentación de la Fórmula de Obra..... | 14 |
| 8.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS | 15 |
| 8.1.- Consideraciones generales..... | 15 |

| | |
|---|-----------|
| 8.2.- Equipos de obra | 15 |
| 8.2.1. Tanques de almacenamiento de la emulsión asfáltica | 15 |
| 8.2.2. Equipos para la aplicación de la emulsión asfáltica | 15 |
| 8.2.3. Equipos de distribución de los agregados..... | 16 |
| 8.2.4. Equipos de compactación | 16 |
| 8.2.5. Equipos de barrido | 17 |
| 8.3.- Ejecución de las obras | 17 |
| 8.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo..... | 17 |
| 8.3.2.- Aplicación de la primera capa del TBSD..... | 17 |
| 8.3.2.1- Aplicación del primer riego de emulsión asfáltica | 17 |
| 8.3.2.2.- Aplicación del primer riego de agregados | 18 |
| 8.3.2.3.- Compactación de la primera capa del TBSD | 18 |
| 8.3.2.4.- Barrido | 18 |
| 8.3.3.- Aplicación de la segunda capa del TBSD..... | 18 |
| 8.3.3.1.- Aplicación del segundo riego de emulsión asfáltica | 18 |
| 8.3.3.2.- Aplicación del segundo riego de agregados | 19 |
| 8.3.3.3.- Compactación de la segunda capa del TBSD | 19 |
| 8.3.3.4.- Barrido | 19 |
| 8.3.4.- Limpieza | 19 |
| 9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO | 20 |
| 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 | 22 |
| 10.3.1.- Agregados | 22 |
| 10.3.1.1.- Agregados gruesos..... | 22 |
| 10.3.1.2.- Agregados finos | 22 |
| 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 | 23 |
| 10.3.3. Aditivos u otros materiales | 24 |
| 10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso constructivo de los TBSD | 24 |
| 10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada | 24 |
| 10.6.- Archivo de la información | 24 |
| 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 de cada capa (lote de obra)..... | 25 |
| 11.1.3. Granulometría de los agregados de cada capa (lote de obra)..... | 26 |
| 11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra) | 26 |

| | |
|--|-----------|
| 11.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra)..... | 26 |
| 11.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra) | 26 |
| 12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO | 27 |
| 12.1.- Proceso de construcción..... | 27 |
| 12.1.1.- Dotación de ligante asfáltico residual de cada capa (lote de obra)..... | 27 |
| 12.1.2. Dotación de los agregados de cada capa (lote de obra) | 28 |
| 12.1.3. Granulometría de los agregados de cada capa (lote de obra)..... | 28 |
| 12.2.- Unidad terminada..... | 29 |
| 12.2.1. Aspectos superficiales (lote de obra)..... | 29 |
| 12.2.2.- Macrotextura superficial (lote de obra) | 29 |
| 13.- TRAMO DE PRUEBA | 30 |
| 14.- MEDICIÓN | 31 |
| 15.- FORMA DE PAGO..... | 32 |
| 16.- CONSERVACIÓN..... | 32 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. NORMAS TÉCNICAS DE APLICACIÓN | 5 |
| Tabla 2. SISTEMA DE DESIGNACIÓN DE LOS TBSD | 5 |
| Tabla 3. NIVELES DE PRESTACIÓN | 6 |
| Tabla 4. REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE AGREGADOS..... | 7 |
| Tabla 5. REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS | 9 |
| Tabla 6. REQUISITOS DE LOS AGREGADOS PROVENIENTES DE GRAVAS | 9 |
| Tabla 7. REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS “TIPO BASÁLTICOS” | 9 |
| Tabla 8. REQUISITOS DE LOS AGREGADOS FINOS..... | 10 |
| Tabla 9. REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE EMULSIONES ASFÁLTICAS | 11 |
| Tabla 10. HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL ESQUELETO GRANULAR DE LOS TBSD | 13 |
| Tabla 11. LÍMITES PARA DOTACIONES DE TBSD | 13 |
| Tabla 12. CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA OBTENCIÓN DE LA FORMULA DE OBRA DE LOS TBSD..... | 13 |
| Tabla 13. REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA..... | 14 |
| Tabla 14. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE ALMACENAMIENTO DE EMULSIONES ASFÁLTICAS | 15 |
| Tabla 15. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN DE EMULSIONES ASFÁLTICAS..... | 16 |
| Tabla 16. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN DE LOS AGREGADOS | 16 |
| Tabla 17. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE COMPACTACIÓN DE LOS TBSS | 16 |
| Tabla 18. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE BARRIDO DE LOS TBSS..... | 17 |
| Tabla 19. PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL AGREGADO GRUESO..... | 22 |
| Tabla 20. PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL AGREGADO FINO | 23 |
| Tabla 21. PLAN DE ENSAYOS PARA LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS CONVENCIONALES | 23 |
| Tabla 22. PLAN DE ENSAYOS PARA LAS EMULSIONES ASFÁLTICAS MODIFICADAS | 23 |
| Tabla 23. PLAN DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE EJECUCIÓN DE LOS TBSD. | 24 |
| Tabla 24. PLAN DE ENSAYOS SOBRE LA UNIDAD TERMINADA | 24 |
| Tabla 25. TOLERNCIAS GRANULOMÉTRICAS RESPECTO DE LA FÓRMULA VIGENTE | 26 |
| Tabla 26. REQUISITO DE MACROTEXTURA SUPERFICIAL INICIAL | 27 |
| Tabla 27. TOLERNCIAS GRANULOMÉTRICAS RESPECTO DE LA FÓRMULA VIGENTE | 29 |

1.- DESCRIPCIÓN

Este capítulo se refiere a los requisitos que deben verificar los tratamientos bituminosos superficiales dobles (TBSD) empleados en la construcción de capas superficiales de rodamientos; 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 | 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”.

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.- INDICE 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. NIVELES DE PRESTACIÓN

5.- HIGIENE, SEGURIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL

5.1.- Higiene y seguridad

5.2.- Gestión ambiental

6.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES

6.1.- 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 Inspector.

6.1.1.- 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 Inspector, 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

6.1.2.- Agregado grueso

6.1.2.1.- 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).

6.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso

Los requisitos que cumplir por los agregados gruesos dependen del índice de tránsito 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 | | Determinación obligatoria. | | | | | | |
| Índice de lajas | | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Clasificación por tránsito</th> </tr> <tr> <th>P1</th> <th>P2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 25</td> <td>≤ 30</td> </tr> </tbody> </table> | Clasificación por tránsito | | P1 | P2 | ≤ 25 | ≤ 30 |
| Clasificación por tránsito | | | | | | | | |
| P1 | P2 | | | | | | | |
| ≤ 25 | ≤ 30 | | | | | | | |
| Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” ⁽¹⁾ | | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Clasificación por tránsito</th> </tr> <tr> <th>P1</th> <th>P2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 30</td> <td>≤ 35</td> </tr> </tbody> </table> | Clasificación por tránsito | | P1 | P2 | ≤ 30 | ≤ 35 |
| Clasificación por tránsito | | | | | | | | |
| P1 | P2 | | | | | | | |
| ≤ 30 | ≤ 35 | | | | | | | |
| Micro Deval ⁽¹⁾ | | <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Clasificación por tránsito</th> </tr> <tr> <th>P1</th> <th>P2</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>≤ 20</td> <td>≤ 20</td> </tr> </tbody> </table> | Clasificación por tránsito | | P1 | P2 | ≤ 20 | ≤ 20 |
| Clasificación por tránsito | | | | | | | | |
| P1 | P2 | | | | | | | |
| ≤ 20 | ≤ 20 | | | | | | | |
| Análisis del estado físico de la roca | | Determinación obligatoria | | | | | | |
| Granulometría | | 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. | | Determinación obligatoria | | | | | | |
| Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide | | ≤ 60% | | | | | | |

| Ensayo | Norma | Exigencia | | |
|---|-------|--|----|----|
| Caras de fractura | | Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*) | | |
| | | Clasificación por tránsito | | |
| | | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">P1</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">P2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">90</td> <td style="text-align: center;">≥ 85</td> </tr> </table> | P1 | P2 |
| P1 | P2 | | | |
| 90 | ≥ 85 | | | |
| (*) 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*.

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 tránsito | | | | |
| | | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">P1</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">P2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≥ 3 (*)</td> <td style="text-align: center;">≥ 3 (*)</td> </tr> </table> | P1 | P2 | ≥ 3 (*) | ≥ 3 (*) |
| | | P1 | P2 | | | |
| ≥ 3 (*) | ≥ 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 tránsito | | | | |
| | | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">P1</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">P2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≤ 25</td> <td style="text-align: center;">≤ 25</td> </tr> </table> | P1 | P2 | ≤ 25 | ≤ 25 |
| | | P1 | P2 | | | |
| ≤ 25 | ≤ 25 | | | | | |
| | | | | | | |
| Micro Deval | IRAM 1762 | Clasificación por tránsito | | | | |
| | | <table border="1" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">P1</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">P2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">≤ 20</td> <td style="text-align: center;">≤ 20</td> </tr> </table> | P1 | P2 | ≤ 20 | ≤ 20 |
| | | P1 | P2 | | | |
| ≤ 20 | ≤ 20 | | | | | |
| | | | | | | |

Tabla 7. REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS “TIPO BASÁLTICOS”

6.1.3.- Agregado fino

6.1.3.1.- Definición de agregado fino

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

6.1.3.2.- Requisitos del agregado fino

Los requisitos que cumplir por 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" | | La fracción gruesa de la cual proviene el agregado fino debe cumplir las exigencias de la <i>Tabla 5</i> y <i>Tabla 7</i> (si corresponde) para el Coeficiente de desgaste Los Ángeles. |
| Equivalente de arena | | ≥ 50 |
| Granulometría | | Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra. |
| Índice de Azul de Metileno ⁽¹⁾ | | ≤ 7 gramos/kilogramo |
| Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente | | 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 (≥ 40 %).

6.2. Emulsiones asfálticas

6.2.1. 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.

6.2.2. 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.

6.2.3. 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 TBSD elaborados con estas emulsiones deben cumplimentar el resto de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

6.2.4. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir las emulsiones asfálticas para el aprovisionamiento y almacenamiento 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. |
| Almacenamiento | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Las emulsiones asfálticas se deben almacenar en tanques destinados a tal fin. En el caso de emulsiones que vayan a estar almacenadas períodos mayores a tres días (>3 días), es preciso asegurar su homogeneidad previa a su empleo. ❖ Las emulsiones asfálticas se deben almacenar a la temperatura especificada por el fabricante de estas. ❖ El empleo de agitadores de baja velocidad para garantizar homogeneidad es el método recomendado. La recirculación con bombas es aceptable, pero se debe evitar el ingreso del aire en la emulsión que genere la formación de espuma. ❖ Se deben evitar los ciclos de calentamiento y enfriamiento de la emulsión asfáltica. |

Tabla 9. REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE EMULSIONES ASFÁLTICAS

6.3.- 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 inspector 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.

BORRADOR

7.- ESTUDIO Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

7.1.- 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.

| Apertura de tamices | Porcentaje en peso que pasa | |
|---------------------|-----------------------------|---------------------------|
| | Primer riego de agregado | Segundo riego de agregado |
| 15,8 mm (5/8") | 100 | |
| 12,5 mm (½") | 80 – 100 | |
| 9,5 mm (3/8") | 50 – 80 | 100 |
| 6,3 mm (1/4") | 0 – 10 | 75 – 100 |
| 3,1 mm (1/8") | 0 – 1 | 0 – 15 |
| 0.425 mm (N° 40) | | 0 - 2 |

Tabla 10. HUSOS GRANULOMÉTRICOS DEL ESQUELETO GRANULAR DE LOS TBSD

7.2.- Formula de insumos

La dotación de los TBSD debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en la Tabla 11, 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 |
| Primera capa | 12 | 15 | 0.7 | 1.0 |
| Segunda capa | 3 | 5 | 1.1 | 1.5 |

Tabla 11. LÍMITES PARA DOTACIONES DE TBSD

7.3.- Criterios para el proceso de diseño

El tipo de emulsión asfáltica, dotación 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 12.

| Índice de prestación | Porcentaje de áridos no desprendido en el ensayo de placa Vialit (UNE-EN-12272-3) | |
|----------------------|--|----------|
| | Vía húmeda | Vía seca |
| P1 | >90 | >80 |
| P2 | >85 | >75 |

Tabla 12. CRITERIOS DE DISEÑO PARA LA OBTENCIÓN DE LA FORMULA DE OBRA DE LOS TBSD.

7.4.- Presentación de la Fórmula de Obra

La ejecución regular del TBSD no se debe iniciar hasta que el Inspector 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 Inspector 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 | 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/m ²) Ensayos realizados sobre el agregado grueso, como mínimo todos los contemplados en la <i>Tabla 5</i> , <i>Tabla 6</i> (si corresponde) y <i>Tabla 7</i> (si corresponde). Ensayos realizados sobre el agregado fino, como mínimo todos los contemplados en la <i>Tabla 8</i> . |
| Emulsión asfáltica y aditivos | Identificación, características, hoja técnica del producto, hoja de seguridad y dotación (expresada en kg de residuo asfáltico por m ²) 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 | Debe indicarse el tiempo aproximado de habilitación al tránsito |
| Parámetros de diseño | Ensayos realizados sobre la Formula de Obra del TBSD, como mínimo las contempladas en la <i>Tabla 11</i> . |
| Informe de presentación de la Fórmula de Obra | Según el Formato Tipo vigente de la Dirección Nacional de Vialidad. |

Tabla 13. REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA

8.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

8.1.- 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 Inspector de Obra.

8.2.- Equipos de obra

8.2.1. 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, idealmente, cilíndricos y verticales y estar térmicamente aislados del medio ambiente.❖ El tanque de almacenamiento debe permitir 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. |

Tabla 14. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE ALMACENAMIENTO DE EMULSIONES ASFÁLTICAS

8.2.2. 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 15.

| 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 prescrita, 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 15. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN DE EMULSIONES ASFÁLTICAS.

8.2.3. 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 16.

| 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 16. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE DISTRIBUCIÓN DE LOS AGREGADOS

8.2.4. Equipos de compactación

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

| 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 17. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE COMPACTACIÓN DE LOS TBSD

8.2.5. Equipos de barrido

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 18.

| 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 18. REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE BARRIDO DE LOS TBSD

8.3.- Ejecución de las obras

8.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo

Previa ejecución del TBSD, la superficie de apoyo se debe encontrar aprobada por el Inspector 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.

8.3.2.- Aplicación de la primera capa del TBSD

8.3.2.1- Aplicación del primer riego de emulsión asfáltica

Cuando la superficie a regar se encuentre en las condiciones fijadas en el Punto 8.3.1. 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.

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.

8.3.2.2.- 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.

8.3.2.3.- 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.

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 (30) pasadas, sobre cada franja del tratamiento cubierta por el rodillo.

8.3.2.4.- 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.

8.3.3.- Aplicación de la segunda capa del TBSD

8.3.3.1.- Aplicación del segundo riego de emulsión asfáltica

Cuando la superficie de la primera capa del TBSD haya sido barrida de acuerdo con 8.3.2.4, 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.

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.

8.3.3.2.- 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.

8.3.3.3.- 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.

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 (40) pasadas, sobre cada franja del tratamiento cubierta por el rodillo.

8.3.3.4.- 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.

8.3.4.- 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.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO

No se permite la puesta en obra de los TBSS en las siguientes situaciones (salvo autorización expresa del Inspector de Obra):

- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a ocho grados Celsius ($< 8^{\circ}\text{C}$).
- ❖ Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Finalizado el proceso de compactación, previa autorización del Inspector 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 Inspector, 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 para realizar los ensayos cuya frecuencia es cada lote.
- ❖ Certificado de Calibración y Plan de Calibración y Verificación de los equipos, instrumentos y elementos del Laboratorio de Obra.

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

- ❖ Una presentación mensual.
- ❖ Cincuenta mil metros cuadrados (50000 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 Inspector entregue al Contratista planillas modelos de cálculo y presentación de resultados de ensayos, las mismas son de uso obligatorio.

El Inspector, 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 Inspector puede disponer el envío de una muestra de cualquier material involucrado en la obra (agregados, emulsión asfáltica, etc.) al departamento de ensayos 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 Inspector, considerando la misma muestra, el valor que se debe tomar como definitivo es el correspondiente al laboratorio empleado por el Inspector. Si el Inspector 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 manual del inspector.

Para los casos donde no sea aplicable lo anterior, el Inspector 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 (≤ 1000 m) lineales de construcción.

- ❖ Lo ejecutado en una jornada de trabajo.

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 19*.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|--------|------------|
| Partículas trituradas | | Semanal |
| Elongación | | Semanal |
| Índice de lajas | | Semanal |
| Coefficiente de desgaste Los Ángeles ⁽¹⁾ | | Semestral |
| Micro Deval ⁽¹⁾ | | Semestral |
| Granulometría | | Semanal |
| Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua | | Semanal |
| Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide | | Semestral |

Tabla 19. 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 20*.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---|--------|------------|
| Coefficiente de desgaste "Los Ángeles" | | Semanal |
| Equivalente de arena | | Semanal |
| Índice de Azul de Metileno ⁽¹⁾ | | Semanal |
| Granulometría | | Diaria |

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|--------|------------|
| Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua | | Semanal |

Tabla 20. 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 ($\geq 40\%$).

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 21.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---|--------|-----------------------|
| Determinación del residuo sobre tamiz | | Cada partida recibida |
| Obtención y determinación del residuo asfáltico | | Cada partida recibida |
| Determinación del contenido de agua | | Trimestral |
| Determinación de los hidrocarburos destilados | | Trimestral |
| Determinación de la penetración del residuo asfáltico | | Trimestral |
| Resto de los parámetros contemplados en la norma | | Trimestral |

Tabla 21. 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 22.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---|--------|-----------------------|
| Determinación del residuo sobre tamiz | | Cada partida recibida |
| Obtención y determinación del residuo asfáltico | | Cada partida recibida |
| Recuperación torsional del residuo asfáltico | | Cada partida recibida |
| Determinación del contenido de agua | | Trimestral |
| Determinación de los hidrocarburos destilados | | Trimestral |
| Determinación de la penetración del residuo asfáltico | | Trimestral |
| Resto de los parámetros contemplados en la norma | | Trimestral |

Tabla 22. 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 6.2.3. "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 Inspector 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 inspector de Obra.

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

A continuación, en la tabla 23, 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 |
| Granulometría de los agregados pétreos de cada capa (3) | | Cada lote de obra |

Tabla 23. PLAN DE ENSAYOS PARA EL CONTROL DE EJECUCIÓN DE LOS TBSD.

(1) La metodología se detalla en el Punto 11.1.1. Dotación del ligante asfáltico residual (lote de obra).

(2) La metodología se detalla en el Punto 11.1.2. Dotación de los agregados (lote de obra).

(3) Se detalla el método de muestreo en el Punto 11.1.3. 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 24.

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 | Cada lote de obra |

Tabla 24. 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 Inspector 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 Inspector 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 Inspector 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 25.

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 7.1. Husos granulométricos.

| Apertura de tamices circulares | Tolerancias |
|--------------------------------|-------------|
| 15,8 mm (5/8") | +/- 5 % |
| 12,5 mm (½") | +/- 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 25. TOLERNCIAS 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 26*.

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

Tabla 26. 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 7.3. 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 Inspector 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 7.3. 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 Inspector 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 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 2 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 |
|--------------------------------|-------------|
| 15,8 mm (5/8") | +/- 8 % |
| 12,5 mm (½") | +/- 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 27. TOLERNCIAS 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 7.1. 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 Inspector 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 Inspector 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 ($< 0,3$ 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 Inspector, 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.- 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 Inspector 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 Inspector de Obra, nunca menor a la longitud correspondiente a cien metros lineales (100 m), por ancho de colocación del TBSD.

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 Inspector 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 Inspector 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 Inspector 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.

14.- 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.

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.

15.- 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 14. 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 sobrecostos respecto de los establecidos en el proyecto ni aumentos de las dotaciones respecto de la fórmula de obra adoptada y aprobada por el inspector 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 Capítulo 14 de esta especificación técnica.

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

16.- 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 Inspector, 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.

BORRADOR