



CARPETAS Y BASES DE MEZCLAS ASFÁLTICAS EN CALIENTE

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

6



Ministerio
de Transporte
y Obras Públicas

DICIEMBRE 2025

SECCIÓN 6A – Concretos asfálticos en caliente (CAC) y semicalientes (CAS)

SECCIÓN 6B – Concreto asfáltico en caliente con aporte de RAP (CAC-R) y
semicaliente con aporte de RAP (CAS-R)

SECCIÓN 6C – Mezclas arena-asfalto en caliente (MAAC) y semicaliente (MAAS)

SECCIÓN 6D – Microaglomerados asfálticos tipo F en caliente (MAC-F) y
semicaliente (MAS-F)

ÍNDICE

Sección 6A – Concretos asfálticos en caliente (CAC) y semicalientes (CAS)

| | |
|---|----|
| ÍNDICE..... | 1 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 5 |
| 1.- DESCRIPCIÓN..... | 7 |
| 2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN | 7 |
| 3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA..... | 7 |
| 3.1.- Definición y nomenclatura para mezclas del tipo CAC | 7 |
| 3.2.- Definición y nomenclatura para mezclas del tipo CAS..... | 8 |
| 4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN | 9 |
| 5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES..... | 10 |
| 5.1.- Agregados..... | 10 |
| 5.1.1.- Características generales..... | 10 |
| 5.1.2.- Agregado grueso | 11 |
| 5.1.3.- Agregado fino | 14 |
| 5.1.4.- Requisitos de la mezcla de agregados que componen el esqueleto granular | 16 |
| 5.1.5.- Relleno mineral (Filler)..... | 16 |
| 5.2.- Ligantes asfálticos..... | 17 |
| 5.2.1.- Ligantes asfáltico convencional..... | 17 |
| 5.2.2.- Ligante asfáltico modificado | 17 |
| 5.2.3.- Otro tipo de ligante asfáltico..... | 17 |
| 5.2.4.- Aditivos, fibras u otros materiales..... | 17 |
| 6.- ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO | 18 |

| | |
|---|-----------|
| 6.1.- Relación espesor de la capa - tamaño máximo | 18 |
| 6.2.- Husos granulométricos | 18 |
| 6.3.- Criterios para el proceso de diseño | 19 |
| 6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra | 22 |
| 7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS | 23 |
| 7.1.- Consideraciones generales | 23 |
| 7.2.- Equipos de obra | 24 |
| 7.2.1.- Tanques de almacenamiento del ligante asfáltico | 24 |
| 7.2.2.- Planta asfáltica | 24 |
| 7.2.3.- Equipos para distribución de riego de adherencia y riego de imprimación | 26 |
| 7.2.4.- Equipos para el transporte de mezcla asfáltica | 26 |
| 7.2.5.- Equipos de transferencia. MTV (Material Transfer Vehicle) | 27 |
| 7.2.6.- Equipos de distribución | 28 |
| 7.2.7.- Equipos de compactación | 29 |
| 7.3.- Ejecución de las obras | 30 |
| 7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo | 30 |
| 7.3.2.- Proceso de elaboración de la mezcla asfáltica | 30 |
| 7.3.3.- Transporte de la mezcla asfáltica | 31 |
| 7.3.4.- Colocación | 31 |
| 7.3.5.- Compactación | 32 |
| 7.3.6.- Juntas transversales y juntas longitudinales | 33 |
| 7.3.7.- Limpieza | 34 |
| 8.- TRAMO DE PRUEBA | 35 |
| 9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO | 36 |
| 9.1.- Mezclas asfálticas tipo CAC | 36 |
| 9.2.- Mezclas asfálticas tipo CAS | 36 |
| 10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD | 37 |
| 10.1.- Generalidades | 37 |

| | |
|--|----|
| 10.2.- Lotes..... | 38 |
| 10.2.1.- Definición de lote de producción..... | 38 |
| 10.2.2.- Definición de lote de obra..... | 39 |
| 10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales..... | 39 |
| 10.3.1.- Agregados..... | 39 |
| 10.3.2.- Ligantes asfálticos | 41 |
| 10.3.3.- Aditivos, fibras u otros materiales en pellets..... | 42 |
| 10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica..... | 42 |
| 10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada..... | 43 |
| 10.6.- Archivo de la información..... | 44 |
| 11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA..... | 44 |
| 11.1.- Requisitos del proceso de producción (lote de producción)..... | 44 |
| 11.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)..... | 44 |
| 11.1.2.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)..... | 44 |
| 11.1.3.- Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)..... | 45 |
| 11.1.4.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)..... | 45 |
| 11.1.5.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)..... | 45 |
| 11.1.6.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (equipo de transporte)..... | 46 |
| 11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)..... | 46 |
| 11.2.1.- Vacíos de aire en la mezcla colocada y compactada (lote de obra)..... | 46 |
| 11.2.2.- Espesor (lote de obra)..... | 47 |
| 11.2.3.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m) | 48 |
| 11.2.4.- Regularidad superficial (tramo)..... | 48 |
| 11.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra) | 50 |
| 12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO..... | 51 |
| 12.1.- Proceso de producción | 51 |
| 12.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción) | 51 |
| 12.1.2.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción) | 52 |
| 12.1.3.- Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)..... | 52 |
| 12.1.4.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)..... | 53 |
| 12.1.5.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)..... | 53 |
| 12.1.6.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (unidad de transporte)..... | 54 |

| | |
|--|--------|
| 12.2.- Unidad terminada..... | 54 |
| 12.2.1.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica colocada y compactada (lote de obra)..... | 54 |
| 12.2.2.- Espesor (lote de obra)..... | 55 |
| 12.2.3.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m)..... | 56 |
| 12.2.4.- Regularidad superficial (tramo)..... | 57 |
| 12.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra)..... | 59 |
| 13.- MEDICIÓN..... | 59 |
| 14.- FORMA DE PAGO..... | 60 |
| 15.- CONSERVACIÓN..... | 61 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Normas técnicas de aplicación..... | 7 |
| Tabla 2. Sistema de designación de los concretos asfálticos en caliente densos..... | 8 |
| Tabla 3. Sistema de designación de los concretos asfálticos semicalientes densos..... | 9 |
| Tabla 4. Índices de prestación..... | 9 |
| Tabla 5. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados..... | 11 |
| Tabla 6. Requisitos de los agregados gruesos..... | 13 |
| Tabla 7. Requisitos de los agregados provenientes de canto rodado..... | 14 |
| Tabla 8. Requisitos de los agregados gruesos basálticos..... | 14 |
| Tabla 9. Requisitos de los agregados finos..... | 15 |
| Tabla 10. Requisitos del esqueleto granular..... | 16 |
| Tabla 11. Requisitos de la cal hidratada..... | 17 |
| Tabla 12. Requisitos granulométricos de la cal hidratada..... | 17 |
| Tabla 13. Husos granulométricos del esqueleto granular de los concretos asfálticos densos..... | 19 |
| Tabla 14. Requisitos para el proceso de diseño..... | 20 |
| Tabla 15. Evaluación de la resistencia al ahuellamiento “wheel tracking test” (norma en 12697-22 – procedimiento b)..... | 21 |
| Tabla 16. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra..... | 23 |
| Tabla 17. Requisitos que deben cumplir los tanques de almacenamiento de los ligantes asfálticos..... | 24 |
| Tabla 18. Requisitos que deben cumplir las plantas asfálticas..... | 26 |
| Tabla 19. Requisitos que deben cumplir los equipos de transporte de mezcla asfáltica..... | 27 |
| Tabla 20. Requisitos que debe cumplir el equipo de transferencia (mtv)..... | 28 |
| Tabla 21. Requisitos que debe cumplir el equipo de distribución y colocación de mezclas asfálticas..... | 29 |
| Tabla 22. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de mezclas asfálticas..... | 30 |
| Tabla 23. Plan de ensayos sobre el agregado grueso..... | 40 |
| Tabla 24. Plan de ensayos sobre el agregado fino..... | 40 |
| Tabla 25. Plan de ensayos sobre el relleno mineral..... | 41 |
| Tabla 26. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico convencional..... | 41 |
| Tabla 27. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico modificado..... | 41 |
| Tabla 28. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de mezcla asfáltica..... | 43 |
| Tabla 29. Plan de ensayos sobre la unidad terminada..... | 44 |
| Tabla 30. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados..... | 45 |

| | |
|--|----|
| Tabla 31. Requisitos de IRI..... | 49 |
| Tabla 32. Requisito de macrotextura superficial inicial..... | 51 |
| Tabla 33. Tolerancias granulométricas ampliadas de la mezcla de agregados..... | 53 |
| Tabla 34. Requisitos de IRI para obra con abono adicional..... | 58 |

1.- DESCRIPCIÓN

Esta sección refiere a los requisitos que deben verificar los concretos asfálticos en caliente y semicaliente, de granulometría continua, empleados en la construcción de capas de bases y capas de rodamiento asfálticas; en lo vinculado a las características de los insumos constitutivos de las mismas y los procesos de diseño, elaboración y colocación.

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 mezclas del tipo CAC

Se define como Concreto Asfáltico en Caliente (CAC) Denso a la combinación de un ligante asfáltico (convencional o modificado), agregados (incluido Filler) y eventualmente aditivos y/o fibras. Estas mezclas son elaboradas en plantas asfálticas y colocadas en obra a una temperatura muy superior a la temperatura ambiente.

Las diferentes tipologías de mezclas asfálticas contempladas en la presente sección se diferencian entre sí en el huso granulométrico, tamaño máximo del agregado pétreo y el tipo de ligante asfáltico empleado.

El sistema de designación para las mezclas asfálticas que se utiliza a lo largo de la sección se detalla en la Tabla 2.

| CAC | D | R/B | TMN | AC-XX / AM-Y |
|-----|---|-----|-----|--------------|
|-----|---|-----|-----|--------------|

Tabla 2. Sistema de designación de los concretos asfálticos en caliente densos

Donde:

CAC: Sigla que indica que se trata de un “Concreto Asfáltico en Caliente”.

D: Letras que indican que el esqueleto granular corresponde al tipo “denso”.

R/B: Letras que indican la ubicación de la capa en el paquete estructural, rodamiento o base, respectivamente.

TMN: Tamaño máximo nominal, en milímetros, del huso granulométrico. Se entiende como tamaño máximo nominal, a la abertura en milímetros del tamiz inmediatamente anterior al primer tamiz que retenga un 10 % o más de la mezcla de agregados.

AC-XX: Indicación correspondiente a los asfaltos convencionales con grado de viscosidad XX, donde XX puede ser 20, 30 o 40 de acuerdo con la Norma ASTM D3381 tabla 4.

AM-Y: Indicación correspondiente a los asfaltos modificados tipo Y, donde Y puede ser 1, 2, 3 o 4 de acuerdo con la Norma IRAM 6596.

3.2.- Definición y nomenclatura para mezclas del tipo CAS

Se define como Concreto Asfáltico Semicaliente (CAS) Denso a la combinación de un ligante asfáltico (convencional o modificado), agregados (incluido Filler) y eventualmente aditivos y/o fibras; elaboradas en plantas asfálticas y colocadas en obra a una temperatura de, como mínimo, veinte grados Celsius (20 °C) por debajo de la temperatura correspondiente al mismo tipo de concreto asfáltico de la tecnología en caliente (CAC).

La tecnología empleada para lograr la disminución en las temperaturas de trabajo (elaboración, transporte, colocación y compactación) de las mezclas tipo CAS debe ser especificada en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o aprobadas por el Director de Obra.

A excepción de los aspectos vinculados con las temperaturas de trabajo, las mezclas asfálticas tipo CAS deben cumplir en su totalidad con lo establecido en la presente sección para las mezclas asfálticas tipo CAC del mismo tamaño máximo, huso granulométrico y grado de ligante asfáltico en consideración.

Las diferentes tipologías de mezclas asfálticas contempladas en el presente documento se diferencian entre sí en el huso granulométrico, tamaño máximo de agregado pétreo y el tipo de ligante asfáltico empleado.

El sistema de designación para las mezclas asfálticas que se utiliza a lo largo de la sección se detalla en la Tabla 3.

| | | | | |
|-----|---|-----|-----|--------------|
| CAS | D | R/B | TMN | AC-XX / AM-Y |
|-----|---|-----|-----|--------------|

Tabla 3. Sistema de designación de los concretos asfálticos semicalientes densos

Donde:

CAS: Sigla que indica que se trata de un “Concreto Asfáltico Semicaliente”.

D/S/G: Letras que indican que el esqueleto granular corresponde al tipo “densa”.

R/B: Letras que indican la ubicación de la capa en el paquete estructural, rodamiento o base, respectivamente.

TMN: Tamaño máximo nominal, en milímetros, del huso granulométrico. Se entiende como tamaño máximo nominal, a la abertura en milímetros del tamiz inmediatamente anterior al primer tamiz que retenga un 10 % o más de la mezcla de agregados.

AC-XX: Indicación correspondiente a los asfaltos convencionales con grado de viscosidad XX, donde XX puede ser 20 o 40 de acuerdo con la Norma ASTM D3381 tabla 4.

AM-Y: Indicación correspondiente a los asfaltos modificados tipo Y, donde Y puede ser 1, 2, 3 o 4 de acuerdo con la Norma IRAM 6596.

4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN

Los requisitos de los materiales componentes de las mezclas asfálticas como así también de las mezclas asfálticas propiamente dichas se encuentran diferenciados en la presente especificación técnica de acuerdo con la ubicación en el paquete estructural y del 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 4 los dos (2) índices de prestación considerados en el presente documento.

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

Tabla 4. Índices de prestación.

5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES

5.1.- Agregados

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 5.

| 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 introducción en las tolvas en frío. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin que se verifique segregación. ❖ El número mínimo de fracciones debe ser de tres (3), incluido el relleno mineral (Filler). El Director de Obra puede exigir un mayor número de fracciones, si lo estima necesario, para cumplir las tolerancias exigidas en el Punto 6.2. "Husos granulométricos". ❖ 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 |

| | |
|--|--|
| | <p>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.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Los acopios de agregados finos deben mantenerse cubiertos, de manera de evitar su humedecimiento, en un volumen no menor a una semana de producción normal. ❖ 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 siete (7) 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 5. 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”, destinado a la preparación de mezclas bituminosas, 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 y de la ubicación de la capa asfáltica. Los mismos se establecen en la Tabla 6 y en la Tabla 7.

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 6 y en la Tabla 7.

| Ensayo | Norma | Exigencia | | |
|--|-------------|----------------------------|------------------------------|------|
| Elongación | IRAM 1687-2 | Determinación obligatoria. | | |
| Índice de lajas | IRAM 1687-1 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≤ 25 | ≤ 25 |
| | | Base | ≤ 30 | ≤ 30 |
| Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” ⁽¹⁾ | IRAM 1532 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≤ 35 | ≤ 35 |
| | | Base | ≤ 35 | ≤ 35 |
| Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm | IRAM 10501 | No Plástico | | |
| Micro Deval ⁽¹⁾ | ASTM D6928 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≤ 17 | ≤ 17 |
| | | Base | ≤ 17 | ≤ 17 |
| Polvo adherido ⁽²⁾ | IRAM 1883 | Tipo de capa | Requisito | |
| | | Rodamiento | ≤ 1,0 | |
| | | Base | ≤ 1,2 | |
| Análisis del estado físico de la roca | IRAM 1702 | Determinación obligatoria | | |
| | IRAM 1703 | | | |
| Coeficiente pulimento acelerado | ASTM D3319 | Determinación obligatoria | | |

| Ensayo | Norma | Exigencia | | |
|--|-----------------------|--|------------------------------|------|
| Granulometría | IRAM 1501 IRAM1505 | Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra. | | |
| Durabilidad por ataque con sulfato de sodio | IRAM 1525 | ≤ 12 | | |
| Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente. | IRAM 1533 | Determinación obligatoria | | |
| Caras de fractura | IRAM 1851 | Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura (*) | | |
| | | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | 100 | >95 |
| | | Base | >90 | ≥ 85 |
| | | (*) Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener una o más caras de fractura. | | |

Tabla 6. Requisitos de los agregados gruesos

- (1) Para agregados tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la Tabla 8.
- (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 7. Asimismo, se pueden definir exigencias extras en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

| Ensayo | Norma | Exigencia |
|--------|-------|-----------|
|--------|-------|-----------|

| Relación de tamaño de la partícula a triturar | --- | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
|---|-----|--|------------------------------|---------|
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≥ 5 (*) | ≥ 4 (*) |
| | | Base | ≥ 3 (*) | ≥ 3 (*) |
| | | (*) Tamaño mínimo de la partícula a triturar respecto a la partícula resultante de mayor tamaño. | | |

Tabla 7. Requisitos de los agregados provenientes de canto rodado

Cuando el agregado grueso provenga de yacimientos de “Tipo Basálticos”, los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla 8.

| Ensayo | Norma | Exigencia | | |
|---|------------|--------------|------------------------------|-----------|
| Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” | IRAM 1532 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≤ 25 | ≤ 25 |
| | | Base | ≤ 25 | ≤ 25 |
| Micro Deval | ASTM D6928 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≤ 17 | ≤ 17 |
| | | Base | ≤ 17 | ≤ 17 |
| Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide | UY A 26 | $\leq 60\%$ | | |

Tabla 8. Requisitos de los agregados gruesos 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).

5.13.2.- Requisitos del agregado fino

Los requisitos que deben de cumplir los agregados finos dependen del Índice de Prestación y de la ubicación de la capa asfáltica. Los mismos se establecen en la Tabla 9.

El agregado fino será 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 9.

En el caso de que el agregado fino provenga de la trituración de gravas, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en la Tabla 7.

Los agregados finos para emplear en la construcción de capas de rodamiento no deben provenir de canteras de naturaleza caliza.

| 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 6 y Tabla 8 (si corresponde) para el Coeficiente de desgaste Los Ángeles. | | |
| Equivalente de arena | IRAM 1682 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≥ 50 | ≥ 50 |
| | | Base | ≥ 40 | ≥ 40 |
| 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 9. 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 %).

5.1.4.- Requisitos de la mezcla de agregados que componen el esqueleto granular

La mezcla de las diferentes fracciones de agregados que componen el esqueleto granular debe cumplir las prescripciones de la Tabla 10.

| Parámetro | Norma | Exigencia | |
|--------------------------|-------|--|------------------------------|
| Partículas no trituradas | (1) | Porcentaje en peso de agregado no triturado respecto del total del agregado ⁽²⁾ | |
| | | Tipo de capa | Clasificación por prestación |
| | | | P1 P2 |
| | | Rodamiento | 0 % 0 % |
| | | Base | < 5 % ≤ 8 % |

Tabla 10. Requisitos del esqueleto granular

- (2) La determinación de este parámetro se debe realizar calculando el porcentaje de agregado no triturado que compone la mezcla.
- (3) Cuando el agregado no triturado no provenga de depósitos fluviales, previa aprobación del Director de Obra, los porcentajes indicados pueden incrementarse, siempre y cuando el Contratista demuestre que dicho incremento no afecta el comportamiento de la mezcla a la deformación permanente.

5.1.5.- Relleno mineral (Filler)

5.1.5.1.- 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 provengan de la recuperación de finos durante el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica.

5.1.5.2.- Requisitos de la cal hidratada

La cal hidratada debe ser homogénea, seca y libre de grumos provenientes de las partículas. La misma se debe encuadrar dentro de la Norma IRAM 1508. Asimismo, debe cumplir los requisitos establecidos en la Tabla 11.

| Ensayo | Norma | Exigencia |
|---------------|-----------|--|
| Granulometría | IRAM 1505 | Requisitos establecidos en la Tabla N°12 |

Tabla 11. Requisitos de la cal hidratada

La granulometría de la cal hidratada debe estar comprendida dentro de los límites definidos en la Tabla 12.

| Ensayo | Porcentaje en peso que pasa |
|----------------------------|-----------------------------|
| 425 μm (N° 40) | 100% |
| 150 μm (N° 100) | >90% |
| 75 μm (N° 200) | >75% |

Tabla 12. Requisitos granulométricos de la cal hidratada

5.2.- Ligantes asfálticos

5.2.1.- Ligantes asfáltico convencional

El ligante asfáltico a emplear se debe encuadrar dentro de la Norma ASTM D3381 tabla 4. El tipo de ligante asfáltico se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.2.- Ligante asfáltico modificado

El ligante asfáltico a emplear se debe encuadrar dentro de la Norma IRAM 6596. El tipo de ligante asfáltico se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.3.- Otro tipo de ligante asfáltico

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede establecer el uso de un ligante asfáltico que no se encuadre dentro del Punto 5.2.1. “Ligante asfáltico convencional” o el Punto 5.2.2. “Ligante asfáltico modificado”, dependiendo de las condiciones de proyecto.

En este caso, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares debe establecer las características y exigencias a solicitar para el ligante asfáltico. Las mezclas asfálticas elaboradas con estos ligantes deben cumplimentar el resto de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

5.2.4.- Aditivos, fibras u otros materiales

En el caso de incorporación de aditivos, fibras u otros materiales, con el objeto de alcanzar una mejora de alguna característica de la mezcla asfáltica 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, fibras 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 producción de la/s mezcla/s asfáltica/s, el Director de Obra debe aprobar la propuesta presentada.

En las fórmulas donde se empleen fibras, las mismas deben ser capaces de inhibir el escurrimiento del ligante, no deben ser nocivas para la salud y el medio ambiente ni interactuar negativamente con el ligante ni con los agregados. Las mismas deben ser suministradas en pellets o sueltas. En ambos casos se debe asegurar las condiciones de almacenamiento, de dosificación y mezclado en planta asfáltica.

6.- ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

6.1.- Relación espesor de la capa - tamaño máximo

La relación entre el espesor de la capa asfáltica a colocar y el tamaño máximo para el tipo de mezcla considerada debe cumplir con la siguiente premisa:

- ❖ $e > 2,5 * TM$
- ❖ $e \leq 6,0 * TM$

Donde:

- e: espesor de la capa
- TM: tamaño máximo de la mezcla de agregados, entendiendo como tal a la menor abertura de la serie de tamices para la cual pasa el 100 % de la mezcla de agregados que conforman el esqueleto granular.

6.2.- Husos granulométricos

La granulometría resultante de la mezcla o composición de las diferentes fracciones de agregados (incluido el Filler), dependiendo del tipo de esqueleto granular considerado, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en las Tabla 13.

| Tamices | Porcentaje en peso que pasa ⁽¹⁾ | |
|----------------|--|---------------------|
| | D 12 ⁽²⁾ | D 19 ⁽²⁾ |
| 25 mm (1") | --- | 100 |
| 19 mm (3/4") | 100 | 83-100 |
| 12,5 mm (1/2") | 80-97 | --- |
| 9,5 mm (3/8") | 67-84 | 55-75 |
| 4,75 mm (N° 4) | 48-68 | 42-60 |
| 2,36 mm (N° 8) | 30-48 | 29-47 |
| 600 µm (N° 30) | 16-29 | 15-29 |
| 300 µm (N° 50) | 11-23 | 9-21 |
| 75 µm (N°200) | 4-8 | 4-8 |

Tabla 13. Husos granulométricos del esqueleto granular de los concretos asfálticos densos

⁽¹⁾ Si existe una diferencia entre los pesos específicos de las fracciones utilizadas (incluido el filler) superior al 0,2 gr/cm³, la dosificación se hace en volumen.

⁽²⁾ Se coloca solo la parte de la nomenclatura vinculada al esqueleto granular (tamaño máximo nominal).

6.3.- Criterios para el proceso de diseño

El tipo de esqueleto granular, tipo de ligante asfáltico, ubicación y índice de prestación a emplear en la capa asfáltica en consideración, se definen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. En defecto de la definición, se debe considerar la condición más exigente.

Los criterios que considerar en el proceso de diseño en laboratorio de la mezcla asfáltica, para la obtención de la Fórmula de Trabajo, se resumen en la Tabla 14.

| Parámetro | | Exigencia | |
|--------------------------------|------------------------------------|----------------|--------|
| Ensayo Marshall (IRAM 6845) | N° golpes por cara ⁽¹⁾ | 75 | |
| | Estabilidad | > 10 kN | |
| | Vacíos en la mezcla ⁽²⁾ | Tipo de mezcla | Vacíos |
| | | Densa | 4 % |

| Parámetro | | Exigencia | | |
|--|---|---|------------------------------|-----------------------------------|
| | Vacíos del agregado mineral (VAM) ⁽²⁾ | Tamaño máximo del agregado pétreo | | VAM |
| | | TM 19 mm | | ≥ 14 % |
| | | TM 12 mm | | ≥ 15 % |
| | Relación Betún-Vacíos (RBV) | Tipo de capa | RBV (%) | |
| | | | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | 65 - 75 | 65 - 75 |
| | | Base | 68 - 78 | 68 - 78 |
| | Resistencia conservada mediante el ensayo de tracción indirecta (IRAM 6846-2) | | > 80 % | |
| Evaluación de la resistencia al ahuellamiento “Wheel Tracking Test” (Norma EN 12697-22 – Procedimiento B) ⁽³⁾ | | Requisitos establecidos en la Tabla 15. | | |
| Contenido mínimo de Cal Hidratada, en peso sobre total del esqueleto granular | | Contenido mínimo de Cal Hidratada | | |
| | | Tipo de capa | | Contenido mínimo de Cal Hidratada |
| | | Rodamiento | | > 1 % |
| | | Base | | > 0,5 % |
| Proporciones máximas en volumen de Filler en mezclas (IRAM 1542) | | Para ligante asfáltico tipo convencional: Cv/Cs ≤ 1,0 Para ligante asfáltico tipo modificado: Cv/ Cs ≤ 1,1 | | |

Tabla 14. Requisitos para el proceso de diseño

- ⁽¹⁾ Para ligantes asfálticos convencionales, los rangos de temperatura de mezclado y compactación de la mezcla asfáltica en laboratorio deben ser los que permitan verificar los siguientes rangos de viscosidad rotacional (determinada a partir de la metodología descrita en la Norma IRAM 6837):

- ❖ Mezclado: 1,7 dPa*seg ± 0,2 dPa*seg
- ❖ Compactación: 2,8 dPa*seg ± 0,3 dPa*seg

Para ligantes asfálticos modificados, la temperatura de compactación para la elaboración de las probetas

Marshall debe estar comprendida dentro del rango 160°C – 165 °C; o bien la recomendada por el proveedor del ligante asfáltico.

Para mezclas del tipo CAS, las temperaturas de mezclado y de compactación son especificadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

- (2) Se adopta como criterio de diseño para establecer el porcentaje óptimo de asfalto, aquel para el cual el contenido de vacíos es del 4 %.
- ❖ Dicho valor se obtiene de la curva de sensibilidad “contenido de vacíos vs contenido de ligante asfáltico” correspondiente al esqueleto granular adoptado.
 - ❖ Se debe de verificar simultáneamente en la curva de sensibilidad “VAM vs contenido de ligante asfáltico” correspondiente al esqueleto granular adoptado, que dicho contenido de asfalto correspondiente al 4 % de vacíos se encuentre sobre la rama descendente (rama seca) de la gráfica “VAM vs contenido de ligante asfáltico”.
- (3) Se debe utilizar como metodología de ensayo la descrita en el Procedimiento B en aire para dispositivo pequeño de la Norma EN 12697-22. La duración de este es de 10000 ciclos. La temperatura de ensayo debe ser de 60 °C.
- ❖ Para el moldeo de la probeta de ensayo se deben utilizar los procedimientos establecidos en las Normas EN 12697-32 o EN 12697-33 considerando las temperaturas indicadas en el comentario uno (1). Se debe informar el porcentaje de vacíos alcanzado en las probetas, el cual debe estar comprendido dentro del rango más o menos uno por ciento (± 1 %) respecto del porcentaje de vacíos correspondiente a la Fórmula de Obra adoptada. El espesor de la probeta asfáltica debe ser de cincuenta milímetros (50 mm).

Los requisitos para la resistencia al ahuellamiento se establecen en la Tabla 15.

| Pendiente Media de Deformación (WTS AIRE) [mm/1000 ciclos de carga] en el intervalo de 5000 a 10000 ciclos y Profundidad Media de la Huella (PRD) [%] | | |
|---|---|---|
| Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | P1 | P2 |
| Rodamiento | WTS aire $\leq 0,1$ PRD ≤ 8 % | WTS aire $\leq 0,15$ PRD ≤ 12 % |
| Base | WTS aire $\leq 0,15$ PRD ≤ 12 % | WTS aire $\leq 0,15$ PRD ≤ 12 % |

Tabla 15. Evaluación de la resistencia al ahuellamiento “wheel tracking test” (norma EN 12697-22 – procedimiento b)

6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra

La elaboración y colocación regular de la mezcla asfáltica no se debe iniciar hasta que el Director de Obra haya aprobado la correspondiente Fórmula de Obra presentada por el Contratista. Para la aprobación de la Fórmula de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente.

La fórmula 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 la mezcla asfáltica, o se excedan sus tolerancias de calidad, la Fórmula 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 “Fórmula de Obra única e inamovible”.

Para todo tipo de mezcla asfáltica, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de Obra, puede exigir un estudio de sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría y contenido de ligante, dentro de las tolerancias establecidas en el presente documento.

Los informes de presentación de la Fórmula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la Tabla 16.

| Parámetro | Información que debe ser consignada |
|--------------------------------|---|
| Agregados y rellenos minerales | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, granulometrías y proporción en peso de cada fracción del agregado y rellenos minerales (filler). ❖ Granulometría de los agregados combinados, incluido el o los rellenos minerales (filler). ❖ 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. ❖ Ensayos realizados sobre la cal hidratada, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 9. |

| Parámetro | Información que debe ser consignada |
|---|---|
| Ligante asfáltico, aditivos y/o fibras | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, hoja técnica del producto, hoja de seguridad y proporción en la Fórmula de Obra aprobada y vigente, respecto de la masa total de la mezcla asfáltica (incluido el o los rellenos minerales) del ligante asfáltico. ❖ Cuando se empleen aditivos y/o fibras, debe indicarse su denominación, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa del ligante asfáltico. |
| Calentamiento y mezclado | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La temperatura máxima y mínima de la mezcla asfáltica a la salida de la planta. Para ello, se puede considerar los valores recomendados por el proveedor del ligante asfáltico empleado. |
| Temperatura de compactación | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe indicarse la temperatura mínima de la mezcla asfáltica al iniciar la compactación y la mínima al terminarla. |
| Ajustes en el Tramo de Prueba | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La fórmula informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el Tramo de Prueba. |
| Parámetros volumétricos ⁽¹⁾ | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre las mezclas asfálticas, como mínimo los contempladas en el Tabla 14. ❖ Análisis de sensibilidad al contenido de ligante asfáltico de los ensayos arriba mencionados. |
| Parámetros mecánicos ⁽¹⁾ | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre las mezclas asfálticas, como mínimo los contempladas en el Tabla 14. ❖ Análisis de sensibilidad al contenido de ligante asfáltico de los ensayos arriba mencionados. |
| Informe de presentación de la Fórmula de Obra | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Presentar Anexo I. Planilla DNV. |

Tabla 16. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra

⁽¹⁾ El análisis de sensibilidad se debe realizar, como mínimo, para los siguientes contenidos de ligante asfáltico: +0,3%; +0,6%; -0,3%; -0,6%. Porcentajes respecto al contenido de ligante asfáltico adoptado para la mezcla, informado en la Fórmula de Obra.

7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.1.- Consideraciones generales

Cuando sea necesario aplicar un producto antiadherente o de limpieza sobre los equipos de elaboración, transporte, extendido o compactación, éste debe ser, en general, una solución jabonosa, un agente tensoactivo u otros productos de verificada experiencia, que garanticen que no son perjudiciales para la mezcla bituminosa ni para el medioambiente, debiendo ser aprobados por el Director de Obra. No se

permite, a excepción de autorización del Director de Obra, el empleo de productos derivados de la destilación del petróleo.

No se puede utilizar en la ejecución regular de una mezcla bituminosa 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 del ligante asfáltico

Los ligantes asfálticos se deben almacenar en tanques que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 17.

| Características | Requisitos |
|---------------------------|---|
| Tanques de almacenamiento | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Los tanques de almacenamiento de los ligantes asfálticos deben ser, preferiblemente, cilíndricos y verticales y estar térmicamente aislados entre sí y el medio ambiente. ❖ El tanque de almacenamiento debe tener un sistema de calentamiento que permita mantener la temperatura de almacenamiento del ligante asfáltico dentro del entorno indicado por el proveedor del ligante. ❖ Los tanques de almacenamiento deben disponer de un sistema de recirculación. Para el caso de los asfaltos modificados, es deseable contar con un sistema de agitación. ❖ Todas las tuberías directas y bombas, utilizadas para el traspaso del ligante asfáltico desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento, y de éste al mezclador de la planta o mezclado, deben estar dotados de un sistema que permita la perfecta limpieza y barrido de los conductos después de cada jornada de trabajo. |

Tabla 17. Requisitos que deben cumplir los tanques de almacenamiento de los ligantes asfálticos

7.2.2.- Planta asfáltica

Los Concretos Asfálticos Densos de granulometría continua se deben fabricar en plantas que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 18.

| Características | Requisitos |
|---------------------------|--|
| Capacidad de producción | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Se indica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, en función del plan de trabajo. |
| Alimentación de agregados | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar con una cantidad de silos de dosificación en frío al menos igual al número de fracciones de los agregados que componen |

| | |
|---|---|
| | <p>la Fórmula de Obra aprobada y vigente, y nunca inferior a tres (3).</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar con dispositivos que eviten la contaminación de las distintas fracciones entre tolvas al momento de efectuar la alimentación de estas. ❖ La planta debe contar con zaranda de rechazo de agregados que excedan el tamaño máximo establecido para el concreto asfáltico en proceso de elaboración. ❖ Las plantas del tipo continuas deben tener un sistema de control que compense en la dosificación la humedad de los agregados. |
| Alimentación del Filler de aporte | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe contar con un sistema de adición controlado. |
| Alimentación de cal | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe contar con un sistema de adición controlado. |
| Calentamiento y mezclado | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe posibilitar la obtención de una mezcla homogénea, con las proporciones ajustadas a la respectiva Fórmula de Obra aprobada y vigente, y a la temperatura adecuada para el transporte y colocación. ❖ La planta debe evitar sobrecalentamientos puntuales que afecten a los materiales. ❖ El proceso de secado y calentamiento de agregados no debe contaminar con residuos de hidrocarburos no quemados a la mezcla. ❖ En plantas del tipo discontinuas “por pastones (batch)”, se debe contar con no menos de cuatro (4) tolvas de almacenamiento de agregados en caliente. |
| Incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Si se prevé la incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets a la mezcla, la planta debe contar un sistema de adición controlado para cada uno de los componentes empleados. |
| Reincorporación de polvos | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar con un sistema para recuperar (evitar la emisión de polvo mineral a la atmósfera) y reincorporar a la mezcla asfáltica, de manera controlada, el polvo recolectado durante el proceso de elaboración de la mezcla. |
| Pesaje de producción | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Las plantas de tipo continuo contarán con una balanza (electrónica o mecánica) para el pesaje completo de los camiones cargados equipada con un sistema automático de registro de las pesadas, con su respectivo sistema de calibración. Las plantas de tipo discontinuo o por pastones deberán contar con pesas de calibración de las respectivas balanzas. |

| | |
|---|--|
| Aspectos ambientales | ❖ La planta debe contar con elementos que permitan cumplimentar con la normativa vigente. |
| Almacenamiento de mezcla elaborada | ❖ La planta debe contar preferiblemente con un silo de almacenamiento de mezcla elaborada de no menos de quince toneladas (15 t) de capacidad. |
| Pantas asfálticas con hornos tipo “secador – mezclador” | ❖ No se encuentran permitas estos tipos de usinas asfálticas |

Tabla 18. Requisitos que deben cumplir las plantas asfálticas

7.2.3.- Equipos para distribución de riego de adherencia y riego de imprimación

Los equipos de distribución de riego de adherencia e imprimación deben cumplimentar lo establecido en PLIEGO GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES Y CARRETERAS para Sección 4D “Riegos de Adherencia” y Sección 4A “Riegos de Imprimación”.

7.2.4.- Equipos para el transporte de mezcla asfáltica

Los equipos de transporte de mezclas asfálticas deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 19.

| Características | Requisitos |
|-------------------------|--|
| Capacidad de transporte | ❖ El número y capacidad de los camiones debe ser acorde al volumen de producción de la planta asfáltica y a la distancia de transporte, de modo de no frenar el proceso de elaboración y colocación. |
| Caja de transporte | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Se debe aplicar algún agente que evite la adherencia de la mezcla asfáltica a la caja de transporte. Dicho producto debe respetar lo establecido en el Punto 6.1. “Consideraciones generales”. ❖ La forma y altura de los camiones debe ser tal que, durante la descarga en la terminadora, el camión sólo toque a esta a través de los rodillos de empuje provistos a tal efecto. ❖ Para el caso de transporte de mezcla asfáltica para la ejecución de tareas de bacheo, la caja de transporte debe contar con aislamiento térmico en todos sus laterales. |
| Cubierta de protección | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La caja de los equipos de transporte debe cubrirse con algún elemento (lona o protector adecuado) que impida la circulación de aire sobre la mezcla asfáltica. ❖ Dicha cubierta debe alcanzar un solape con la caja, tanto lateral como frontalmente, de no menos de cincuenta centímetros (50 cm). La |

| | |
|--|--|
| | <p>compuerta trasera debe aislarse térmicamente de manera fija.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ La cobertura se debe mantener ajustada debidamente durante todo el transporte. ❖ Esto se debe cumplir siempre, independientemente de la temperatura ambiente y/o cualquier otro factor, tanto climático como no climático. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a diez grados Celsius (10 °C) se deben agregar cobertores laterales, los mismos pueden ser del mismo material que el cobertor superior. ❖ No se admiten cobertores que permitan la circulación de aire sobre la mezcla (ejemplo: lona tipo “media sombra”). |
|--|--|

Tabla 19. Requisitos que deben cumplir los equipos de transporte de mezcla asfáltica

7.2.5.- Equipos de transferencia. MTV (Material Transfer Vehicle)

Los equipos de transferencia MTV (Material Transfer Vehicle), deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 20. El Director de obra podrá a su criterio evaluar la posibilidad de uso de un potencial equipo de transferencia propuesto por la contratista que no se ajuste por completo a los lineamientos establecidos en la presente Tabla.

| Característica | Requisitos |
|--------------------------------|--|
| Generalidades | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia empleado deberá ser una máquina autopropulsado capaz de recibir la mezcla asfáltica desde los equipos de transporte, almacenarlo y transferirlo a la terminadora sin contacto con esta. ❖ En caso de falla del MTV durante la pavimentación, el contratista deberá suspenderla. Sin embargo, la mezcla en tránsito al momento de la avería podrá colocarse sin el uso del MTV. |
| Capacidad | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia debe tener una capacidad mínima de almacenamiento de 15 toneladas. |
| Accesorio tolva de terminadora | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La terminadora debe estar equipada con un contenedor en su tolva para recibir la mezcla asfáltica directamente a la cinta transportadora de alimentación del equipo de transferencia. ❖ La capacidad mínima de la tolva con el accesorio debe ser de 8 T |
| Sistema de remezclado | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia debe de contar con un sistema de remezclado en la zona de almacenamiento. |

| Característica | Requisitos |
|-----------------------------------|---|
| Capacidad de transporte de cintas | ❖ Las cintas de transporte deben de contar con una capacidad mínima de transporte de 500 T/h |
| Velocidad de trabajo | ❖ El equipo de transferencia debe de contar con la posibilidad de verificar una velocidad de trabajo de hasta 10 m/min. |

Tabla 20. Requisitos que debe cumplir el equipo de transferencia (MTV).

7.2.6.- Equipos de distribución

Los equipos de distribución de la mezcla asfáltica (terminadoras asfálticas), deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 21.

| Característica | Requisitos |
|---|--|
| Sensores de uniformidad de distribución | ❖ Debe contar con equipamiento que permite tomar referencias altimétricas y de línea, destinadas a proveer regularidad en la superficie de la mezcla distribuida. |
| Alimentación de la mezcla | ❖ Debe poder abastecer de mezcla asfáltica a la caja de distribución de forma constante y pareja. |
| Caja de distribución | ❖ La porción de la caja de distribución que excede el chasis de la terminadora debe contar con un cierre frontal (contraescudo), el cual se debe de utilizar cuando la extensión empleada resulte igual o superior 0.40 m. |
| Tornillos helicoidales | ❖ Los tornillos helicoidales deben tener una extensión tal que sus extremos se encuentren entre diez y treinta y cinco centímetros (10-35 cm) de los bordes de la caja de distribución. (1) |
| Distribución transversal de la mezcla | ❖ Debe contar con sensores y/o algún sistema que permita mantener una altura uniforme de la mezcla asfáltica en todo el ancho de la caja de distribución, coincidente con la posición del eje de los tornillos helicoidales. |
| Plancha | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La posición altimétrica de la plancha debe poder ser regulada en forma automática mediante sensores referidos a la capa base u otra referencia que permita distribuir la mezcla asfáltica con regularidad a lo largo del perfil longitudinal. ❖ El calentamiento de la plancha debe ser homogéneo, sin sobrecalentamientos localizados en la misma. ❖ La plancha principal y las extensiones telescópicas deben contar con |

| | |
|--|---|
| | un sistema de precompactación constituido por alguno de estos sistemas (o combinación de estos): barras apisonadoras frontales (tamper), barras de presión en la parte posterior de la plancha o vibración. |
|--|---|

Tabla 21. Requisitos que debe cumplir el equipo de distribución y colocación de mezclas asfálticas

- ⁽¹⁾ Se podrá exceptuar esta condición en el caso de ensanches para ramas de acceso/egreso de reducida longitud, para terminadoras con plancha telescópica.

7.2.7.- Equipos de compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 22.

| Característica | Requisitos |
|--------------------------|---|
| Número y tipo de equipo | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El número y las características de los equipos de compactación deben ser acordes a la superficie, tipo de mezcla asfáltica, espesor de la capa que se debe compactar y al nivel de producción (ritmo de trabajo). |
| Compactadores neumáticos | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Los rodillos neumáticos deben contar con protecciones de lona u otro material de modo de generar recintos que limiten el enfriamiento de los neumáticos. Tales elementos deben extenderse en la parte frontal y lateral de cada conjunto de neumáticos y alcanzar la menor distancia posible respecto de la superficie de la mezcla que se compacta. Asimismo, 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 en la mezcla asfáltica. ❖ El peso mínimo del equipo debe ser de ocho toneladas (8 t). |
| Compactadores metálicos | <ul style="list-style-type: none"> ❖ 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 pueden ser estáticos, vibratorios u oscilatorios. ❖ Los compactadores vibratorios y los oscilatorios deben tener dispositivos automáticos para eliminar la vibración/oscilación al invertir el sentido de su marcha. ❖ Los compactadores deben poder invertir la marcha mediante una acción |

| | |
|--|--|
| | <p>suave.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Los compactadores deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimientos en la mezcla asfáltica. ❖ El peso mínimo del equipo debe ser de ocho toneladas (8 t). |
|--|--|

Tabla 22. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de mezclas asfálticas

7.3.- Ejecución de las obras

7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo

Previo colocación de la mezcla asfáltica, la superficie de apoyo se debe encontrar aprobada por el Director de Obra, de acuerdo con el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de la misma.

La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros, de modo tal que el espesor de colocación de la mezcla se pueda encuadrar dentro de las tolerancias establecidas para este parámetro. Previo a la colocación de la capa asfáltica se debe aplicar el correspondiente riego de imprimación y/o riego de adherencia.

La superficie de apoyo debe estar libre de manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.

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 elaboración de la mezcla asfáltica

7.3.2.1.- Alimentación de los agregados

Durante la producción, cada tolva en uso debe mantener un nivel de material entre el cincuenta por ciento (50%) y el cien por ciento (100%) de su capacidad.

7.3.2.2.- Temperatura de almacenamiento del ligante asfáltico

La temperatura del ligante asfáltico en el tanque de almacenamiento debe estar comprendida dentro del rango de temperaturas establecidas por el fabricante.

7.3.2.3.- Temperaturas del proceso

Para el Normal proceso de elaboración de la mezcla asfáltica, se deben respetar las temperaturas establecidas en el Fórmula de Obra aprobada y vigente.

Luego de dosificado el ligante asfáltico, la temperatura máxima de la mezcla asfáltica no debe exceder los ciento noventa grados Celsius (190°C) para el caso de ligantes asfálticos modificados; o los ciento setenta grados Celsius (170°C), para el caso de ligantes asfálticos convencionales.

Para el caso de mezclas asfálticas semicalientes, las temperaturas arriba detalladas se especifican en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

7.3.2.4.- Carga en los equipos de transporte

La carga de la mezcla asfáltica en los equipos de transporte debe realizarse en masa, evitando la descarga de pequeñas cantidades para completar la carga. Se deben formar varias pilas contiguas en la caja de transporte, de manera de minimizar la segregación de la mezcla asfáltica.

7.3.3.- Transporte de la mezcla asfáltica

La mezcla asfáltica se debe transportar en equipos de transporte desde la planta de producción hasta la terminadora o equipo de transferencia.

El transporte se debe realizar en el menor tiempo posible, minimizando pérdida de temperatura de la mezcla asfáltica.

En el momento de la descarga en la terminadora o en el equipo de transferencia, su temperatura no debe ser inferior a la especificada en la Fórmula de Obra. Asimismo, durante todo el proceso de descarga, no se debe quitar la cobertura del equipo de transporte.

7.3.4.- Colocación

La altura de los tornillos helicoidales durante la colocación de la mezcla asfáltica debe ser tal que su parte inferior se sitúe a no más de cinco centímetros del plano de la placa o plancha de la terminadora. Debe procurarse que el tornillo sin fin gire en forma lenta y continua.

La colocación de la mezcla 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 de la terminadora, el desfase con la junta longitudinal de la/las capas inferior y superior y la no coincidencia de la junta longitudinal con alguna huella del tránsito.

Después de haber colocado y compactado una franja, se debe ejecutar la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre a una temperatura por encima de la mínima establecida para la compactación; en caso contrario, se debe realizar una junta de acuerdo con lo establecido en el presente documento.

La terminadora se debe regular de forma que la superficie de la capa colocada resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante, espesor y sección transversal indicados en los Planos del Proyecto, con las tolerancias establecidas en el presente documento para los mismos. La colocación se debe realizar con la mayor continuidad posible,

ajustando la velocidad de la terminadora a la producción de la planta asfáltica, de modo que sea constante y que no se detenga.

En caso de parada, se debe comprobar que la temperatura de la mezcla que quede sin colocar en la tolva de la terminadora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la Fórmula de Obra aprobada y vigente para el inicio de la compactación; de lo contrario, se debe descartar y ejecutar una junta transversal.

7.3.5.- Compactación

La compactación de las mezclas ejecutadas con ligantes asfálticos convencionales se debe hacer con compactadores metálicos y/o neumáticos.

La compactación de las mezclas ejecutadas con ligantes asfálticos modificados se debe hacer con compactadores metálicos. Se admite el uso de compactadores neumáticos, previa aprobación del Director de Obra, en el que caso que el Contratista demuestre que el ligante asfáltico no se adhiere a los neumáticos de este y que su uso no genera ningún efecto negativo sobre la mezcla asfáltica, durante el proceso constructivo.

El empleo de los equipos de compactación debe mantener la secuencia de operaciones que se determinó previamente en el respectivo Tramo de Prueba.

La compactación se debe realizar de manera longitudinal, continua y sistemáticamente, acompañando el avance de la terminadora; de acuerdo con el plan de compactación aprobado en el Tramo de Prueba (cantidad y tipo de equipos, número de pasadas, velocidad, etc.).

La inversión de marcha de los equipos de compactación cerca a la terminadora se debe de realizar de tal modo que la dirección del equipo forme con el eje del camino un ángulo de aproximadamente 45°, con el objetivo de facilitar el posterior borrado de la marca que genera la detención del equipo.

Siempre se debe de discontinuar el vibrado u oscilado al momento de invertir el sentido de la marcha.

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos tipos de compactadores deben ser las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la mezcla asfáltica en todo su espesor, sin producir roturas del agregado, ni arrollamientos de la mezcla asfáltica. El peso estático de los equipos o la operación vibratoria u oscilatoria no debe producir la degradación granulométrica de los agregados pétreos. Se debe evitar la detención de los equipos sobre la mezcla caliente.

Los compactadores deben llevar su rueda motriz del lado más cercano a la terminadora; a excepción de los sectores de rampa en ascenso, donde puede invertirse. Los cambios de dirección se deben realizar sobre mezcla ya compactada y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad.

La temperatura de la mezcla al inicio de la compactación debe estar comprendida dentro del rango de temperatura indicado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

Para mezclas asfálticas tipo CAC, se debe suspender la acción de vibrado y/o oscilación de los rodillos metálicos cuando la temperatura de la mezcla sea inferior a cien grados Celsius (100°C).

Para mezclas asfálticas tipo CAS, la temperatura para la cual se debe suspender la acción de vibrado y/o oscilación de los rodillos metálicos se establece en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o, en su defecto, la establece el Director de Obra.

7.3.6.- Juntas transversales y juntas longitudinales

Se debe emplear un plan de trabajo que minimice la necesidad de ejecutar juntas de trabajo, tanto transversales como longitudinales.

Cuando resulte necesario ejecutar juntas de trabajo, la formación de estas debe ajustarse a lo siguiente:

7.3.6.1.- Separación de juntas de capas superpuestas

Las juntas transversales de capas superpuestas deben guardar una separación mínima de dos metros (2 m).

Las juntas longitudinales de capas superpuestas deben guardar una separación mínima de quince centímetros (15 cm).

7.3.6.2.- Distancia entre juntas de capas contiguas

Las juntas transversales en capas contiguas se deben distanciar entre sí en más de diez metros (10 m).

7.3.6.3.- Corte de juntas transversales

Se debe producir un corte de la junta transversal aproximadamente vertical en todo el espesor de la capa de manera de eliminar el material que no ha sido densificado. Dicho corte se debe realizar con sierra, con fresadora, o con algún método propuesto por el Contratista, previamente aprobado por el Director de Obra.

7.3.6.4.- Corte de juntas longitudinales

Cuando no se trabaje con el sistema “juntas en caliente” el Contratista debe plantear una metodología de trabajo para el tratamiento de las juntas longitudinales que produzca un corte aproximadamente vertical en todo el espesor de la capa, de manera de eliminar el material que no ha sido densificado.

Dicho corte se puede realizar con sierra, con accesorios en los equipos de compactación, con fresadora, o con algún método propuesto por el Contratista, previamente aprobado por el Director de Obra.

7.3.6.5.- Compactación de juntas transversales

Las juntas transversales se deben compactar transversalmente con rodillo liso metálico disponiendo los apoyos adecuados fuera de la capa para el desplazamiento del rodillo. Se debe de considerar el esponjamiento de la mezcla asfáltica al inicio de la colocación de la capa asfáltica de manera de minimizar las irregularidades de nivel que perjudicarán la rugosidad de la superficie asfáltica final.

Se debe iniciar la compactación apoyando aproximadamente el noventa por ciento (90%) del ancho del rodillo en la capa ya compactada.

Debe trasladarse paulatinamente el rodillo de modo tal que, en no menos de cuatro pasadas, el mismo termine apoyado completamente en la capa caliente. Cumplimentado este punto, se debe iniciar la compactación en sentido longitudinal.

7.3.6.6.- Compactación de juntas longitudinales y bordes libres

Si la extensión de la mezcla asfáltica se realiza por franjas, en los casos en que la franja a compactar resulte la primera (es decir, sin otras franjas contiguas ya compactadas) o bien sea un borde libre de la calzada, la compactación se debe realizar desde los bordes hacia el centro, apoyando un noventa por ciento (90 %) del ancho del rodillo en la franja y dejando el diez por ciento (10 %) restante del rodillo sin apoyar (“en voladizo”). Esta tarea se debe realizar con el rodillo metálico, sin vibración ni oscilación.

Para los casos en los cuales la franja en ejecución se coloque contigua a otra franja ya compactada, se debe comenzar la compactación de esta apoyando un noventa por ciento (90 %) del ancho del rodillo sobre la franja ya compactada y el por ciento (10 %) restante sobre la franja a compactar. Esta tarea se debe realizar con el rodillo metálico, sin vibración ni oscilación.

Para evitar el efecto “puente” se puede emplear la metodología en la cual la primera pasada del rodillo (sin vibrar) se efectúa sobre la capa caliente en su totalidad, a unos 10 cm de la junta longitudinal.

La metodología de compactación de las juntas longitudinales se debe de adoptar considerando los resultados obtenidos durante la ejecución del tramo de prueba.

7.3.7.- 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 mezclas asfálticas, se debe ejecutar el Tramo de Prueba. El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en la Fórmula de Obra, el proceso de elaboración, transporte, distribución y compactación 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 Fórmula 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. Dicha anticipación no debe ser menor a treinta (30) días.

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 noventa toneladas (90 t) de mezcla asfáltica.

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, sobre muestras de mezcla asfáltica sin colocar y/o sobre testigos extraídos.

Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Director de Obra debe decidir:

- ❖ Si es aceptable o no la Fórmula de Obra. En el primer caso, se puede iniciar la elaboración de la mezcla bituminosa. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la misma, correcciones en el proceso de elaboración, 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 de elaboración, transporte, colocación, compactación y control de dichos procesos.

No se debe proceder a la producción, colocación y compactación de la mezcla asfáltica sin que el Director de Obra haya autorizado el inicio de estas.

Los Tramos de Prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra de las mezclas asfálticas, 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 correspondiente, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO

9.1.- Mezclas asfálticas tipo CAC

No se permite la producción y puesta en obra de las mezclas asfálticas tipo CAC 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 °C) para espesores de capas iguales menores a cinco centímetros (5 cm).
- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a cinco grados Celsius (5 °C) para espesores de capa superiores a cinco centímetros (5 cm).
- ❖ Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Finalizado el proceso de compactación de la capa asfáltica, previa autorización del Director de Obra, se puede habilitar la circulación del tránsito sobre la misma cuando se verifique lo siguiente:

- ❖ En capas de espesores inferiores o iguales a cinco centímetros (5 cm), cuando la temperatura de la mezcla asfáltica resulte inferior a sesenta grados Celsius (60°C) en todo su espesor; evitando en estos casos los cambios de dirección y paradas del tránsito hasta que la temperatura de la mezcla asfáltica alcance la temperatura ambiente.
- ❖ Para capas de espesores mayores a cinco centímetros (5 cm), cuando la temperatura de la mezcla asfáltica alcance la temperatura ambiente en todo su espesor.

9.2.- Mezclas asfálticas tipo CAS

Las condiciones que limitan la puesta en obra de las mezclas asfálticas tipo CAS son especificadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o bien por el Director de Obra.

Una vez colocada y compactada la capa de mezcla asfáltica tipo CAS, las condiciones bajo las cuales se puede habilitar al tránsito son especificadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o bien por el Director de Obra. Las mismas dependen de la tecnología utilizada para lograr la reducción de las temperaturas de trabajo.

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 elaboración de la mezcla asfáltica 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.
- ❖ Cinco mil toneladas (5.000 t) de mezcla asfáltica colocada.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Control de Calidad: ensayos sobre materiales, proceso de elaboración de la mezcla asfáltica 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” para la cantidad de muestras, cantidad

de testigos, condiciones de ensayo, determinación de los parámetros en estudio y demás consideraciones.

El Director de Obra puede disponer el envío de una o más muestras de cualquier material involucrado en la obra (agregados, ligantes asfálticos, RAP, mezcla asfáltica, testigos, 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 (para extracción de testigos, macrotextura, determinación de puntos de ensayo, etc.).

En todos los casos, la metodología de muestreo debe ser la establecida por las normas de referencia o la aprobada 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 elaboración y colocación de mezclas asfálticas se organiza por lotes de producción (mezcla asfáltica) y lotes de obra (unidad terminada). A continuación, se definen y especifican los mencionados conceptos y alcance 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:

- ❖ Una cantidad de trescientas toneladas (300 t) de mezcla asfáltica.
- ❖ Las toneladas de mezcla asfáltica elaboradas 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).

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 o lote de mezcla colocada en el camino a la fracción menor que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- ❖ Una longitud de quinientos metros (500 m) lineales de construcción.
- ❖ Lo ejecutado con un lote de producción.

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 la mezcla, a cada lote de producción (en planta asfáltica) se lo debe vincular con el o los lotes de obra correspondientes (colocación en obra) 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 es la que se indica en la Tabla 23.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|-------------|-----------------------|
| Caras de fractura | IRAM 1851 | Cada 300 T recibidas |
| 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 2500 T recibidas |
| Micro Deval ⁽¹⁾ | ASTM D6928 | Cada 2500 T recibidas |

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|------------------------|--------------------------|
| Polvo adherido | IRAM 1883 | Cada 2500 T recibidas |
| Análisis del estado físico de la roca | IRAM 1702 IRAM 1703 | Cada 5000 T recibidas |
| Coefficiente pulimento acelerado | ASTM D3319 | En el momento del diseño |
| Granulometría | IRAM 1501 IRAM 1505 | Cada 100 T recibidas |
| Durabilidad por ataque con sulfato de sodio | IRAM 1525 | Cada 1200 T recibidas |
| Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua | IRAM 1533 | Cada 600 T recibidas |
| Degradación en presencia de dimetil – sulfoxide ⁽²⁾ | UY A 26 | Cada 2500 T recibidas |

Tabla 23. Plan de ensayos sobre el agregado grueso

⁽¹⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”, la frecuencia de ensayo es cada 1500 T.

⁽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 24.

| 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 |
| Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm | IRAM 10501 | Cada 2500 T recibidas |
| Granulometría | IRAM 1501 IRAM 1505 | Cada 100 T recibidas |
| Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua | IRAM 1520 | Cada 600 T recibidas |

Tabla 24. Plan de ensayos sobre el agregado fino.

⁽¹⁾ Cuando corresponda

10.3.1.3.- Relleno mineral (Filler)

La frecuencia mínima de ensayos para relleno mineral es la que se indica en la Tabla 25.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---------------|-----------|----------------------|
| Granulometría | IRAM 1505 | Cada 100 T recibidas |

Tabla 25. Plan de ensayos sobre el relleno mineral

10.3.2.- Ligantes asfálticos**10.3.2.1.- Ligante asfáltico convencional**

La frecuencia mínima de ensayos para el ligante asfáltico convencional (ASTM D3381 tabla 4) es la que se indica en la Tabla 26.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|----------------------------|----------------------------|
| Viscosidad rotacional a 60°C ⁽¹⁾ | ASTM D 2171 ⁽³⁾ | Cada 5 partidas recibida |
| Resto de los parámetros contemplados en la Norma ASTM D3381 tabla 4. ^{(1) (2)} | --- | Cada 10 partidas recibidas |

Tabla 26. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico convencional

⁽¹⁾ Se debe realizar sobre una muestra representativa del tanque de almacenamiento.

⁽²⁾ El método de ensayo de cada parámetro se indica en la Norma.

⁽³⁾ Para recepción se puede emplear el método ASTM D4402.

10.3.2.2.- Ligante asfáltico modificado

La frecuencia mínima de ensayos para el ligante asfáltico modificado (IRAM 6596) es la que se indica en la Tabla 27.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|------------|----------------------------|
| Viscosidad rotacional a 170°C ⁽¹⁾ | ASTM D4402 | Cada 5 partidas recibidas |
| Recuperación elástica torsional ⁽¹⁾ | IRAM 6830 | Cada 5 partidas recibidas |
| Resto de los parámetros contemplados en la Norma IRAM 6596 ^{(1) (2)} | IRAM 6596 | Cada 10 partidas recibidas |

Tabla 27. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico modificado.

⁽¹⁾ Se debe realizar sobre una muestra representativa del tanque de almacenamiento.

⁽²⁾ El método de ensayo de cada parámetro se indica en la Norma.

10.3.2.3.- Otro tipo de ligante asfáltico

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

10.3.2.4.- Emulsiones asfálticas

Las frecuencias y ensayos para las emulsiones asfálticas deben cumplimentar lo establecido en el PLIEGO GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES Y CARRETERAS para Sección 4D “Riegos de Adherencia”, Sección 4A “Riegos de Imprimación” y Sección 4C “Riegos de Curado”.

10.3.3.- Aditivos, fibras u otros materiales en pellets

El Plan de Ensayos que realizar sobre los aditivos, fibras u otros materiales en pellets, así como también la frecuencia de estos, debe ser propuestos por el Contratista, y aprobado por el Director de Obra.

10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la producción de mezcla asfáltica; la misma se resume en la Tabla 28.

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 mezcla asfáltica, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---|-------------|-----------------------------|
| Estabilidad Marshall | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Porcentaje de vacíos | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Vacíos del agregado mineral (VAM) | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Relación Estabilidad-Fluencia ⁽¹⁾ | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Porcentaje Relación Betún-Vacíos (RBV) | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Porcentaje de resistencia conservada mediante el ensayo de Tracción Indirecta | IRAM 6846-2 | Cada 10 lotes de producción |
| Verificación de relación Cv/Cs | IRAM 1542 | Cada lote de producción |

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|-------------------------------------|--|
| Contenido de ligante asfáltico | ASTM D8159, ASTM D2172 y ASTM D6307 | Cada lote de producción |
| Granulometría | IRAM 1501 IRAM 1505 | Cada lote de producción |
| Contenido de agua | VN-E55 | Cada 10 lotes de producción ⁽²⁾ |
| Medición de la temperatura de la mezcla asfáltica a la salida de planta | --- | Cada equipo de transporte |
| Verificación del aspecto visual de la mezcla a la salida de planta ⁽³⁾ | --- | Cada equipo de transporte |
| Medición de la temperatura de la mezcla asfáltica durante la colocación (en el tornillo sin fin) | --- | Cada equipo de transporte |

Tabla 28. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de mezcla asfáltica

⁽¹⁾ Sólo aplica a mezclas elaboradas con asfalto del tipo convencional.

⁽²⁾ Para el caso en el cual los agregados presenten una absorción superior al 1 %, a consideración del Director de Obra, esta determinación se podrá realizar en cada lote de producción. Dicho valor de contenido de agua se debe restar del contenido de asfalto obtenido por el método empleado a efectos de verificar el cumplimiento del Punto 11.1.1.

⁽³⁾ Se debe verificar que no haya segregación, que no haya agregados mal cubiertos de ligante, etc.

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 29.

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 |
|----------------------------|-----------|-------------------|
| Porcentaje medio de vacíos | IRAM 6845 | Cada lote de obra |
| Espesor medio de testigos | --- | Cada lote de obra |
| Macrotextura superficial | IRAM 1850 | Cada lote de obra |
| Determinación del ancho | --- | Cada 100 m |

| | | |
|--|-----|--------------------------|
| Determinación del perfil transversal | --- | Cada 100 m |
| Regularidad superficial (IRI) ⁽¹⁾ | --- | Por tramo ⁽²⁾ |

Tabla 29. Plan de ensayos sobre la unidad terminada

⁽¹⁾ La longitud del tramo es la indicada en el Punto 11. "Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada", o bien la estipulada en la especificación técnica particular.

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.- Requisitos del proceso de producción (lote de producción)

11.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)

La determinación del contenido de ligante asfáltico se debe hacer sobre una muestra tomada de una unidad de transporte perteneciente al lote de producción en estudio.

La elección de la unidad de transporte se debe efectuar según lo descrito en el Punto 10.1 "Generalidades".

El contenido medio de ligante asfáltico del lote de producción en estudio es la media de dos ensayos de contenido de ligante asfáltico sobre la muestra tomada, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a dos y media décimas por ciento (0,25 %).

El contenido medio de ligante asfáltico correspondiente al lote de producción debe encuadrarse dentro de una tolerancia de más o menos tres décimas por ciento ($\pm 0,30$ %) respecto del valor correspondiente a la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

11.1.2.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)

La determinación de los vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta se debe hacer sobre tres (3) probetas Marshall elaboradas de acuerdo con la metodología establecida en la Norma IRAM 6845, empleando la energía y temperatura de compactación indicada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

El porcentaje de vacíos medios de la mezcla asfáltica de planta, correspondiente al lote de producción en estudio, debe encuadrarse dentro de una tolerancia de más o menos uno por ciento ($\pm 1.5\%$) respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

11.1.3.- Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)

La determinación de la estabilidad de la mezcla asfáltica de planta se debe hacer sobre tres (3) probetas Marshall elaboradas de acuerdo con la metodología establecida en la Norma IRAM 6845, empleando la energía y temperatura de compactación indicada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

La estabilidad media de la mezcla asfáltica de cada lote de producción debe verificar los límites establecidos en el Punto 6.3. “Criterios del proceso de diseño” de la presente especificación.

11.1.4.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)

Se debe realizar una granulometría para cada ensayo de contenido de ligante asfáltico realizado al lote de producción en estudio.

Se considera granulometría media de los agregados recuperados al promedio de las granulometrías obtenidas en los ensayos realizados sobre el lote de producción en cuestión.

La granulometría media de los agregados pétreos recuperados debe cumplir con las tolerancias admisibles, respecto a la granulometría de la Fórmula de Obra vigente, indicadas en la Tabla 30.

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados pétreos recuperados, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la mezcla asfáltica en el Punto 6.2 “Husos granulométricos”.

| | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| 19 mm (3/4") | 12,5mm (1/2") | 9,5mm (3/8") | 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) |
| +/- 5 % | +/- 4 % | | +/- 3 % | | +/- 2.5% | | | +/- 1.5% |

Tabla 30. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados

11.1.5.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)

La determinación de la temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta se debe realizar sobre cada unidad de transporte.

Se debe tomar la temperatura en no menos de tres puntos de la mezcla asfáltica en la unidad de transporte en estudio. Dichos puntos deben encontrarse a una profundidad no menor de cinco centímetros (5 cm) de la superficie del material, y deben estar distanciados entre ellos más de dos metros (2 m).

La temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta de la unidad de transporte en estudio es la media de las mediciones de la temperatura efectuadas, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a diez grados Celsius (10 °C).

La temperatura media de la mezcla asfáltica de cada unidad de transporte debe estar comprendida dentro del rango informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente para el proceso de mezclado.

11.1.6.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (equipo de transporte)

La determinación de la temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación se debe realizar para cada unidad de transporte.

Para cada unidad de transporte, una vez que la misma haya descargado entre el veinticinco por ciento (25 %) y el setenta y cinco por ciento (75 %) de la mezcla asfáltica en la tolva de la terminadora, se debe tomar la temperatura de la mezcla asfáltica en no menos de tres puntos en el tornillo sin fin, a no menos de cinco centímetros (5 cm) de profundidad de la superficie del material.

La temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación de la unidad de transporte en estudio es la media de las mediciones de la temperatura efectuadas, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a diez grados Celsius (10 °C).

La temperatura media de la mezcla asfáltica de cada unidad de transporte debe estar comprendida dentro del rango informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente para el proceso de compactación.

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

11.2.1.- Vacíos de aire en la mezcla colocada y compactada (lote de obra)

La determinación de los vacíos de aire en la mezcla asfáltica colocada y compactada se debe hacer sobre testigos extraídos del lote de obra en estudio.

Se deben sacar testigos cada cien metros (100 m) por franja colocada, variando aleatoriamente su ubicación según lo indicado en el Punto 9.1. “Generalidades”. El número de testigos a extraer por lote de obra nunca debe ser inferior a ocho (8).

La compactación de la mezcla asfáltica en la obra debe ser tal que los vacíos medios de los testigos correspondientes al lote de obra en estudio se encuentren comprendidos entre el tres por ciento (3 %) ⁽¹⁾ y el siete por ciento (7 %) ⁽²⁾, con un desvío estándar no superior a dos y medio por ciento (2,5 %).

Simultáneamente, en ningún caso los vacíos medidos en los testigos correspondientes a un lote de obra pueden tener una diferencia de más o menos dos por ciento ($\pm 2,0$ %) respecto del valor de los vacíos medios correspondientes al lote de producción empleado para la ejecución del lote de obra considerado.

Para el cálculo de los vacíos correspondientes a los testigos del lote de obra en estudio, se debe tomar la Densidad Máxima Teórica (Densidad Rice) correspondiente al lote de producción empleado para la construcción del lote de obra de donde se extrajo el testigo.

La determinación de la Densidad Máxima Teórica (Densidad Rice) se debe hacer sobre las muestras empleadas para la determinación del contenido de ligante asfáltico, según la Norma IRAM 6845.

El valor de la Densidad Máxima Teórica (Densidad Rice) del lote de producción en estudio es la media de dos (2) ensayos realizados. Se debe verificar que la diferencia entre el mayor y el menor valor utilizados para el cálculo de la Densidad Rice resulte menor a cinco centésimas de gramo por centímetro cúbico (0,05 g/cm³).

Para la determinación de la densidad de los testigos se debe emplear la metodología descrita en la normativa IRAM 6845-2. ⁽³⁾

- ⁽¹⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como dos por ciento (2 %).
- ⁽²⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como ocho por ciento (8 %).
- ⁽³⁾ Se podrá adoptar una metodología alternativa a la IRAM 6845-2 para la determinación de la densidad de la mezcla compactada del lote, tales como medidores de densidad no nucleares del tipo eléctrico o similares. Previo a ello el Director de Obra debe de aprobar el uso de este, la metodología a emplear y el factor de corrección o ajuste a utilizar, siempre tomando como referencia los valores obtenidos a través del método IRAM 6845-2.

11.2.2.- Espesor (lote de obra)

La determinación del espesor medio del lote de obra en estudio se debe hacer sobre los testigos utilizados para la determinación de los vacíos de aire de la mezcla colocada correspondientes al mencionado lote.

La determinación del espesor se debe realizar con calibre. Cualquier otro método de medición propuesto por el Contratista queda sujeto a la aprobación del Director de Obra.

El espesor medio del lote de obra debe ser igual o mayor al espesor teórico de proyecto.

Simultáneamente, se debe cumplimentar que el Coeficiente de variación (Cv) de los espesores de los testigos del lote de obra resulte inferior al veinte por ciento (20 %) ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Este requisito es aplicable en los siguientes casos:

- ❖ Capas de rodamiento en Obras Nuevas.
- ❖ Capas de rodamiento en Obras de Rehabilitación en las que el espesor de las capas de mezcla asfáltica colocadas, sin importar los diferentes tipos de mezcla asfáltica involucradas, es igual o superior a diez centímetros (≥ 10 cm) y dicho espesor no se coloca en capa única.
- ❖ Para casos diferentes de los anteriores, los requisitos se establecen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

11.2.3.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m)

11.2.3.1.- Ancho

La determinación del ancho de capa asfáltica se debe verificar en perfiles transversales cada cien metro (100 m).

El ancho de cada capa asfáltica considerada en ningún caso debe ser inferior al ancho teórico indicado en los Planos de Proyecto.

11.2.3.2.- Perfil transversal

La verificación del perfil transversal se debe efectuar en perfiles transversales cada cien metros (100 m).

La pendiente de cada perfil transversal no debe ser inferior a dos décimas por ciento (0,2 %) ni superior a cuatro décimas por ciento (0,4 %) de la pendiente transversal establecida en los planos del proyecto.

11.2.4.- Regularidad superficial (tramo)

11.2.4.1.- Capas de rodamiento

11.2.4.1.1.- Medición intermedia

Los considerandos establecidos en el presente punto corresponden a la medición de la rugosidad superficial al momento de alcanzar la capa asfáltica en ejecución un avance físico del 25 %.

Se debe controlar la regularidad superficial mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI), de acuerdo con el procedimiento vigente de la Dirección Nacional de Vialidad.

Para la determinación del IRI se deben considerar tramos de mil metros (1.000 m) de longitud, calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro (hm) del tramo en estudio. Cada uno de los tramos de mil metros (1.000 m) involucrados en la longitud de la obra debe cumplir lo especificado en la siguiente Tabla 31. Los requisitos establecidos en la Tabla 31 resultan aplicables en los siguientes casos:

- ❖ Capas de rodamiento en Obras Nuevas.

- ❖ Capas de rodamiento en Obras de Rehabilitación en las que el espesor de las capas de mezcla asfáltica colocadas, sin importar los diferentes tipos de mezcla asfáltica involucradas, es igual o superior a diez centímetros (≥ 10 cm) y dicho espesor no se aplica en una capa única.

Para casos diferentes de los anteriores, como obras de rehabilitación por ejemplo, los requisitos se establecen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

| Porcentaje de hectómetros [%] | Requisito |
|-------------------------------|----------------|
| 50 | IRI < 1,6 m/km |
| 80 | IRI < 1,8 m/km |
| 100 | IRI < 2,0 m/km |

Tabla 31. Requisitos de IRI

Los requisitos establecidos en la Tabla 31 corresponden al IRI promedio de las mediciones sobre ambas huellas (externa e interna). En los casos en los cuales solo se mida sobre una huella, los requisitos de la presente especificación técnica deben de ser cumplidos por la medición correspondiente a la huella externa.

Los gastos asociados a esta medición de carácter intermedio serán afrontados por la empresa contratista. Para esta medición se podrán emplear equipos clase I y clase III previamente homologados por el MTOP y se tomarán como requisitos los estipulados en la Tabla 31 en el caso de corresponder o en su defecto los obrantes en las especificaciones técnicas particulares.

11.2.4.1.1.- Medición final

Esta determinación se debe realizar en el período comprendido entre la finalización de la obra en estudio y antes de que la misma alcance seis (6) meses de servicio (habilitada al tránsito).

Se debe controlar la regularidad superficial mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI), de acuerdo con el procedimiento vigente de la Dirección Nacional de Vialidad y empleando un equipo clase I.

Para la determinación del IRI se deben considerar tramos de mil metros (1.000 m) de longitud, calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro (hm) del tramo en estudio. Cada uno de los tramos de mil metros (1000 m) involucrados en la longitud de la obra debe cumplir lo especificado en la Tabla 31. Los requisitos establecidos en la Tabla 31 resultan aplicables en los siguientes casos:

- ❖ Capas de rodamiento en Obras Nuevas.

- ❖ Capas de rodamiento en Obras de Rehabilitación en las que el espesor de las capas de mezcla asfáltica colocadas, sin importar los diferentes tipos de mezcla asfáltica involucradas, es igual o superior a diez centímetros (≥ 10 cm) y dicho espesor no se aplica en una capa única.

Para casos diferentes de los anteriores, como obras de rehabilitación por ejemplo, los requisitos se establecen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los requisitos establecidos en la Tabla 31 corresponden al IRI promedio de las mediciones sobre ambas huellas (externa e interna). En los casos en los cuales solo se mida sobre una huella, los requisitos de la presente especificación técnica deben de ser cumplidos por la medición correspondiente a la huella externa.

11.2.4.2.- Capas de base y capas de rodamiento

En las juntas de trabajo transversales de capas contiguas, se deben realizar dos (2) mediciones con la regla de tres metros (3m) de longitud en dos (2) posiciones diferentes:

- ❖ Primera posición: Se apoya la regla en dirección paralela al eje del camino, en posición simétrica sobre la junta transversal, a un metro de uno de los bordes de la faja colocada. Se mide la máxima distancia entre la superficie de la carpeta de rodamiento en estudio y el borde inferior de la regla.
- ❖ Segunda posición: Se apoya la regla en dirección paralela al eje del camino, en posición simétrica sobre la junta transversal, a un metro del otro borde de la faja colocada. Se mide la máxima distancia entre la superficie de la carpeta de rodamiento en estudio y el borde inferior de la regla.

Para todos los casos, los apartamientos entre el borde inferior de la regla y la superficie de la capa deben resultar iguales o menores a cinco milímetros (5 mm).

11.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra)

Las exigencias vinculadas a este punto aplican sólo a capas de rodamiento.

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 en puntos contiguos a los establecidos para la extracción de testigos.

El valor medio de estas determinaciones mencionadas anteriormente y su respectivo desvío estándar deben cumplimentar los requisitos establecidos en la Tabla 32.

| Característica | Norma | Requisito |
|---------------------------------|--------------------------|--|
| Macrotextura (Circulo de arena) | IRAM 1850 ⁽¹⁾ | Promedio del lote > 0,35 mm Desvío estándar < 0,15 mm |

Tabla 32. Requisito de macrotextura superficial inicial

⁽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.

12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo del proceso de producción de la mezcla asfáltica y de la unidad terminada 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) o una unidad de transporte, 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

12.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)

El contenido de ligante asfáltico del lote de producción en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.1. “Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)”.

Si el contenido medio de ligante asfáltico del lote de producción no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos tres décimas por ciento ($\pm 0,30$ %) respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos cinco décimas por ciento ($\pm 0,50$ %), se acepta el lote de producción con un descuento del diez por ciento (10 %) sobre la superficie del lote de obra ejecutado con el lote de producción en cuestión siempre que la mezcla asfáltica verifique el resto de las exigencias asociadas a parámetros volumétricos y mecánicos contemplados en la presente especificación técnica.

Si el contenido medio de asfalto 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.

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 asfáltica.

12.1.2.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)

El porcentaje de vacíos medios del lote de producción de la mezcla asfáltica en probetas Marshall debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.2. “Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)”.

Si el porcentaje medio de vacíos del lote de producción no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos uno y medio por ciento ($\pm 1.5 \%$) respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos dos y medio por ciento ($\pm 2.5 \%$), se acepta el lote de producción, pero corresponde una penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra ejecutado con el lote de producción en estudio.

Si el porcentaje medio de vacíos del lote de producción se encuentra por afuera del entorno de más o menos dos y medio por ciento ($\pm 2.5 \%$) respecto del porcentaje de vacíos informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente, corresponde el rechazo del lote de producción en consideración y por ende del lote de obra con este construido. 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 asfáltica.

12.1.3.- Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)

La aceptación del lote de producción en lo vinculado a la estabilidad de la mezcla asfáltica se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.3. “Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)”.

Si la estabilidad media de la mezcla asfáltica no verifica lo establecido en el Punto 11.1.3. “Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)” pero es mayor o igual al noventa por ciento (90 %) del mínimo establecido en la Fórmula de Obra aprobada, se acepta el lote de producción con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre el lote de obra ejecutado con el lote de producción en estudio.

Si la estabilidad media de la mezcla asfáltica 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.

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 asfáltica.

12.1.4.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)

La aceptación del lote de producción de la mezcla asfáltica en relación con la granulometría de los agregados recuperados se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.4. “Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)”.

Si la granulometría media de los agregados recuperados no cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el Punto 11.1.4. “Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)”, pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 33, se acepta el lote de producción con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra ejecutado con el lote de producción en cuestión siempre que la mezcla asfáltica verifique el resto de las exigencias asociadas a parámetros volumétricos y mecánicos contemplados en la presente especificación técnica.

| | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 19 mm (3/4") | 12,5mm (1/2") | 9,5mm (3/8") | 4,75mm (N°4) | 2,36mm (N°8) | 600 um (N°30) | 300 um (N°50) | 150 um (N°100) | 75 um (N°200) |
| +/- 7 % | +/- 5 % | | +/- 4 % | +/- 4.5 % | +/- 3.5% | | | +/- 2.5% |

Tabla 33. Tolerancias granulométricas ampliadas de la mezcla de agregados

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados pétreos, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede resultar por fuera del huso granulométrico establecido para la mezcla asfáltica en el Punto 11.1.4. “Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)”.

Si la granulometría media de los agregados recuperados 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 asfáltica.

12.1.5.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)

La aceptación de la unidad de transporte en lo vinculado a la temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.5. “Temperatura de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)”.

Si la temperatura media de la mezcla asfáltica no verifica lo establecido en el Punto 11.1.5. “Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)”, pero es inferior a la temperatura máxima indicada en el Punto 7.3.2.3. “Temperaturas del proceso”, puede el Contratista colocarla en obra bajo su responsabilidad; quedando el tramo construido con la mezcla asfáltica de la

unidad de transporte observado. Se debe realizar un ensayo de recuperación controlada del ligante asfáltico de la muestra de mezcla asfáltica de la unidad de transporte en estudio.

Sobre el ligante asfáltico recuperado, para el caso de ligantes asfálticos convencionales, se debe ejecutar un ensayo de viscosidad rotacional a sesenta grados Celsius (60°C), según Norma IRAM 6837. Si el valor de dicho parámetro resulta ser menor o igual al máximo establecido en la tabla 4 de la normativa ASTM D3381 para el residuo de RTFOT del grado de ligante asfáltico empleado en la obra, se acepta la unidad de transporte y la fracción de lote de obra ejecutado con aquella. Sobre ambos aplica un descuento del veinte por ciento (20 %).

Sobre el ligante asfáltico recuperado, para el caso de ligantes asfálticos modificados, se debe ejecutar un ensayo de recuperación elástica torsional, según Norma IRAM 6830. Si el resultado del ensayo verifica ser mayor o igual al cincuenta por ciento (≥ 50 %), se acepta la unidad de transporte y la fracción de lote de obra ejecutado con aquella. Sobre ambos aplica un descuento del veinte por ciento (20 %).

Si no se cumple lo anteriormente expuesto, se procede al rechazo del lote construido con la unidad de transporte en estudio, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado de la fracción del lote en consideración y a la reposición de la capa asfáltica.

12.1.6.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (unidad de transporte)

La aceptación de la unidad de transporte en lo vinculado a la temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.6. “Temperatura de la mezcla asfáltica durante la colocación (equipo de transporte)”.

Si no se cumple lo anteriormente expuesto, se procede al rechazo del lote construido con la unidad de transporte en estudio, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado de la fracción del lote en consideración y a la reposición de la capa asfáltica.

12.2.- Unidad terminada

12.2.1.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica colocada y compactada (lote de obra)

La aceptación del lote de obra en lo relacionado al porcentaje de vacíos medios de los testigos de la unidad terminada se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.2.1. “Vacíos de aire en la mezcla colocada y compactada (lote de obra)”.

Si el porcentaje de vacíos de los testigos del lote de obra en estudio se encuentra comprendido entre el tres por ciento (3 %) ⁽¹⁾ y el siete por ciento (7 %) ⁽²⁾; y el desvío estándar no verifica ser menor a dos por

ciento (2,0 %), pero si menor a tres por ciento (3,0 %), corresponde la aceptación del lote con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie de este.

Si el porcentaje de vacíos medios de los testigos del lote de obra en estudio se encuentra comprendido entre el siete por ciento (7 %) ⁽²⁾ y el ocho por ciento (8 %) ⁽⁴⁾; y el desvío estándar es menor a dos por ciento (2,0 %); corresponde la aceptación con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Si el porcentaje de vacíos medios de los testigos del lote de obra en estudio se encuentra comprendido entre el dos por ciento (2 %) ⁽³⁾ y el tres por ciento (3 %) ⁽¹⁾; y el desvío estándar es menor a dos por ciento (2,0 %); corresponde la aceptación con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Lo anteriormente expuesto es válido si se verifica que el porcentaje medio de vacíos de los testigos del lote de obra no difieren en más o en menos dos y medio por ciento (± 2.5 %) del valor de vacíos medios correspondiente al lote de producción empleado en la construcción del lote de obra en estudio.

Si el porcentaje de vacíos medios del lote 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 asfáltica.

⁽¹⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como dos por ciento (2 %).

⁽²⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como ocho por ciento (8 %).

⁽³⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como uno por ciento (1 %).

⁽⁴⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como nueve por ciento (9 %).

12.2.2.- Espesor (lote de obra)

12.2.2.1.- Para capas de rodamiento

El espesor medio de los testigos del lote de obra debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.2. “Espesor (lote de obra)”.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al espesor de proyecto y se cumplimenta que el coeficiente de variación es mayor al veinte por ciento (20 %) y menor al treinta por ciento (30 %), se acepta el lote de obra con una penalidad del cinco por ciento (5 %).

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es inferior al espesor de proyecto o el coeficiente de variación es mayor al treinta por ciento (30 %), se rechaza el lote.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponerla; o, previa autorización del Director de Obra, colocar de nuevo 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.

121.2.2.2.- Resto de las capas

El espesor medio de los testigos del lote de obra debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.2. “Espesor (lote de obra)”.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al espesor de proyecto y se cumplimenta que el coeficiente de variación es mayor al veinte por ciento (20 %) y menor al treinta por ciento (30 %), se acepta el lote de obra con una penalidad del cinco por ciento (5 %).

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al noventa por ciento (90 %) del espesor de proyecto y el coeficiente de variación (C_v) es inferior al veinte por ciento (20 %), queda a criterio del Director de Obra aceptar el lote de obra sin descuento. Esto es factible sólo en el caso de que sea viable la compensación de la merma del espesor de la capa en estudio con un espesor adicional en la capa siguiente por cuenta del Contratista.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al noventa por ciento (90 %) del espesor de proyecto y el coeficiente de variación (C_v) es igual o superior al veinte por ciento (20 %) y menor al treinta por ciento (30 %), queda a criterio del Director de Obra aceptar el lote de obra con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio. Para que ello ocurra debe resultar viable la compensación de la merma del espesor de la capa con un espesor adicional en la capa siguiente, por cuenta del Contratista.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra resulta inferior al noventa por ciento (90 %) del espesor de proyecto y el coeficiente de variación resulta superior al veinte por ciento (20 %), se rechaza el lote de obra en estudio.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponerla; o, previa autorización del Director de Obra, colocar de nuevo 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.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m)

Los lugares en los cuales no se cumplan las exigencias establecidas en el Punto 11.2.3. “Ancho y perfil transversal (cada 100 m)” de la presente especificación técnica deben ser corregidos por cuenta del Contratista.

12.2.4.- Regularidad superficial (tramo)

12.2.4.1.- Capas de rodamiento

12.2.4.1.1.- Medición intermedia

Los considerandos establecidos en el presente punto corresponden a la medición de la rugosidad superficial al momento de verificar la capa asfáltica en estudio un avance físico del 25 % tal cual lo planteado en el Punto 11.2.4.1.1.

Los valores de regularidad superficial sobre el tramo medido deben de cumplimentar lo establecido en el Punto 11.2.4.1.1 “Capas de rodamiento del presente documento”.

Si los valores de la regularidad superficial del tramo medido de la capa de rodamiento en estudio exceden los límites establecidos anteriormente, se procede de la siguiente forma:

- ❖ Se efectúa un descuento retroactivo del 10 % del costo del ítem sobre la superficie certificada desde el inicio de la construcción de la capa asfáltica en estudio, teniendo la empresa constructora que efectuar las gestiones pertinentes, a su entero costo, destinadas a cumplimentar los requisitos de rugosidad obrantes en el contrato para el tramo en estudio.
- ❖ Simultáneamente, dicho descuento se mantendrá efectivo sobre las superficies a certificar hasta el momento en el cual la empresa constructora demuestre haber alcanzado a verificar los requisitos de IRI establecidos en la especificación técnica de la capa asfáltica en consideración. Para ello deberá efectuar una nueva medición intermedia a su costo, pudiendo emplear equipos clase I para esta medición homologados por el MTOP, y cumplir en esta nueva medición con las exigencias de rugosidad correspondientes a la especificación técnica de la capa asfáltica en evaluación.

12.2.4.1.2.- Medición final

Esta determinación se debe realizar en el período comprendido entre la finalización de la obra en estudio y antes de que la misma alcance seis (6) meses de servicio (habilitada al tránsito).

Los valores de regularidad superficial deben de cumplimentar lo establecido en el Punto 12.2.4.2. “Capas de rodamiento del presente documento”.

Si los valores de la regularidad superficial del tramo de la capa de rodamiento en estudio exceden los límites establecidos anteriormente, se procede de la siguiente manera:

Si el porcentaje de tramos de 1 km que no verifican los requisitos representan menos del diez por ciento (< 10 %) de la longitud del tramo en estudio, el Contratista debe corregir, por cuenta propia, los defectos de regularidad superficial en los hectómetros que no verifican el cumplimiento del requisito de IRI. La

localización de dichos defectos se debe hacer sobre los perfiles longitudinales obtenidos en la medición de la regularidad superficial.

Si el porcentaje de tramos de 1 km que no verifican los requisitos representan igual o más del diez por ciento ($\geq 10\%$) de la longitud del tramo en estudio, se rechaza el mencionado tramo.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponerla; o, previa autorización del Director de Obra, colocar de nuevo otra capa similar sobre la rechazada, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga de estructuras. Esto es posible si la capa colocada cumple con el resto de los requisitos establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

Para los casos en los cuales resultan aplicables los requisitos de la Tabla 31, si los valores de la regularidad superficial de la capa de rodamiento en estudio cumplimentan lo establecido en el Punto 11.2.4.1. “Capas de rodamiento”, y asimismo verifican los requisitos de la Tabla 34, se acepta el mencionado tramo y se aplica una bonificación adicional sobre la superficie de la capa de rodamiento del tramo en cuestión.

El porcentaje de bonificación aplicable será el establecido en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. En caso de no estar expresamente indicado, se entenderá que no corresponde la aplicación de bonificación adicional.

| Porcentaje de hectómetros [%] | Requisito |
|-------------------------------|----------------|
| 50 | IRI < 1,0 m/km |
| 80 | IRI < 1,3 m/km |
| 100 | IRI < 1,5 m/km |

Tabla 34. Requisitos de IRI para obra con abono adicional

12.2.4.2.- Capas de base y capas de rodamiento

En relación con las juntas transversales de construcción, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en el Punto 11.2.4.2. “Capas de base y capas de rodamiento”.

Para cada junta: Si en dos (1) de las dos (2) mediciones, los apartamientos entre el borde inferior de la regla y la superficie de la carpeta son mayores a cinco milímetros (5 mm), pero inferiores a siete milímetros (7 mm), se acepta la junta.

Si las juntas transversales de construcción no cumplen con lo expuesto anteriormente se debe proceder a la corrección de estas por cuenta del Contratista.

12.2.5.- 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 11.2.5 “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 noventa por ciento ($> 90\%$) 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 noventa por ciento ($< 90\%$) 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 mezcla asfáltica de recibo será medida en peso, expresado en toneladas, con apreciación del décimo de tonelada, y calculado, para cada lote de obra, como el producto de la superficie cubierta (según las características geométricas de proyecto y las modificaciones a las mismas autorizadas previamente por el Director de Obra) por el espesor promedio de la capa correspondiente al lote de obra y por el peso específico promedio de la mezcla compactada (obtenido de los testigos extraídos del lote de obra en cuestión) de acuerdo al Punto 11.2.1.

El espesor promedio que adoptar en el cálculo que antecede no excederá nunca del espesor de proyecto acrecido en el cinco (5) por ciento de este.

El Director de Obra podrá optar por un método de medición directa del tonelaje de mezcla bituminosa de recibo, colocada en obra, o por otro método equivalente basado en los registros de los partes diarios de obra, para cada lote de obra aprobado.

La cantidad de mezcla determinada por cualquiera de los procedimientos detallados anteriormente no podrá nunca exceder el peso conjunto de las cantidades de mezcla entregada, registrados en los partes diarios de la planta asfáltica.

El ligante asfáltico utilizado en la mezcla bituminosa de recibo, será medido en peso, expresado en toneladas, con apreciación del décimo de tonelada, y calculado para cada lote de obra aprobado, como el producto de las toneladas de mezcla de recibo colocadas en el lote de obra, por el contenido promedio de ligante asfáltico del lote de producción en consideración, determinado en las condiciones del Punto 11.1.1 de la presente Sección.

El Director de Obra podrá optar por un método de medición directa del tonelaje del material bituminoso utilizado en la mezcla bituminosa de recibo basado en los registros de los partes diarios de la obra y en las toneladas de mezcla bituminosa asignadas a cada lote de obra aprobado.

El Director de Obra utilizará el primer método de medición indicado salvo que resulte imposible su aplicación, circunstancia para la cual se empleará el segundo método previsto en base a las toneladas medidas en planta.

La cantidad de material bituminoso determinado por cualquiera de los procedimientos previstos en el artículo anterior no podrá exceder al peso conjunto que, de aquel material, hubiere ingresado la obra.

14.- FORMA DE PAGO

Las cantidades de mezcla bituminosa empleada en la ejecución de capas y que hayan merecido la aceptación del Director de Obra, determinadas en la forma establecida en el Punto 13. “Medición” de la presente Sección se pagarán al precio unitario por tonelada, establecido en el contrato para el tipo respectivo, previa aplicación de las penalidades.

En todos los casos, dicho precio será la compensación total de los gastos que se originen en:

- ❖ la limpieza de la superficie a recubrir, previa al esparcido de la mezcla.
- ❖ la adquisición, extracción, acondicionamiento, transporte, almacenamiento, preparación, mezclado, y demás operaciones a que deben ser sometidos los diversos materiales que integran la mezcla, para alcanzar su producción en la forma especificada.
- ❖ la carga, transporte, descarga, colocación, terminación, compactación y demás operaciones ejecutadas con la mezcla para completar la construcción de la capa de base, o de rodadura, en la forma especificada.
- ❖ la adquisición, carga, transporte, descarga, colocación y terminación de los materiales necesarios

para ejecutar la regularización de acordamiento, en la forma especificada, de los bordes externos de la capa de mezcla, con las zonas de la carretera adyacentes a ellos

- ❖ la conservación de las obras hasta su recepción definitiva.

De dicho precio se excluyen solamente:

- ❖ los gastos originados en el riego de imprimación o en el riego de adherencia, previos a la colocación de la mezcla asfáltica, y en las etapas constructivas que preceden a dichas operaciones, cuyas bases de pago se estipulan en la especificación técnica del ítem.
- ❖ los gastos originados en la adquisición, carga, transporte, descarga, almacenamiento y preparación del ligante asfáltico, previos al mezclado, que se pagarán por separado, en la forma establecida en el Punto 13.

15.- CONSERVACIÓN

La conservación de cada una de las capas asfálticas contemplada en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de estas 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. Si el deterioro de alguna de las capas ejecutadas afectara la superficie de rodamiento, base, capas intermedias y/o subrasante, 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, como así también de depresiones, de baches aislados y de pequeñas superficies 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 6B – Concreto asfáltico en caliente con aporte de RAP (CAC-R) y semicaliente con aporte de RAP (CAS-R)

| | |
|---|----|
| ÍNDICE | 1 |
| ÍNDICE DE TABLAS | 6 |
| 1.- DESCRIPCIÓN | 8 |
| 1.1.- Alcance | 8 |
| 2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN | 8 |
| 3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA | 9 |
| 3.1. Definición de RAP | 9 |
| 3.2.- Definición y nomenclatura para mezclas del tipo CAC con aporte de RAP | 9 |
| 3.3.- Definición y nomenclatura para mezclas del tipo CAS con aporte de RAP | 10 |
| 4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN | 11 |
| 5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES | 11 |
| 5.1.- Agregados vírgenes | 11 |
| 5.1.1.- Características generales | 12 |
| 5.1.2.- Agregado grueso | 13 |
| 5.1.2.1.- Definición de agregado grueso | 13 |
| 5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso | 13 |
| 5.1.3.- Agregado fino virgen | 16 |
| 5.1.3.1.- Definición de agregado fino | 16 |
| 5.1.3.2.- Requisitos del agregado fino virgen | 16 |
| 5.2.- RAP | 17 |
| 5.2.1.- Características generales | 17 |
| 5.2.2.- Agregado grueso proveniente del RAP | 19 |
| 5.2.2.1. Definición de agregado grueso | 19 |

| | |
|---|----|
| 5.2.2.2. Requisitos del agregado grueso recuperado del RAP | 19 |
| 5.2.3. Agregado fino proveniente del RAP | 20 |
| 5.2.3.1. Definición de agregado fino | 20 |
| 5.2.3.2. Requisitos del agregado fino recuperado del RAP | 20 |
| 5.3.- Requisitos de la mezcla de agregados que componen el esqueleto granular | 21 |
| 5.4.- Relleno mineral (Filler) | 21 |
| 5.4.1.- Definición de relleno mineral | 21 |
| 5.4.2.- Requisitos de la cal hidratada | 21 |
| 5.5.- Ligantes asfálticos | 22 |
| 5.5.1. Ligante asfáltico de diseño | 22 |
| 5.5.2. Ligante asfáltico virgen | 22 |
| 5.5.3. Ligante asfáltico recuperado del RAP | 23 |
| 5.5.4. Ligante asfáltico resultante | 23 |
| 5.6.- Aditivos, fibras u otros materiales | 23 |
| 6.- ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO | 24 |
| 6.1.- Relación espesor de la capa - tamaño máximo | 24 |
| 6.2.- Husos granulométricos | 24 |
| 6.3.- Criterios para el proceso de diseño | 25 |
| 6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra | 27 |
| 7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS | 29 |
| 7.1.- Consideraciones generales | 29 |
| 7.2.- Equipos de obra | 30 |
| 7.2.1.- Tanques de almacenamiento del ligante asfáltico virgen | 30 |
| 7.2.2.- Planta asfáltica | 30 |
| 7.2.3.- Equipos para distribución de riego de adherencia y riego de imprimación | 32 |
| 7.2.4.- Equipos para el transporte de mezcla asfáltica | 32 |
| 7.2.5.- Equipos de transferencia. MTV (Material Transfer Vehicle) | 34 |
| 7.2.6.- Equipos de distribución | 34 |
| 7.2.7.- Equipos de compactación | 36 |
| 7.3.- Ejecución de las obras | 37 |
| 7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo | 37 |

| | |
|---|----|
| 7.3.2.- Proceso de elaboración de la mezcla asfáltica..... | 37 |
| 7.3.2.1.- Alimentación de los agregados..... | 37 |
| 7.3.2.2.- Alimentación del RAP..... | 37 |
| 7.3.2.3.- Temperatura de almacenamiento del ligante asfáltico virgen..... | 38 |
| 7.3.2.4.- Temperaturas del proceso..... | 38 |
| 7.3.2.5.- Carga en los equipos de transporte..... | 38 |
| 7.3.3.- Transporte de la mezcla asfáltica..... | 38 |
| 7.3.4.- Colocación..... | 38 |
| 7.3.5.- Compactación..... | 39 |
| 7.3.6.- Juntas transversales y juntas longitudinales..... | 40 |
| 7.3.6.1.- Separación de juntas de capas superpuestas..... | 40 |
| 7.3.6.2.- Distancia entre juntas de capas contiguas..... | 40 |
| 7.3.6.3.- Corte de juntas transversales..... | 40 |
| 7.3.6.4.- Corte de juntas longitudinales..... | 41 |
| 7.3.6.5.- Compactación de juntas transversales..... | 41 |
| 7.3.6.6.- Compactación de juntas longitudinales y bordes libres..... | 41 |
| 7.3.7.- Limpieza..... | 42 |
| 8.- TRAMO DE PRUEBA..... | 42 |
| 9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO..... | 43 |
| 9.1.- Mezclas asfálticas tipo CAC con aporte de RAP..... | 43 |
| 9.2.- Mezclas asfálticas tipo CAS con aporte de RAP..... | 44 |
| 10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD..... | 44 |
| 10.1.- Generalidades..... | 44 |
| 10.2.- Lotes..... | 45 |
| 10.2.1.- Definición de lote de producción..... | 46 |
| 10.2.2.- Definición de lote de obra..... | 46 |
| 10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales..... | 46 |
| 10.3.1.- Agregados vírgenes..... | 47 |
| 10.3.1.1.- Agregados gruesos vírgenes..... | 47 |
| 10.3.1.2.- Agregados finos vírgenes..... | 47 |
| 10.3.2.- Agregados provenientes del RAP..... | 48 |
| 10.3.2.1.- Agregados gruesos provenientes del RAP..... | 48 |
| 10.3.2.2.- Agregados finos provenientes del RAP..... | 48 |
| 10.3.3.- Relleno mineral (Filler)..... | 49 |

| | |
|--|----|
| 10.3.4.- Ligantes asfálticos | 49 |
| 10.3.4.1.- Ligante asfáltico virgen..... | 49 |
| 10.3.4.2. Ligante asfáltico recuperado del RAP | 50 |
| 10.3.4.3. Ligante asfáltico resultante | 50 |
| 10.3.4.4.- Emulsiones asfálticas | 51 |
| 10.3.5.- Aditivos, fibras u otros materiales en pellets..... | 51 |
| 10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica | 51 |
| 10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada..... | 53 |
| 10.6.- Archivo de la información..... | 53 |
| 11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA..... | 53 |
| 11.1.- Requisitos del proceso de producción (lote de producción) | 53 |
| 11.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)..... | 53 |
| 11.1.2. Ligante asfáltico resultante (lote de producción) | 54 |
| 11.1.2.1.- Ligante asfáltico convencional resultante | 54 |
| 11.1.2.2.- Ligante asfáltico modificado resultante | 54 |
| 11.1.3.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)..... | 55 |
| 11.1.4.- Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)..... | 55 |
| 11.1.5.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción) | 55 |
| 11.1.6.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)..... | 56 |
| 11.1.7.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (equipo de transporte) | 56 |
| 11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra) | 57 |
| 11.2.1.- Vacíos de aire en la mezcla colocada y compactada (lote de obra) | 57 |
| 11.2.2.- Espesor (lote de obra) | 58 |
| 11.2.3.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m) | 58 |
| 11.2.3.1.- Ancho..... | 58 |
| 11.2.3.2.- Perfil transversal..... | 58 |
| 11.2.4.- Regularidad superficial (tramo)..... | 58 |
| 11.2.4.1.- Capas de rodamiento | 58 |
| 11.2.4.2.- Capas de base y capas de rodamiento..... | 60 |
| 11.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra) | 60 |
| 12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO | 61 |
| 12.1.- Proceso de producción | 61 |
| 12.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción) | 61 |
| 12.1.2. Ligante asfáltico resultante (lote de producción)..... | 62 |

| | |
|--|----|
| 12.1.2.1.- Ligante asfáltico convencional resultante..... | 62 |
| 12.1.2.2.- Ligante asfáltico modificado resultante | 63 |
| 12.1.3.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)..... | 63 |
| 12.1.4.- Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción) | 64 |
| 12.1.5.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción) | 64 |
| 12.1.6.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)..... | 65 |
| 12.1.7.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (unidad de transporte) | 66 |
| 12.2.- Unidad terminada..... | 66 |
| 12.2.1.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica colocada y compactada (lote de obra)..... | 66 |
| 12.2.2.- Espesor (lote de obra)..... | 67 |
| 12.2.2.1.- Para capas de rodamiento..... | 67 |
| 12.2.2.2.- Resto de las capas | 67 |
| 12.2.3.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m)..... | 68 |
| 12.2.4.- Regularidad superficial (tramo) | 68 |
| 12.2.4.1.- Capas de rodamiento..... | 68 |
| 12.2.4.2.- Capas de base y capas de rodamiento..... | 70 |
| 12.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra) | 70 |
| 13.- MEDICIÓN..... | 71 |
| 14.- FORMA DE PAGO | 72 |
| 15.- CONSERVACIÓN | 72 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1. Normas técnicas de aplicación | 8 |
| Tabla 2. Sistema de designación de los concretos asfálticos en caliente densos con aporte de rap | 9 |
| Tabla 3. Sistema de designación de los concretos asfálticos semicalientes densos con aporte de rap | 10 |
| Tabla 4. Índice de prestación | 11 |
| Tabla 5. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados | 13 |
| Tabla 6. Requisitos de los agregados gruesos | 15 |
| Tabla 7. Requisitos de los agregados provenientes de gravas | 16 |
| Tabla 8. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos” | 16 |
| Tabla 9. Requisitos de los agregados finos | 17 |
| Tabla 10. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio del rap | 19 |
| Tabla 11. Requisitos para el agregado grueso proveniente del rap | 19 |
| Tabla 12. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos” provenientes del rap | 20 |
| Tabla 13. Requisitos de los agregados finos provenientes del rap | 20 |
| Tabla 14. Requisitos del esqueleto granular | 21 |
| Tabla 15. Requisitos de la cal hidratada | 22 |
| Tabla 16. Requisitos granulométricos de la cal hidratada | 22 |
| Tabla 17. Husos granulométricos del esqueleto granular de los concretos asfálticos densos con aporte de rap | 24 |
| Tabla 18. Requisitos del proceso de diseño | 26 |
| Tabla 19. Evaluación de la resistencia al ahuellamiento “wheel tracking test” (norma en 12697-22 – procedimiento b) | 27 |
| Tabla 20. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra | 29 |
| Tabla 21. Requisitos que deben cumplir los tanques de almacenamiento de los ligantes asfálticos | 30 |
| Tabla 22. Requisitos que deben cumplir las plantas asfálticas | 32 |
| Tabla 23. Requisitos que deben cumplir los equipos de transporte de mezcla asfáltica | 33 |
| Tabla 24. Requisitos que debe cumplir el equipo de transferencia (MTV) | 34 |
| Tabla 25. Requisitos que debe cumplir el equipo de distribución y colocación de mezclas asfálticas | 35 |
| Tabla 26. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de mezclas asfálticas | 37 |
| Tabla 27. Plan de ensayos sobre el agregado grueso | 47 |
| Tabla 28. Plan de ensayos sobre el agregado fino | 48 |
| Tabla 29. Plan de ensayos sobre el agregado grueso proveniente del rap | 48 |
| Tabla 30. Plan de ensayos sobre el agregado fino proveniente del rap | 48 |
| Tabla 31. Plan de ensayos sobre el relleno mineral | 49 |
| Tabla 32. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico convencional virgen | 49 |
| Tabla 33. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico modificado virgen | 49 |
| Tabla 34. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico convencional recuperado del rap | 50 |

| | |
|---|----|
| Tabla 35. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico modificado recuperado del rap..... | 50 |
| Tabla 36. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico convencional resultante..... | 50 |
| Tabla 37. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico modificado resultante..... | 51 |
| Tabla 38. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de mezcla asfáltica..... | 52 |
| Tabla 39. Plan de ensayos sobre la unidad terminada..... | 53 |
| Tabla 40. Requisito sobre el ligante asfáltico convencional resultante..... | 54 |
| Tabla 41. Requisito sobre el sobre el ligante asfáltico modificado resultante..... | 54 |
| Tabla 42. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados..... | 56 |
| Tabla 43. Requisitos de IRI..... | 59 |
| Tabla 44. Requisito de macrotextura superficial inicial..... | 61 |
| Tabla 45. Requisito sobre el ligante asfáltico convencional resultante..... | 62 |
| Tabla 46. Requisito sobre el sobre el ligante asfáltico modificado resultante..... | 63 |
| Tabla 47. Tolerancias granulométricas ampliadas de la mezcla de agregados..... | 64 |
| Tabla 48. Requisitos de IRI para obra con abono adicional..... | 70 |

1.- DESCRIPCIÓN

Este capítulo se refiere a los requisitos que deben verificar los concretos asfálticos en caliente y semicaliente, de granulometría continua con aporte de RAP proveniente del fresado de capas asfálticas, empleados en la construcción de capas de bases y capas de rodamientos; en lo vinculado a las características de los insumos constitutivos de las mismas y los procesos de diseño, elaboración y colocación.

1.1.- Alcance

Es de total aplicación el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Concretos Asfálticos en Caliente y Semicaliente (CAC y CAS) del tipo Densas, elaboradas con contenidos de RAP, respecto del total de la mezcla asfáltica, comprendidos entre un diez por ciento (10 %) y un cincuenta por ciento (50 %).

Para contenidos de RAP, respecto del total de la mezcla asfáltica, menores o iguales al diez por ciento ($\leq 10\%$) también resulta aplicable el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales con las siguientes consideraciones:

- ❖ Se elimina el Punto 11.3.5.2. “Ligante asfáltico recuperado del RAP”
- ❖ Se elimina el Punto 11.3.5.3. “Ligante asfáltico resultante”
- ❖ Se elimina el Punto 12.1.2. “Viscosidad del ligante asfáltico resultante (lote de producción)”
- ❖ Se elimina el Punto 13.1.2. “Viscosidad del ligante asfáltico resultante (lote de producción)”

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 de RAP

Se define como RAP (Pavimento Asfáltico Reciclado) en la presente especificación técnica a todo material proveniente del fresado de una capa asfáltica. El RAP está compuesto por agregados pétreos cubiertos de un ligante asfáltico que ha experimentado cambios en su comportamiento reológico durante su vida en servicio.

3.2.- Definición y nomenclatura para mezclas del tipo CAC con aporte de RAP

Se define como Concreto Asfáltico en Caliente (CAC) Denso con aporte de RAP a la combinación de un ligante asfáltico virgen (convencional o modificado), agregados vírgenes (incluido Filler), RAP y eventualmente aditivos y/o fibras. Estas mezclas son elaboradas en plantas asfálticas y colocadas en obra a una temperatura muy superior a la temperatura ambiente.

Las diferentes tipologías de mezclas asfálticas contempladas en la presente sección se diferencian entre sí en el huso granulométrico, tamaño máximo del agregado pétreo, el grado del ligante asfáltico adoptado y el porcentaje de RAP utilizado en su elaboración.

El sistema de designación para las mezclas asfálticas que se utiliza a lo largo de la sección se detalla en la Tabla 2.

| | | | | | |
|-----|---|-----|-----|------|--------------|
| CAC | D | R/B | TMN | R-XX | AC-XX / AM-Y |
|-----|---|-----|-----|------|--------------|

Tabla 2. Sistema de designación de los concretos asfálticos en caliente densos con aporte de rap

Donde:

CAC: Sigla que indica que se trata de un “Concreto Asfáltico en Caliente”.

D: Letras que indican que el esqueleto granular corresponde al tipo “densa”.

R/B: Letras que indican la ubicación de la capa en el paquete estructural, rodamiento o base, respectivamente.

TMN: Tamaño máximo nominal, en milímetros, del huso granulométrico. Se entiende como tamaño máximo nominal, a la abertura en milímetros del tamiz inmediatamente anterior al primer tamiz que retenga un 10 % o más de la mezcla de agregados.

R-XX: Indicación correspondiente a que la mezcla contiene RAP, donde XX es el contenido de RAP, expresado en porcentaje en peso respecto del total de la mezcla asfáltica.

AC-XX: Indicación correspondiente a los asfaltos convencionales con grado de viscosidad XX, donde XX puede ser 20, 30 o 40 de acuerdo con la Norma ASTM D3381 tabla 4.

AM-Y: Indicación correspondiente a los asfaltos modificados tipo Y, donde Y puede ser 1, 2, 3 o 4 de acuerdo con la Norma IRAM 6596.

3.3.- Definición y nomenclatura para mezclas del tipo CAS con aporte de RAP

Se define como Concreto Asfáltico Semicaliente (CAS) con aporte de RAP Denso a la combinación de un ligante asfáltico virgen (convencional o modificado), agregados vírgenes (incluido Filler), RAP y eventualmente aditivos y/o fibras; elaboradas en plantas asfálticas y colocadas en obra a una temperatura de, como mínimo, veinte grados Celsius (20 °C) por debajo de la temperatura correspondiente al mismo tipo de concreto asfáltico de la tecnología en caliente (CAC).

La tecnología empleada para lograr la disminución en las temperaturas de trabajo (elaboración, transporte, colocación y compactación) de las mezclas tipo CAS debe ser especificada en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o aprobadas por el Director de Obra.

A excepción de los aspectos vinculados con las temperaturas de trabajo, las mezclas asfálticas tipo CAS con aporte de RAP deben cumplir en su totalidad con lo establecido en la presente sección para las mezclas asfálticas tipo CAC con aporte de RAP del mismo tamaño máximo, huso granulométrico y grado de ligante asfáltico en consideración.

Las diferentes tipologías de mezclas asfálticas contempladas en la presente sección se diferencian entre sí en el huso granulométrico, tamaño máximo del agregado pétreo, el grado del ligante asfáltico adoptado y el porcentaje de RAP utilizado en su elaboración.

El sistema de designación para las mezclas asfálticas que se utiliza a lo largo de la sección se detalla en la Tabla 3.

| | | | | | |
|-----|---|-----|-----|------|--------------|
| CAS | D | R/B | TMN | R-XX | AC-XX / AM-Y |
|-----|---|-----|-----|------|--------------|

Tabla 3. Sistema de designación de los concretos asfálticos semicalientes densos con aporte de rap

Donde:

CAS: Sigla que indica que se trata de un “Concreto Asfáltico Semicaliente”.

D/S/G: Letras que indican que el esqueleto granular corresponde al tipo “densa”.

R/B: Letras que indican la ubicación de la capa en el paquete estructural, rodamiento o base, respectivamente.

TMN: Tamaño máximo nominal, en milímetros, del huso granulométrico. Se entiende como tamaño máximo nominal, a la abertura en milímetros del tamiz inmediatamente anterior al primer tamiz que retenga un 10 % o más de la mezcla de agregados.

R-XX: Indicación correspondiente a que la mezcla contiene RAP, donde XX es el contenido de RAP, expresado en porcentaje en peso respecto del total de la mezcla asfáltica.

AC-XX: Indicación correspondiente a los asfaltos convencionales con grado de viscosidad XX, donde XX puede ser 20, 30 o 40 de acuerdo con la Norma ASTM D3381 tabla 4.

AM-Y: Indicación correspondiente a los asfaltos modificados tipo Y, donde Y puede ser 1, 2, 3 o 4 de acuerdo con la Norma IRAM 6596.

4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN

Los requisitos de los materiales componentes de las mezclas asfálticas como así también de las mezclas asfálticas propiamente dichas se encuentran diferenciados en la presente especificación técnica de acuerdo con la ubicación en el paquete estructural y del 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 4 los dos (2) índices de prestación considerados en el presente documento.

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

Tabla 4. Índice de prestación.

5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES

5.1.- Agregados vírgenes

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 5.

| 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 introducción en las tolvas en frío. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin que se verifique segregación. ❖ El número mínimo de fracciones debe ser de tres (3), incluido el relleno mineral (Filler). El Director de Obra puede exigir un mayor número de fracciones, si lo estima necesario, para cumplir las tolerancias exigidas en el Punto 6.2. “Husos granulométricos”. ❖ 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. ❖ Los acopios de agregados finos deben mantenerse cubiertos, de manera de evitar su humedecimiento, en un volumen no menor a una |

| | |
|--|---|
| | <p>semana de producción normal.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ 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 5. 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”, destinado a la preparación de mezclas bituminosas, 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 y de la ubicación de la capa asfáltica. Los mismos se establecen en la Tabla 6 y en la Tabla 7.

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 6 y en la Tabla 7.

| Ensayo | Norma | Exigencia |
|------------|-------------|----------------------------|
| Elongación | IRAM 1687-2 | Determinación obligatoria. |

| Índice de lajas | IRAM 1687-1 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
|--|------------------------|--|------------------------------|------|
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≤ 25 | ≤ 25 |
| | | Base | ≤ 30 | ≤ 30 |
| Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” ⁽¹⁾ | IRAM 1532 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≤ 35 | ≤ 35 |
| | | Base | ≤ 35 | ≤ 35 |
| Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm | IRAM 10501 | No Plástico | | |
| Micro Deval ⁽¹⁾ | ASTM D6928 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≤ 17 | ≤ 17 |
| | | Base | ≤ 17 | ≤ 17 |
| Polvo adherido ⁽²⁾ | IRAM 1883 | Tipo de capa | Requisito | |
| | | Rodamiento | ≤ 1,0 | |
| | | Base | ≤ 1,2 | |
| 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. | | |

| | | | | |
|--|---|---|------------------------------|------|
| Durabilidad por ataque con sulfato de sodio | IRAM 1525 | ≤ 12 | | |
| Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente. | IRAM 1533 | Determinación obligatoria | | |
| Caras de fractura | IRAM 1851 | Porcentaje en peso de partículas, respecto del total del agregado grueso, con tres o más caras de fractura ^(*) | | |
| | | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | 100 | >95 |
| | | Base | >90 | ≥ 85 |
| | (*) Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener una o más caras de fractura. | | | |

Tabla 6. Requisitos de los agregados gruesos

- ⁽¹⁾ Para agregados tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la Tabla 8.
- ⁽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 7. Asimismo, se pueden definir exigencias extras en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

| Ensayo | Norma | Exigencia | | |
|---|-------|--|------------------------------|--------------------|
| Relación de tamaño de la partícula a triturar | --- | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≥ 5 ^(*) | ≥ 4 ^(*) |
| | | Base | ≥ 3 ^(*) | ≥ 3 ^(*) |
| | | (*) Tamaño mínimo de la partícula a triturar respecto a la partícula resultante de mayor tamaño. | | |

Tabla 7. 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 8.

| Ensayo | Norma | Exigencia | | |
|---|------------|--------------|------------------------------|-----------|
| Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” | IRAM 1532 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≤ 25 | ≤ 25 |
| | | Base | ≤ 25 | ≤ 25 |
| Micro Deval | ASTM D6928 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≤ 17 | ≤ 17 |
| | | Base | ≤ 17 | ≤ 17 |
| Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide | UY A 26 | $\leq 60\%$ | | |

Tabla 8. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos”

5.1.3.- Agregado fino virgen

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 virgen

Los requisitos que deben de cumplir los agregados finos dependen del índice de prestación y de la ubicación de la capa asfáltica. Los mismos se establecen en la Tabla 9.

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 9.

En el caso de que el agregado fino provenga de la trituración de gravas, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en la Tabla 7.

Los agregados finos que emplear en la construcción de capas de rodamiento no deben provenir de canteras de naturaleza caliza.

| 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 6 y Tabla 8 (si corresponde) para el Coeficiente de desgaste Los Ángeles. | | |
| Equivalente de arena | IRAM 1682 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≥ 50 | ≥ 50 |
| | | Base | ≥ 40 | ≥ 40 |
| 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 9. 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 %).

5.2.- RAP

5.2.1.- Características generales

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede exigir propiedades o requisitos adicionales cuando se vaya a emplear RAP cuya naturaleza, procedencia o estado fisicoquímico así lo requiera.

El RAP por incorporar debe tener un tamaño máximo menor o igual a treinta milímetros (≤ 30 mm), o el que establezca el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los requisitos generales que debe cumplir el RAP para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la Tabla 10.

| Característica | Requisitos |
|----------------|--|
| Procedencia | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El RAP debe provenir de mezclas asfálticas, ya sea del pavimento existente en la obra a rehabilitar o de un acopio de otro origen. El mismo debe cumplir con las exigencias de la presente especificación técnica. ❖ El RAP debe tener trazabilidad vinculada con la procedencia de este. ❖ El agregado pétreo del RAP debe provenir de rocas sanas y no debe 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"> ❖ Cada fracción se debe identificar y acopiar en forma separada, de acuerdo con criterios basados en el tamaño máximo, origen del RAP o tipos de mezclas asfálticas. ❖ El número mínimo de fracciones debe ser de uno (1). El Director de Obra puede exigir un mayor número de fracciones, si lo estima necesario, para cumplir las tolerancias exigidas en el Punto 6.2. “Husos granulométricos”. ❖ Cada fracción de RAP se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. ❖ Los acopios se deben disponer 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. Es recomendable que los acopios de RAP se mantengan cubiertos (al resguardo de las lluvias), permitiendo la circulación de aire. ❖ Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de RAP, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización |

| | |
|--|---|
| | <p>el cambio de procedencia del RAP, 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. ❖ El tiempo de almacenamiento en acopio del RAP debe ser el mínimo posible, para evitar que el contenido de humedad del RAP aumente excesivamente, de todas maneras, dicho volumen no debe ser inferior al correspondiente a siete (7) días de trabajo con la 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 10. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio del rap

5.2.2.- Agregado grueso proveniente del RAP

5.2.2.1. Definición de agregado grueso

Se define como agregado grueso, la parte del agregado total retenida en el tamiz 4,75 mm según Norma IRAM 1501.

5.2.2.2. Requisitos del agregado grueso recuperado del RAP

Los requisitos que deben de cumplir los agregados gruesos recuperados del RAP se establecen en la Tabla 14. Cualquier otro requisito puede ser solicitado en la especificación técnica particular.

El RAP será por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se emplee RAP de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Tabla 11.

Los agregados gruesos recuperados del RAP a emplear en la construcción de capas de rodamiento no deben provenir de canteras de naturaleza caliza.

| Ensayo | Norma | Exigencia |
|---------------------------------------|------------------------|----------------------------|
| Análisis del estado físico de la roca | IRAM 1702 IRAM 1703 | Determinación obligatoria. |

Tabla 11. Requisitos para el agregado grueso proveniente del rap

Cuando el agregado grueso recuperado del RAP provenga de yacimientos de “Tipo Basálticos”, se deben verificar también las exigencias de la Tabla 12.

| Ensayo | Norma | Exigencia | | |
|---------------------------------------|-----------|--------------|------------------------------|-----------|
| Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” | IRAM 1532 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≤ 25 | ≤ 25 |
| | | Base | ≤ 25 | ≤ 25 |
| Micro Deval | IRAM 1762 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | ≤ 20 | ≤ 20 |

Tabla 12. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos” provenientes del rap.

5.2.3. Agregado fino proveniente del RAP

5.2.3.1. Definición de agregado fino

Se define como agregado fino la parte del agregado total pasante por el tamiz IRAM 4,75 mm según Norma IRAM 1501.

5.2.3.2. Requisitos del agregado fino recuperado del RAP

Los requisitos sobre el agregado fino recuperado del RAP se establecen en la Tabla 13. Se pueden establecer requisitos adicionales en la especificación técnica particular.

| Ensayo | Norma | Exigencia | | |
|----------------------|-----------|--------------|------------------------------|--------|
| Equivalente de arena | IRAM 1682 | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | > 50 | > 50 |
| | | Base | > 40 | > 40 |

Tabla 13. Requisitos de los agregados finos provenientes del rap.

5.3.- Requisitos de la mezcla de agregados que componen el esqueleto granular

La mezcla de las diferentes fracciones de agregados que componen el esqueleto granular debe cumplir las prescripciones de la Tabla 14.

| Parámetro | Norma | Exigencia | | |
|--|-------|--|------------------------------|-------|
| Partículas no trituradas del agregado virgen | (1) | Porcentaje en peso de agregado no triturado respecto del total del agregado ⁽²⁾ | | |
| | | Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | 0 % | 0 % |
| | | Base | 5 % | ≤ 8 % |

Tabla 14. Requisitos del esqueleto granular.

⁽¹⁾ La determinación de este parámetro se debe realizar calculando el porcentaje de agregado no triturado que compone la mezcla.

⁽²⁾ Cuando el agregado no triturado no provenga de depósitos fluviales, previa aprobación del Director de Obra, los porcentajes indicados pueden incrementarse, siempre y cuando el Contratista demuestre que dicho incremento no afecta el comportamiento de la mezcla a la deformación permanente.

5.4.- Relleno mineral (Filler)

5.4.1.- 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 provengan de la recuperación de finos durante el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica.

5.4.2.- Requisitos de la cal hidratada

La cal hidratada debe ser homogénea, seca y libre de grumos provenientes de las partículas. La misma se debe encuadrar dentro de la Norma IRAM 1508. Asimismo, debe cumplir los requisitos establecidos en la Tabla 15.

| Ensayo | Norma | Exigencia |
|---------------|-----------|--|
| Granulometría | IRAM 1505 | Requisitos establecidos en la Tabla N°16 |

Tabla 15. Requisitos de la cal hidratada

La granulometría de la cal hidratada debe estar comprendida dentro de los límites definidos en la Tabla 16.

| Ensayo | Porcentaje en peso que pasa |
|-----------------|-----------------------------|
| 425 µm (Nº 40) | 100% |
| 150 µm (Nº 100) | >90% |
| 75 µm (Nº 200) | >75% |

Tabla 16. Requisitos granulométricos de la cal hidratada

5.5.- Ligantes asfálticos

5.5.1. Ligante asfáltico de diseño

El ligante asfáltico de diseño se debe encuadrar dentro de la norma ASTM D3381 tabla 4 en el caso de tratarse de una mezcla asfáltica con cemento asfáltico convencional o dentro de la norma IRAM 6596 en el caso de tratarse de asfalto modificado con polímeros.

El ligante asfáltico de diseño se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede establecer el uso de un ligante asfáltico de diseño que no se encuadre dentro de las normas mencionadas, dependiendo de las condiciones de proyecto.

En este caso, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares debe establecer las características y requisitos a solicitar para el ligante asfáltico de diseño. No obstante, las mezclas asfálticas elaboradas deben cumplimentar el resto de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

5.5.2. Ligante asfáltico virgen

El ligante asfáltico virgen se debe encuadrar dentro de la norma ASTM D3381 tabla 4 o IRAM-IAPG A 6596 dependiendo de si es convencional o modificado respectivamente.

El ligante asfáltico virgen a emplear debe ser tal que, combinado con el ligante asfáltico recuperado del RAP, cumpla con los requisitos del ligante asfáltico resultante.

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede establecer el uso de un ligante asfáltico virgen que no se encuadre dentro de la norma mencionada, dependiendo de las condiciones de proyecto.

En este caso, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares debe establecer las características y requisitos a solicitar para el ligante asfáltico virgen.

5.5.3. Ligante asfáltico recuperado del RAP

El ligante asfáltico recuperado del RAP debe ser susceptible a mezclarse homogéneamente con el ligante asfáltico virgen, y dar lugar a un ligante asfáltico resultante que cumpla con los requisitos del ligante asfáltico resultante.

Asimismo, debe cumplir con las características y exigencias que se establecen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, en lo referente a los parámetros físicos, químicos y reológicos.

5.5.4. Ligante asfáltico resultante

El ligante asfáltico resultante es aquel que surge a partir de la combinación del ligante asfáltica virgen y del ligante asfáltico recuperado del RAP, para su evaluación se debe de recuperar el cemento asfáltico de la mezcla asfáltica con aporte de RAP ya elaborada.

5.6.- Aditivos, fibras u otros materiales

En el caso de incorporación de aditivos, fibras u otros materiales, con el objeto de alcanzar una mejora de alguna característica de la mezcla asfáltica 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, fibras 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 producción de la/s mezcla/s asfáltica/s, 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.

En las fórmulas donde se empleen fibras, las mismas deben ser capaces de inhibir el escurrimiento del ligante, no deben ser nocivas para la salud y el medio ambiente ni interactuar negativamente con el ligante ni con los agregados. Las mismas deben ser suministradas en pellets o sueltas. En ambos casos se debe asegurar las condiciones de almacenamiento, de dosificación y mezclado en planta asfáltica.

6.- ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

6.1.- Relación espesor de la capa - tamaño máximo

La relación entre el espesor de la capa asfáltica a colocar y el tamaño máximo para el tipo de mezcla considerada debe cumplir con la siguiente premisa:

$$\diamond e > 2,5 * TM$$

$$\diamond e \leq 6,0 * TM$$

Donde:

e: espesor de la capa

TM: tamaño máximo de la mezcla de agregados, entendiendo como tal a la menor abertura de la serie de tamices para la cual pasa el 100 % de la mezcla de agregados que conforman el esqueleto granular.

6.2.- Husos granulométricos

La granulometría resultante de la mezcla o composición de las diferentes fracciones de agregados vírgenes (incluido el Filler) y el agregado aportado por el RAP, dependiendo del tipo de esqueleto granular considerado, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en las Tabla 17.

| Tamices | Porcentaje en peso que pasa ⁽¹⁾ | |
|----------------|--|---------------------|
| | D 12 ⁽²⁾ | D 19 ⁽²⁾ |
| 25 mm (1") | --- | 100 |
| 19 mm (3/4") | 100 | 83-100 |
| 12,5 mm (1/2") | 80-97 | --- |
| 9,5 mm (3/8") | 67-84 | 55-75 |
| 4,75 mm (N° 4) | 48-68 | 42-60 |
| 2,36 mm (N° 8) | 30-48 | 29-47 |
| 600 µm (N° 30) | 16-29 | 15-29 |
| 300 µm (N° 50) | 11-23 | 9-21 |
| 75 µm (N°200) | 4-8 | 4-8 |

Tabla 17. Husos granulométricos del esqueleto granular de los concretos asfálticos densos con aporte de rap

⁽¹⁾ Si existe una diferencia entre los pesos específicos de las fracciones utilizadas (incluido el filler) superior al 0,2 gr/cm³, la dosificación se hace en volumen.

⁽²⁾ Se coloca solo la parte de la nomenclatura vinculada al esqueleto granular (tamaño máximo nominal).

6.3.- Criterios para el proceso de diseño

El tipo de esqueleto granular, tipo de ligante asfáltico de diseño, ubicación y índice de prestación a emplear en la capa asfáltica en consideración, se definen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. En defecto de la definición, se debe considerar la condición más exigente.

Los criterios que considerar en el proceso de diseño en laboratorio de la mezcla asfáltica con aporte de RAP, para la obtención de la Fórmula de Trabajo, se resumen en la Tabla 18.

| Parámetro | | Exigencia | | |
|--|--|---|------------------------------|---------|
| Ensayo Marshall (IRAM 6845) | N° golpes por cara ⁽¹⁾ | 75 | | |
| | Estabilidad | > 10 kN | | |
| | Vacíos en la mezcla ⁽²⁾ | Tipo de mezcla | Vacíos | |
| | | Densa | 4 % | |
| | Vacíos del agregado mineral (VAM) ⁽²⁾ | Tamaño máximo del agregado pétreo | VAM | |
| | | TMN 19 mm | ≥ 14 % | |
| | | TMN 12 mm | ≥ 15 % | |
| | Relación Betún-Vacíos (RBV) | Tipo de capa | RBV (%) | |
| | | | Clasificación por prestación | |
| | | | P1 | P2 |
| | | Rodamiento | 65 - 75 | 65 - 75 |
| | | Base | 68 - 78 | 68 - 78 |
| Resistencia conservada mediante el ensayo de tracción indirecta (IRAM-6846-2) | | ≥ 80 % | | |
| Evaluación de la resistencia al ahuellamiento “Wheel Tracking Test” (Norma EN 12697-22 – Procedimiento B) ⁽³⁾ | | Requisitos establecidos en la Tabla 19. | | |

| Parámetro | Exigencia | |
|---|--|-----------------------------------|
| Contenido mínimo de Cal Hidratada, en peso sobre total del esqueleto granular | Contenido mínimo de Cal Hidratada | |
| | Tipo de capa | Contenido mínimo de Cal Hidratada |
| | Rodamiento | > 1 % |
| | Base | > 0,5 % |
| Proporciones máximas en volumen de Filler en mezclas (IRAM 1542) | Para ligante asfáltico tipo convencional: $C_v/C_s \leq 1,0$ Para ligante asfáltico tipo modificado: $C_v/C_s \leq 1,1$ | |

Tabla 18. Requisitos del proceso de diseño

- ⁽¹⁾ Para ligantes asfálticos de diseño convencionales, los rangos de temperatura de mezclado y compactación de la mezcla asfáltica en laboratorio deben ser los que permitan verificar los siguientes rangos de viscosidad rotacional (determinada a partir de la metodología descrita en la Norma IRAM 6837):

❖ Mezclado: $1,7 \text{ dPa} \cdot \text{seg} \pm 0,2 \text{ dPa} \cdot \text{seg}$

❖ Compactación: $2,8 \text{ dPa} \cdot \text{seg} \pm 0,3 \text{ dPa} \cdot \text{seg}$

Para ligantes asfálticos de diseño modificados, la temperatura de compactación para la elaboración de las probetas Marshall debe estar comprendida dentro del rango $160^\circ\text{C} - 165^\circ\text{C}$; o bien la recomendada por el proveedor del ligante asfáltico.

Para mezclas del tipo CAS, las temperaturas de mezclado y de compactación son especificadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

- ⁽²⁾ Se adopta como criterio de diseño para establecer el porcentaje óptimo de asfalto, aquel para el cual el contenido de vacíos es del 4 %.
- ❖ Dicho valor se obtiene de la curva de sensibilidad “contenido de vacíos vs contenido de ligante asfáltico” correspondiente al esqueleto granular adoptado.
 - ❖ Se debe de verificar simultáneamente en la curva de sensibilidad “VAM vs contenido de ligante asfáltico” correspondiente al esqueleto granular adoptado, que dicho contenido de asfalto correspondiente al 4 % de vacíos se encuentre sobre la rama descendente (rama seca) de la gráfica “VAM vs contenido de ligante asfáltico”.
- ⁽³⁾ (Se debe utilizar como metodología de ensayo la descrita en el Procedimiento B en aire para dispositivo pequeño de la Norma EN 12697-22. La duración de este es de 10000 ciclos. La temperatura de ensayo debe ser de 60°C .
- ❖ Para el moldeo de la probeta de ensayo se deben utilizar los procedimientos establecidos en las Normas EN 12697-32 o EN 12697-33 considerando las temperaturas indicadas en el comentario uno

(1). Se debe informar el porcentaje de vacíos alcanzado en las probetas, el cual debe estar comprendido dentro del rango más o menos uno por ciento ($\pm 1\%$) respecto del porcentaje de vacíos correspondiente a la Fórmula de Obra adoptada. El espesor de la probeta asfáltica debe ser de cincuenta milímetros (50 mm).

Los requisitos para la resistencia al ahuellamiento se establecen en la Tabla 19.

| Pendiente Media de Deformación (WTS AIRE) [mm/1000 ciclos de carga] en el intervalo de 5000 a 10000 ciclos y Profundidad Media de la Huella (PRD) [%] | | |
|---|---|---|
| Tipo de capa | Clasificación por prestación | |
| | P1 | P2 |
| Rodamiento | WTS aire $\leq 0,1$ PRD $\leq 8\%$ | WTS aire $\leq 0,15$ PRD $\leq 12\%$ |
| Base | WTS aire $\leq 0,15$ PRD $\leq 12\%$ | WTS aire $\leq 0,15$ PRD $\leq 12\%$ |

Tabla 19. Evaluación de la resistencia al ahuellamiento “wheel tracking test” (norma en 12697-22 – procedimiento b)

6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra

La elaboración y colocación regular de la mezcla asfáltica no se debe iniciar hasta que el Director de Obra haya aprobado la correspondiente Fórmula de Obra presentada por el Contratista. Para la aprobación de la Fórmula de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente.

La fórmula 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 la mezcla asfáltica, o se excedan sus tolerancias de calidad, la Fórmula 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 “Fórmula de Obra única e inamovible”.

Para todo tipo de mezcla asfáltica, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de Obra, puede exigir un estudio de sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría y contenido de ligante, dentro de las tolerancias establecidas en el presente documento.

Los informes de presentación de la Fórmula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la Tabla N 20.

| Parámetro | Información que debe ser consignada |
|---|--|
| Agregados vírgenes y rellenos minerales | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, granulometrías y proporción en peso de cada fracción del agregado y rellenos minerales (filler). ❖ Granulometría de los agregados combinados (vírgenes y provenientes del RAP), incluido el o los rellenos minerales (filler). ❖ Ensayos realizados sobre el agregado grueso, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 6, Tabla 7 (si corresponde) y Tabla 8 (si corresponde). ❖ Ensayos realizados sobre el agregado fino, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 9. ❖ Ensayos realizados sobre la cal hidratada, como mínimo todos los contemplados en las Tabla 18 y 19. |
| RAP | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, contenido de ligante asfáltico, estado del ligante asfáltico y proporción en la fórmula de obra respecto de la masa total de la mezcla asfáltica. del agregado recuperado del RAP. ❖ Ensayos realizados sobre el agregado grueso y fino recuperado del RAP, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 14 y Tabla 15 (si corresponde) para el agregado grueso y los contemplados en la Tabla 16 para el agregado fino. ❖ Ensayos sobre el ligante asfáltico proveniente del RAP |
| Ligante asfáltico virgen, aditivos y/o fibras | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, hoja técnica del producto, hoja de seguridad y proporción en la Fórmula de Obra aprobada y vigente, respecto de la masa total de la mezcla asfáltica (incluido el o los rellenos minerales), del ligante asfáltico virgen. ❖ Cuando se empleen aditivos y/o fibras, debe indicarse su denominación, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa del ligante asfáltico. |

| | |
|---|--|
| Ligante asfáltico resultante | ❖ Ensayos de caracterización sobre el ligante asfáltico resultante. |
| Calentamiento y mezclado | ❖ La temperatura máxima y mínima de la mezcla asfáltica a la salida de la planta. Para ello, se puede considerar los valores recomendados por el proveedor del ligante asfáltico empleado. |
| Temperatura de compactación | ❖ Debe indicarse la temperatura mínima de la mezcla asfáltica al iniciar la compactación y la mínima al terminarla. |
| Ajustes en el Tramo de Prueba | ❖ La fórmula informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el Tramo de Prueba. |
| Parámetros volumétricos ⁽¹⁾ | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre las mezclas asfálticas, como mínimo los contempladas en el Tabla 21. ❖ Análisis de sensibilidad al contenido de ligante asfáltico de los ensayos arriba mencionados. |
| Parámetros mecánicos ⁽¹⁾ | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre las mezclas asfálticas, como mínimo los contempladas en el Tabla 21. ❖ Análisis de sensibilidad al contenido de ligante asfáltico de los ensayos arriba mencionados. |
| Informe de presentación de la Fórmula de Obra | ❖ Presentar Anexo I. Planilla DNV. |

Tabla 20. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra

⁽¹⁾ El análisis de sensibilidad se debe realizar, como mínimo, para los siguientes contenidos de ligante asfáltico: +0,3%; +0,6%; -0,3%; -0,6%. Porcentajes respecto al contenido de ligante asfáltico adoptado para la mezcla, informado en la Fórmula de Obra.

7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.1.- Consideraciones generales

Cuando sea necesario aplicar un producto antiadherente o de limpieza sobre los equipos de elaboración, transporte, extendido o compactación, éste debe ser, en general, una solución jabonosa, un agente tensoactivo u otros productos de verificada experiencia, que garanticen que no son perjudiciales para la mezcla bituminosa ni para el medioambiente, debiendo ser aprobados por el Director de Obra.

No se permite, a excepción de autorización del Director de Obra, el empleo de productos derivados de la destilación del petróleo.

No se puede utilizar en la ejecución regular de una mezcla bituminosa 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 del ligante asfáltico virgen

Los ligantes asfálticos se deben almacenar en tanques que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 21.

| Características | Requisitos |
|---------------------------|---|
| Tanques de almacenamiento | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Los tanques de almacenamiento de los ligantes asfálticos deben ser, preferiblemente, cilíndricos y verticales y estar térmicamente aislados entre sí y el medio ambiente. ❖ El tanque de almacenamiento debe tener un sistema de calentamiento que permita mantener la temperatura de almacenamiento del ligante asfáltico dentro del entorno indicado por el proveedor del ligante. ❖ Los tanques de almacenamiento deben disponer de un sistema de recirculación. Para el caso de los asfaltos modificados, es deseable contar con un sistema de agitación. ❖ Todas las tuberías directas y bombas, utilizadas para el traspaso del ligante asfáltico desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento, y de éste al mezclador de la planta o mezclado, deben estar dotados de un sistema que permita la perfecta limpieza y barrido de los conductos después de cada jornada de trabajo. |

Tabla 21. Requisitos que deben cumplir los tanques de almacenamiento de los ligantes asfálticos

7.2.2.- Planta asfáltica

Los Concretos Asfálticos Densos con aporte de RAP se deben fabricar en plantas que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 22.

| Características | Requisitos |
|---------------------------|---|
| Capacidad de producción | ❖ Se indica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, en función del plan de trabajo. |
| Alimentación de agregados | ❖ La planta debe contar con una cantidad de silos de dosificación en frío al menos igual al número de fracciones de los |

| | |
|---|---|
| | <p>agregados que componen la Fórmula de Obra aprobada y vigente, y nunca inferior a tres (3).</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar con dispositivos que eviten la contaminación de las distintas fracciones entre tolvas al momento de efectuar la alimentación de estas. ❖ La planta debe contar con zaranda de rechazo de agregados que excedan el tamaño máximo establecido para el concreto asfáltico en proceso de elaboración. ❖ Las plantas del tipo continuas deben tener un sistema de control que compense en la dosificación la humedad de los agregados. |
| Alimentación del Filler de aporte | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe contar con un sistema de adición controlado. |
| Alimentación de cal | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe contar con un sistema de adición controlado. |
| Calentamiento y mezclado | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe posibilitar la obtención de una mezcla homogénea, con las proporciones ajustadas a la respectiva Fórmula de Obra aprobada y vigente, y a la temperatura adecuada para el transporte y colocación. ❖ La planta debe evitar sobrecalentamientos puntuales que afecten a los materiales. ❖ El proceso de secado y calentamiento de agregados no debe contaminar con residuos de hidrocarburos no quemados a la mezcla. ❖ En plantas del tipo discontinuas “por pastones (batch)”, se debe contar con no menos de cuatro (4) tolvas de almacenamiento de agregados en caliente. |
| Incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Si se prevé la incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets a la mezcla, la planta debe contar un sistema de adición controlado para cada uno de los componentes empleados. |
| Alimentación del RAP | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta asfáltica debe contar con elementos o dispositivos adecuados para una correcta incorporación del RAP. |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Bajo ningún aspecto el RAP puede entrar en contacto con la llama directa. ❖ La planta debe contar con una cantidad de silos de dosificación de RAP en frío al menos igual al número de fracciones de RAP que componen la Fórmula de Obra aprobada y vigente. |
| Pesaje de producción | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Las plantas de tipo continuo contarán con una balanza (electrónica o mecánica) para el pesaje completo de los camiones cargados equipada con un sistema automático de registro de las pesadas, con su respectivo sistema de calibración. Las plantas de tipo discontinuo o por pastones deberán contar con pesas de calibración de las respectivas balanzas. |
| Aspectos ambientales | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar con elementos que permitan cumplimentar con la normativa vigente. |
| Almacenamiento de mezcla elaborada | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar preferiblemente con un silo de almacenamiento de mezcla elaborada de no menos de quince toneladas (15 t) de capacidad. |
| Plantas asfálticas con hornos tipo “secador – mezclador” | <ul style="list-style-type: none"> ❖ No se encuentran permitidas estos tipos de usinas asfálticas |

Tabla 22. Requisitos que deben cumplir las plantas asfálticas

7.2.3.- Equipos para distribución de riego de adherencia y riego de imprimación

Los equipos de distribución de riego de adherencia e imprimación deben cumplimentar lo establecido en Los equipos de distribución de riego de adherencia e imprimación deben cumplimentar lo establecido en PLIEGO GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES Y CARRETERAS para Sección 4D “Riegos de Adherencia” y Sección 4A “Riegos de Imprimación”.

7.2.4.- Equipos para el transporte de mezcla asfáltica

Los equipos de transporte de mezclas asfálticas deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 23.

| Características | Requisitos |
|-------------------------|--|
| Capacidad de transporte | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El número y capacidad de los camiones debe ser acorde al volumen de producción de la planta asfáltica y a la distancia de transporte, de modo de no frenar el proceso de elaboración y colocación. |
| Caja de transporte | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Se debe aplicar algún agente que evite la adherencia de la mezcla asfáltica a la caja de transporte. Dicho producto debe respetar lo establecido en el Punto 7.1. “Consideraciones generales”. ❖ La forma y altura de los camiones debe ser tal que, durante la descarga en la terminadora, el camión sólo toque a esta a través de los rodillos de empuje provistos a tal efecto. ❖ Para el caso de transporte de mezcla asfáltica para la ejecución de tareas de bacheo, la caja de transporte debe contar con aislamiento térmico en todos sus laterales. |
| Cubierta de protección | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La caja de los equipos de transporte debe cubrirse con algún elemento (lona o protector adecuado) que impida la circulación de aire sobre la mezcla asfáltica. ❖ Dicha cubierta debe alcanzar un solape con la caja, tanto lateral como frontalmente, de no menos de cincuenta centímetros (50 cm). La compuerta trasera debe aislarse térmicamente de manera fija. ❖ La cobertura se debe mantener ajustada debidamente durante todo el transporte. ❖ Esto se debe cumplir siempre, independientemente de la temperatura ambiente y/o cualquier otro factor, tanto climático como no climático. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a diez grados Celsius (10 °C) se deben agregar cobertores laterales, los mismos pueden ser del mismo material que el cobertor superior. ❖ No se admiten cobertores que permitan la circulación de aire sobre la mezcla (ejemplo: lona tipo “media sombra”). |

Tabla 23. Requisitos que deben cumplir los equipos de transporte de mezcla asfáltica

7.2.5.- Equipos de transferencia. MTV (Material Transfer Vehicle)

Los equipos de transferencia MTV (Material Transfer Vehicle), deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 24. El Director de obra podrá a su criterio evaluar la posibilidad de uso de un potencial equipo de transferencia propuesto por la contratista que no se ajuste por completo a los lineamientos establecidos en la presente Tabla.

| Característica | Requisitos |
|-----------------------------------|--|
| Generalidades | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia empleado deberá ser una máquina autopropulsado capaz de recibir la mezcla asfáltica desde los equipos de transporte, almacenarlo y transferirlo a la terminadora sin contacto con esta. ❖ En caso de falla del MTV durante la pavimentación, el contratista deberá suspenderla. Sin embargo, la mezcla en tránsito al momento de la avería podrá colocarse sin el uso del MTV. |
| Capacidad | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia debe tener una capacidad mínima de almacenamiento de 15 toneladas. |
| Accesorio tolva de terminadora | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La terminadora debe estar equipada con un contenedor en su tolva para recibir la mezcla asfáltica directamente a la cinta transportadora de alimentación del equipo de transferencia. ❖ La capacidad mínima de la tolva con el accesorio debe ser de 8 T |
| Sistema de remezclado | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia debe de contar con un sistema de remezclado en la zona de almacenamiento. |
| Capacidad de transporte de cintas | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Las cintas de transporte deben de contar con una capacidad mínima de transporte de 500 T/h |
| Velocidad de trabajo | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia debe de contar con la posibilidad de verificar una velocidad de trabajo de hasta 10 m/min. |

Tabla 24. Requisitos que debe cumplir el equipo de transferencia (MTV).

7.2.6.- Equipos de distribución

Los equipos de distribución de la mezcla asfáltica (terminadoras asfálticas), deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 25.

| Característica | Requisitos |
|---|--|
| Sensores de uniformidad de distribución | ❖ Debe contar con equipamiento que permite tomar referencias altimétricas y de línea, destinadas a proveer regularidad en la superficie de la mezcla distribuida. |
| Alimentación de la mezcla | ❖ De poder abastecer de mezcla asfáltica a la caja de distribución de forma constante y pareja. |
| Caja de distribución | ❖ La porción de la caja de distribución que excede el chasis de la terminadora debe contar con un cierre frontal (contraescudo), el cual se debe de utilizar cuando la extensión empleada resulte igual o superior 0.40 m. |
| Tornillos helicoidales | ❖ Los tornillos helicoidales deben tener una extensión tal que sus extremos se encuentren entre diez y treinta y cinco centímetros (10-35 cm) de los bordes de la caja de distribución. ⁽¹⁾ |
| Distribución transversal de la mezcla | ❖ Debe contar con sensores y/o algún sistema que permita mantener una altura uniforme de la mezcla asfáltica en todo el ancho de la caja de distribución, coincidente con la posición del eje de los tornillos helicoidales. |
| Plancha | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La posición altimétrica de la plancha debe poder ser regulada en forma automática mediante sensores referidos a la capa base u otra referencia que permita distribuir la mezcla asfáltica con regularidad a lo largo del perfil longitudinal. ❖ El calentamiento de la plancha debe ser homogéneo, sin sobrecalentamientos localizados en la misma. ❖ La plancha principal y las extensiones telescópicas deben contar con un sistema de precompactación constituido por alguno de estos sistemas (o combinación de estos): barras apisonadoras frontales (tamper), barras de presión en la parte posterior de la plancha o vibración. |

Tabla 25. Requisitos que debe cumplir el equipo de distribución y colocación de mezclas asfálticas

⁽¹⁾ Se podrá exceptuar esta condición en el caso de ensanches para ramas de acceso/egreso de reducida longitud, para terminadoras con plancha telescópica.

7.2.7.- Equipos de compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 26.

| Característica | Requisitos |
|--------------------------|---|
| Número y tipo de equipo | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El número y las características de los equipos de compactación deben ser acordes a la superficie, tipo de mezcla asfáltica, espesor de la capa que se debe compactar y al nivel de producción (ritmo de trabajo). |
| Compactadores neumáticos | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Los rodillos neumáticos deben contar con protecciones de lona u otro material de modo de generar recintos que limiten el enfriamiento de los neumáticos. Tales elementos deben extenderse en la parte frontal y lateral de cada conjunto de neumáticos y alcanzar la menor distancia posible respecto de la superficie de la mezcla que se compacta. Asimismo, 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 en la mezcla asfáltica. ❖ El peso mínimo del equipo debe ser de ocho toneladas (8 t). |
| Compactadores metálicos | <ul style="list-style-type: none"> ❖ 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 pueden ser estáticos, vibratorios u oscilatorios. ❖ Los compactadores vibratorios y los oscilatorios deben tener dispositivos automáticos para eliminar la vibración/oscilación al invertir el sentido de su marcha. ❖ Los compactadores deben poder invertir la marcha mediante una acción suave. |

| | |
|--|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Los compactadores deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimientos en la mezcla asfáltica. ❖ El peso mínimo del equipo debe ser de ocho toneladas (8 t). |
|--|--|

Tabla 26. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de mezclas asfálticas

7.3.- Ejecución de las obras

7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo

Previo colocación de la mezcla asfáltica, la superficie de apoyo se debe encontrar aprobada por el Director de Obra, de acuerdo con el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de la misma.

La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros, de modo tal que el espesor de colocación de la mezcla se pueda encuadrar dentro de las tolerancias establecidas para este parámetro. Previo a la colocación de la capa asfáltica se debe aplicar el correspondiente riego de imprimación y/o riego de adherencia.

La superficie de apoyo debe estar libre de manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.

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 elaboración de la mezcla asfáltica

7.3.2.1.- Alimentación de los agregados

Durante la producción, cada tolva en uso debe mantener un nivel de material entre el cincuenta por ciento (50%) y el cien por ciento (100%) de su capacidad.

7.3.2.2.- Alimentación del RAP

Durante la producción, cada tolva de alimentación de los agregados en uso debe mantenerse con suficiente material, de manera que permita un suministro continuo, sin que se produzcan contaminaciones por rebalse entre tolvas.

No se deben utilizar en la elaboración agregados que contengan agua congelada. No se permite la aplicación de sales descongelantes en los acopios y/o tolvas para contrarrestar el efecto del congelamiento.

Bajo ningún aspecto el RAP puede entrar en contacto con la llama directa.

7.3.2.3.- Temperatura de almacenamiento del ligante asfáltico virgen

La temperatura del ligante asfáltico en el tanque de almacenamiento debe estar comprendida dentro del rango de temperaturas establecidas por el fabricante.

7.3.2.4.- Temperaturas del proceso

Para el Normal proceso de elaboración de la mezcla asfáltica, se deben respetar las temperaturas establecidas en el Fórmula de Obra aprobada y vigente.

Luego de dosificado el ligante asfáltico, la temperatura máxima de la mezcla asfáltica no debe exceder los ciento noventa grados Celsius (190°C) para el caso de ligantes asfálticos de diseño modificados; o los ciento setenta grados Celsius (170°C), para el caso de ligantes asfálticos de diseño convencionales.

Para el caso de mezclas asfálticas semicalientes, las temperaturas arriba detalladas se especifican en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

7.3.2.5.- Carga en los equipos de transporte

La carga de la mezcla asfáltica en los equipos de transporte debe realizarse en masa, evitando la descarga de pequeñas cantidades para completar la carga. Se deben formar varias pilas contiguas en la caja de transporte, de manera de minimizar la segregación de la mezcla asfáltica.

7.3.3.- Transporte de la mezcla asfáltica

La mezcla asfáltica se debe transportar en equipos de transporte desde la planta de producción hasta la terminadora o equipo de transferencia.

El transporte se debe realizar en el menor tiempo posible, minimizando pérdida de temperatura de la mezcla asfáltica.

En el momento de la descarga en la terminadora o en el equipo de transferencia, su temperatura no debe ser inferior a la especificada en la Fórmula de Obra. Asimismo, durante todo el proceso de descarga, no se debe quitar la cobertura del equipo de transporte.

7.3.4.- Colocación

La altura de los tornillos helicoidales durante la colocación de la mezcla asfáltica debe ser tal que su parte inferior se sitúe a no más de cinco centímetros del plano de la placa o plancha de la terminadora. Debe procurarse que el tornillo sin fin gire en forma lenta y continua.

La colocación de la mezcla 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 de la terminadora,

el desfasaje con la junta longitudinal de la/las capas inferior y superior y la no coincidencia de la junta longitudinal con alguna huella del tránsito.

Después de haber colocado y compactado una franja, se debe ejecutar la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre a una temperatura por encima de la mínima establecida para la compactación; en caso contrario, se debe realizar una junta de acuerdo con lo establecido en el presente documento.

La terminadora se debe regular de forma que la superficie de la capa colocada resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante, espesor y sección transversal indicados en los Planos del Proyecto, con las tolerancias establecidas en el presente documento para los mismos. La colocación se debe realizar con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la terminadora a la producción de la planta asfáltica, de modo que sea constante y que no se detenga.

En caso de parada, se debe comprobar que la temperatura de la mezcla que quede sin colocar en la tolva de la terminadora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la Fórmula de Obra aprobada y vigente para el inicio de la compactación; de lo contrario, se debe descartar y ejecutar una junta transversal.

7.3.5.- Compactación

La compactación de las mezclas ejecutadas con ligantes asfálticos convencionales se debe hacer con compactadores metálicos y/o neumáticos.

La compactación de las mezclas ejecutadas con ligantes asfálticos modificados se debe hacer con compactadores metálicos. Se admite el uso de compactadores neumáticos, previa aprobación del Director de Obra, en el que caso que el Contratista demuestre que el ligante asfáltico no se adhiere a los neumáticos de este y que su uso no genera ningún efecto negativo sobre la mezcla asfáltica, durante el proceso constructivo.

El empleo de los equipos de compactación debe mantener la secuencia de operaciones que se determinó previamente en el respectivo Tramo de Prueba.

La compactación se debe realizar de manera longitudinal, continua y sistemáticamente, acompañando el avance de la terminadora; de acuerdo con el plan de compactación aprobado en el Tramo de Prueba (cantidad y tipo de equipos, número de pasadas, velocidad, etc.).

La inversión de marcha de los equipos de compactación cerca a la terminadora se debe de realizar de tal modo que la dirección del equipo forme con el eje del camino un ángulo de aproximadamente 45°, con el objetivo de facilitar el posterior borrado de la marca que genera la detención del equipo.

Siempre se debe de discontinuar el vibrado u oscilado al momento de invertir el sentido de la marcha.

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos tipos de compactadores deben ser las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la mezcla asfáltica en todo su espesor, sin producir roturas del agregado, ni arrollamientos de la mezcla asfáltica. El peso estático de los equipos o la operación vibratoria u oscilatoria no debe producir la degradación granulométrica de los agregados pétreos. Se debe evitar la detención de los equipos sobre la mezcla caliente.

Los compactadores deben llevar su rueda motriz del lado más cercano a la terminadora; a excepción de los sectores de rampa en ascenso, donde puede invertirse. Los cambios de dirección se deben realizar sobre mezcla ya compactada y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad.

La temperatura de la mezcla al inicio de la compactación debe estar comprendida dentro del rango de temperatura indicado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

Para mezclas asfálticas tipo CAC, se debe suspender la acción de vibrado y/o oscilación de los rodillos metálicos cuando la temperatura de la mezcla sea inferior a cien grados Celsius (100°C).

Para mezclas asfálticas tipo CAS, la temperatura para la cual se debe suspender la acción de vibrado y/o oscilación de los rodillos metálicos se establece en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o, en su defecto, la establece el Director de Obra.

7.3.6.- Juntas transversales y juntas longitudinales

Se debe emplear un plan de trabajo que minimice la necesidad de ejecutar juntas de trabajo, tanto transversales como longitudinales.

Cuando resulte necesario ejecutar juntas de trabajo, la formación de estas debe ajustarse a lo siguiente:

7.3.6.1.- Separación de juntas de capas superpuestas

Las juntas transversales de capas superpuestas deben guardar una separación mínima de dos metros (2 m).

Las juntas longitudinales de capas superpuestas deben guardar una separación mínima de quince centímetros (15 cm).

7.3.6.2.- Distancia entre juntas de capas contiguas

Las juntas transversales en capas contiguas se deben distanciar entre sí en más de diez metros (10 m).

7.3.6.3.- Corte de juntas transversales

Se debe producir un corte de la junta transversal aproximadamente vertical en todo el espesor de la capa de manera de eliminar el material que no ha sido densificado. Dicho corte se debe realizar con sierra, con

fresadora, o con algún método propuesto por el Contratista, previamente aprobado por el Director de Obra.

73.6.4.- Corte de juntas longitudinales

Cuando no se trabaje con el sistema “juntas en caliente” el Contratista debe plantear una metodología de trabajo para el tratamiento de las juntas longitudinales que produzca un corte aproximadamente vertical en todo el espesor de la capa, de manera de eliminar el material que no ha sido densificado.

Dicho corte se puede realizar con sierra, con accesorios en los equipos de compactación, con fresadora, o con algún método propuesto por el Contratista, previamente aprobado por el Director de Obra.

73.6.5.- Compactación de juntas transversales

Las juntas transversales se deben compactar transversalmente con rodillo liso metálico disponiendo los apoyos adecuados fuera de la capa para el desplazamiento del rodillo. Se debe de considerar el esponjamiento de la mezcla asfáltica al inicio de la colocación de la capa asfáltica de manera de minimizar las irregularidades de nivel que perjudicarán la rugosidad de la superficie asfáltica final.

Se debe iniciar la compactación apoyando aproximadamente el noventa por ciento (90%) del ancho del rodillo en la capa ya compactada.

Debe trasladarse paulatinamente el rodillo de modo tal que, en no menos de cuatro pasadas, el mismo termine apoyado completamente en la capa caliente. Cumplimentado este punto, se debe iniciar la compactación en sentido longitudinal.

73.6.6.- Compactación de juntas longitudinales y bordes libres

Si la extensión de la mezcla asfáltica se realiza por franjas, en los casos en que la franja a compactar resulte la primera (es decir, sin otras franjas contiguas ya compactadas) o bien sea un borde libre de la calzada, la compactación se debe realizar desde los bordes hacia el centro, apoyando un noventa por ciento (90 %) del ancho del rodillo en la franja y dejando el diez por ciento (10 %) restante del rodillo sin apoyar (“en voladizo”). Esta tarea se debe realizar con el rodillo metálico, sin vibración ni oscilación.

Para los casos en los cuales la franja en ejecución se coloque contigua a otra franja ya compactada, se debe comenzar la compactación de esta apoyando un noventa por ciento (90 %) del ancho del rodillo sobre la franja ya compactada y el por ciento (10 %) restante sobre la franja a compactar. Esta tarea se debe realizar con el rodillo metálico, sin vibración ni oscilación.

Para evitar el efecto “puente” se puede emplear la metodología en la cual la primera pasada del rodillo (sin vibrar) se efectúa sobre la capa caliente en su totalidad, a unos 10 cm de la junta longitudinal.

La metodología de compactación de las juntas longitudinales se debe de adoptar considerando los resultados obtenidos durante la ejecución del tramo de prueba.

7.3.7.- 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 mezclas asfálticas, se debe ejecutar el Tramo de Prueba. El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en la Fórmula de Obra, el proceso de elaboración, transporte, distribución y compactación 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 Fórmula 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. Dicha anticipación no debe ser menor a treinta (30) días.

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 noventa toneladas (90 t) de mezcla asfáltica.

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, sobre muestras de mezcla asfáltica sin colocar y/o sobre testigos extraídos.

Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Director de Obra debe decidir:

- ❖ Si es aceptable o no la Fórmula de Obra. En el primer caso, se puede iniciar la elaboración de la

mezcla bituminosa. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la misma, correcciones en el proceso de elaboración, 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 de elaboración, transporte, colocación, compactación y control de dichos procesos.

No se debe proceder a la producción, colocación y compactación de la mezcla asfáltica sin que el Director de Obra haya autorizado el inicio de estas.

Los Tramos de Prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra de las mezclas asfálticas, 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 correspondiente, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO

9.1.- Mezclas asfálticas tipo CAC con aporte de RAP

No se permite la producción y puesta en obra de las mezclas asfálticas tipo CAC con aporte de RAP 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 °C) para espesores de capas iguales menores a cinco centímetros (5 cm).
- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a cinco grados Celsius (5 °C) para espesores de capa superiores a cinco centímetros (5 cm).
- ❖ Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Finalizado el proceso de compactación de la capa asfáltica, previa autorización del Director de Obra, se puede habilitar la circulación del tránsito sobre la misma cuando se verifique lo siguiente:

- ❖ En capas de espesores inferiores o iguales a cinco centímetros (5 cm), cuando la temperatura de la mezcla asfáltica resulte inferior a sesenta grados Celsius (60°C) en todo su espesor; evitando en estos casos los cambios de dirección y paradas del tránsito hasta que la temperatura de la mezcla asfáltica alcance la temperatura ambiente.
- ❖ Para capas de espesores mayores a cinco centímetros (5 cm), cuando la temperatura de la mezcla asfáltica alcance la temperatura ambiente en todo su espesor.

9.2.- Mezclas asfálticas tipo CAS con aporte de RAP

Las condiciones que limitan la puesta en obra de las mezclas asfálticas tipo CAS con aporte de RAP son especificadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o bien por el Director de Obra.

Una vez colocada y compactada la capa de mezcla asfáltica tipo CAS con aporte de RAP, las condiciones bajo las cuales se puede habilitar al tránsito son especificadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o bien por el Director de Obra. Las mismas dependen de la tecnología utilizada para lograr la reducción de las temperaturas de trabajo.

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 elaboración de la mezcla asfáltica 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.
- ❖ Cinco mil toneladas (5.000 t) de mezcla asfáltica colocada.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Control de Calidad: ensayos sobre materiales, proceso de elaboración de la mezcla asfáltica 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 10. Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada para la cantidad de muestras, cantidad de testigos, condiciones de ensayo, determinación de los parámetros en estudio y demás consideraciones.

El Director de Obra puede disponer el envío de una o más muestras de cualquier material involucrado en la obra (agregados, ligantes asfálticos, mezcla asfáltica, testigos, 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 (para extracción de testigos, macrotextura, determinación de puntos de ensayo, etc.).

En todos los casos, la metodología de muestreo debe ser la establecida por las normas de referencia o la aprobada 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 elaboración y colocación de mezclas asfálticas se organiza por lotes de producción (mezcla asfáltica) y lotes de obra (unidad terminada). A continuación, se definen y especifican los mencionados conceptos y alcance 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:

- ❖ Una cantidad de trescientas toneladas (300 t) de mezcla asfáltica.
- ❖ 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).

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 o lote de mezcla colocada en el camino a la fracción menor que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- ❖ Una longitud de quinientos metros (500 m) lineales de construcción.
- ❖ Lo ejecutado con un lote de producción.

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 la mezcla, a cada lote de producción (en planta asfáltica) se lo debe vincular con el o los lotes de obra correspondientes (colocación en obra) 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 vírgenes

10.3.1.1.- Agregados gruesos vírgenes

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados gruesos es la que se indica en la Tabla 27.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|------------------------|-------------------------|
| Partículas trituradas | IRAM 1851 | Cada 300 T recibidas |
| 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 2500 T recibidas |
| Micro Deval ⁽¹⁾ | ASTM D 6928 | Cada 2500 T recibidas |
| Polvo adherido | IRAM 1883 | Cada 2500 T recibidas |
| Análisis del estado físico de la roca | IRAM 1702 IRAM 1703 | Cada 5000 T recibidas |
| Coeficiente pulimento acelerado | ASTM D3319 | En el momento de diseño |
| Granulometría | IRAM 1501 IRAM 1505 | Cada 100 T recibidas |
| Durabilidad por ataque con sulfato de sodio | IRAM 1525 | Cada 1200 T recibidas |
| Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua | IRAM 1533 | Cada 600 T recibidas |
| Degradación en presencia de dimetil – sulfoxide ⁽²⁾ | UY A 26 | Cada 2500 T recibidas |

Tabla 27. Plan de ensayos sobre el agregado grueso

⁽¹⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”, la frecuencia de ensayo es cada 1500 T.

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

10.3.1.2.- Agregados finos vírgenes

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados finos es la que se indica en la Tabla 28.

| 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 |
| Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm | IRAM 10501 | Cada 2500 T recibidas |
| Granulometría | IRAM 1501 IRAM 1505 | Cada 100 T recibidas |
| Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua | IRAM 1520 | Cada 600 T recibidas |

Tabla 28. 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 y cinco por ciento (≥ 45 %).

10.3.2.- Agregados provenientes del RAP

10.3.2.1.- Agregados gruesos provenientes del RAP

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados gruesos provenientes del RAP es la que se indica en la Tabla 29.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---|-----------|-----------------------|
| Coefficiente de desgaste Los Ángeles ⁽¹⁾ | IRAM 1532 | Cada 2500 T recibidas |
| Micro Deval ⁽¹⁾ | IRAM 1762 | Cada 2500 T recibidas |

Tabla 29. Plan de ensayos sobre el agregado grueso proveniente del rap

- ⁽¹⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”, la frecuencia de ensayo es cada 1500 T.

10.3.2.2.- Agregados finos provenientes del RAP

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados finos provenientes del RAP es la que se indica en la Tabla 30.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|----------------------|-----------|-----------------------|
| Equivalente de arena | IRAM 1682 | Cada 2500 T recibidas |

Tabla 30. Plan de ensayos sobre el agregado fino proveniente del rap.

- ⁽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 y cinco por ciento ($\geq 45\%$).

10.3.3.- Relleno mineral (Filler)

La frecuencia mínima de ensayos para relleno mineral es la que se indica en la Tabla 31.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---------------|-----------|----------------------|
| Granulometría | IRAM 1505 | Cada 100 T recibidas |

Tabla 31. Plan de ensayos sobre el relleno mineral

10.3.4.- Ligantes asfálticos

10.3.4.1.- Ligante asfáltico virgen

10.3.4.1.1.- Ligante asfáltico convencional virgen

La frecuencia mínima de ensayos para el ligante asfáltico convencional virgen (ASTM D3381 tabla 4) es la que se indica en la Tabla 32.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---|---------------------------|----------------------------|
| Viscosidad rotacional a 60°C ⁽¹⁾ | ASTM D2171 ⁽³⁾ | Cada 5 partidas recibida |
| Resto de los parámetros contemplados en la Norma ASTM D3381 tabla 4. ^{(1) (2)} | --- | Cada 10 partidas recibidas |

Tabla 32. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico convencional virgen

⁽¹⁾ Se debe realizar sobre una muestra representativa del tanque de almacenamiento.

⁽²⁾ El método de ensayo de cada parámetro se indica en la Norma.

⁽³⁾ Para recepción se puede emplear el método ASTM D4402.

10.3.4.1.2.- Ligante asfáltico modificado virgen

La frecuencia mínima de ensayos para el ligante asfáltico modificado virgen (IRAM 6596) es la que se indica en la Tabla 33.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---|------------|----------------------------|
| Viscosidad rotacional a 170°C ⁽¹⁾ | ASTM D4402 | Cada 5 partidas recibidas |
| Recuperación elástica torsional ⁽¹⁾ | IRAM 6830 | Cada 5 partidas recibidas |
| Resto de los parámetros contemplados en la Norma IRAM 6596 ^{(1) (2)} | IRAM 6596 | Cada 10 partidas recibidas |

Tabla 33. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico modificado virgen.

- ⁽¹⁾ Se debe realizar sobre una muestra representativa del tanque de almacenamiento.
- ⁽²⁾ El método de ensayo de cada parámetro se indica en la Norma.

10.3.4.2. Ligante asfáltico recuperado del RAP

10.3.4.2.1.- Ligante asfáltico convencional recuperado del RAP

La frecuencia mínima de ensayos para el ligante asfáltico convencional recuperado del RAP es la que se indica en la Tabla 34.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|------------|----------------------------|
| Viscosidad rotacional a 60°C ⁽¹⁾⁽²⁾ | ASTM D4402 | Cada 20 partidas recibidas |

Tabla 34. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico convencional recuperado del rap

- ⁽¹⁾ EL ligante asfáltico debe ser recuperado de la dilución con solvente (generada en el ensayo de lavado) empleando la metodología descrita en la normativa ASTM D5404.
- ⁽²⁾ Podrá también emplearse para el proceso de lavado y recuperación del cemento asfáltico el método ASTM D8159.

10.3.4.2.2.- Ligante asfáltico modificado recuperado del RAP

La frecuencia mínima de ensayos para el ligante asfáltico modificado recuperado del RAP es la que se indica en la Tabla 35.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|------------|----------------------------|
| Viscosidad rotacional a 170°C ^{(1) (2)} | ASTM D4402 | Cada 20 partidas recibidas |
| Recuperación elástica torsional ^{(1) (2)} | IRAM 6830 | Cada 20 partidas recibidas |

Tabla 35. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico modificado recuperado del rap.

- ⁽¹⁾ Se debe realizar sobre una muestra representativa del tanque de almacenamiento.
- ⁽²⁾ Podrá también emplearse para el proceso de lavado y recuperación del cemento asfáltico el método ASTM D8159.

10.3.4.3. Ligante asfáltico resultante

10.3.4.3.1.- Ligante asfáltico convencional resultante

La frecuencia mínima de ensayos para el ligante asfáltico convencional resultante es la que se indica en la Tabla 36.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---|------------|----------------------------|
| Viscosidad rotacional a 60 °C ⁽¹⁾⁽²⁾ | ASTM D4402 | Cada 10 partidas recibidas |

Tabla 36. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico convencional resultante

- ⁽¹⁾ EL ligante asfáltico debe ser recuperado de la dilución con solvente (generada en el ensayo de lavado) empleando la metodología descrita en la normativa ASTM D5404.
- ⁽²⁾ Podrá también emplearse para el proceso de lavado y recuperación del cemento asfáltico el método ASTM D8159.

10.3.4.3.2.- Ligante asfáltico modificado resultante

La frecuencia mínima de ensayos para el ligante asfáltico modificado resultante es la que se indica en la Tabla 37.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---|------------|----------------------------|
| Viscosidad rotacional a 170 °C ⁽¹⁾⁽²⁾ | ASTM D4402 | Cada 10 partidas recibidas |
| Recuperación elástica torsional ⁽¹⁾⁽²⁾ | IRAM 6830 | Cada 10 partidas recibidas |

Tabla 37. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico modificado resultante.

- ⁽¹⁾ EL ligante asfáltico debe ser recuperado de la dilución con solvente (generada en el ensayo de lavado) empleando la metodología descrita en la normativa ASTM D5404.
- ⁽²⁾ Podrá también emplearse para el proceso de lavado y recuperación del cemento asfáltico el método ASTM D8159.

10.3.4.4.- Emulsiones asfálticas

Las frecuencias y ensayos para las emulsiones asfálticas deben cumplimentar lo establecido en el PLIEGO GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES Y CARRETERAS para Sección 4D “Riegos de Adherencia”, Sección 4A “Riegos de Imprimación” y Sección 4C “Riegos de Curado”.

10.3.5.- Aditivos, fibras u otros materiales en pellets

El Plan de Ensayos que realizar sobre los aditivos, fibras u otros materiales en pellets, así como también la frecuencia de estos, debe ser propuestos por el Contratista, y aprobado por el Director de Obra.

10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la producción de mezcla asfáltica; la misma se resume en la Tabla 38.

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 mezcla asfáltica, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|--|--|
| Estabilidad Marshall | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Porcentaje de vacíos | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Vacíos del agregado mineral (VAM) | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Relación Estabilidad-Fluencia ⁽¹⁾ | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Porcentaje Relación Betún-Vacíos (RBV) | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Porcentaje de resistencia conservada mediante el ensayo de Tracción Indirecta | IRAM 6846-2 | Cada 10 lotes de producción |
| Verificación de relación Cv/Cs | IRAM 1542 | Cada lote de producción |
| Contenido de ligante asfáltico | ASTM D8159 ASTM D2172 y ASTM D6307 | Cada lote de producción |
| Granulometría | IRAM 1501 IRAM 1505 | Cada lote de producción |
| Contenido de agua | VN-E55 | Cada 10 lotes de producción ⁽²⁾ |
| Medición de la temperatura de la mezcla asfáltica a la salida de planta | --- | Cada equipo de transporte |
| Verificación del aspecto visual de la mezcla a la salida de planta ⁽³⁾ | --- | Cada equipo de transporte |
| Medición de la temperatura de la mezcla asfáltica durante la colocación (en el tornillo sin fin) | --- | Cada equipo de transporte |

Tabla 38. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de mezcla asfáltica

- ⁽¹⁾ Sólo aplica a mezclas elaboradas con ligante asfáltico de diseño del tipo convencional.
- ⁽²⁾ Para el caso en el cual los agregados presenten una absorción superior al 1 %, a consideración del Director de Obra, esta determinación se podrá realizar en cada lote de producción. Dicho valor de contenido de agua se debe restar del contenido de asfalto obtenido por el método empleado a efectos de verificar el cumplimiento del punto 11.1.1.
- ⁽³⁾ Se debe verificar que no haya segregación, que no haya agregados mal cubiertos de ligante, etc.

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 39.

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 |
|--|-----------|--------------------------|
| Porcentaje medio de vacíos | IRAM 6845 | Cada lote de obra |
| Espesor medio de testigos | --- | Cada lote de obra |
| Macrotextura superficial | IRAM 1850 | Cada lote de obra |
| Determinación del ancho | --- | Cada 100 m |
| Determinación del perfil transversal | --- | Cada 100 m |
| Regularidad superficial (IRI) ⁽¹⁾ | --- | Por tramo ⁽²⁾ |

Tabla 39. Plan de ensayos sobre la unidad terminada

⁽¹⁾ La longitud del tramo es la indicada en el Punto 10. Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada, o bien la estipulada en la especificación técnica particular.

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.- Requisitos del proceso de producción (lote de producción)

11.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)

La determinación del contenido de ligante asfáltico se debe hacer sobre una muestra tomada de una unidad de transporte perteneciente al lote de producción en estudio.

La elección de la unidad de transporte se debe efectuar según lo descrito en el Punto 10.1 “Generalidades”.

El contenido medio de ligante asfáltico del lote de producción en estudio es la media de dos ensayos de contenido de ligante asfáltico sobre la muestra tomada, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a dos y media décimas por ciento (0,25 %).

El contenido medio de ligante asfáltico correspondiente al lote de producción debe encuadrarse dentro de una tolerancia de más o menos tres décimas y media por ciento ($\pm 0,35$ %) respecto del valor correspondiente a la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

11.1.2. Ligante asfáltico resultante (lote de producción)

11.1.2.1.- Ligante asfáltico convencional resultante

Para las mezclas asfálticas cuyo ligante asfáltico de diseño adoptado sea convencional, los requisitos que debe cumplir el ligante resultante se establecen en la Tabla 40.

| Parámetro | Método | Requisito |
|---|-----------|----------------|
| Viscosidad rotacional a 60 °C ⁽¹⁾⁽²⁾ | IRAM 6837 | ⁽³⁾ |

Tabla 40. Requisito sobre el ligante asfáltico convencional resultante

- ⁽¹⁾ EL ligante asfáltico debe ser recuperado de la dilución con solvente (generada en el ensayo de lavado) empleando la metodología descrita en la normativa ASTM D5404.
- ⁽²⁾ Podrá también emplearse para el proceso de lavado y recuperación del cemento asfáltico el método ASTM D-8159.
- ⁽³⁾ La viscosidad rotacional a sesenta grados Celsius (60 °C) del ligante asfáltico resultante debe ser menor o igual a la máxima viscosidad rotacional establecida en la tabla 4 de la norma ASTM D3381 para el residuo del ensayo RTFOT para el grado de cemento asfáltico de diseño adoptado. Ejemplo: si el ligante asfáltico convencional de diseño fuera un AC30, la viscosidad rotacional a 60 °C máxima admitida del ligante asfáltico resultante será 12000 Pa*seg.

11.1.2.2.- Ligante asfáltico modificado resultante

Para las mezclas asfálticas cuyo ligante asfáltico de diseño adoptado sea modificado, los requisitos que debe cumplir el ligante resultante se establecen en la Tabla 41.

| Parámetro | Método | Requisito |
|---|-----------|------------------|
| Viscosidad rotacional a 170 °C ⁽¹⁾⁽²⁾ | IRAM 6837 | Máximo 8 dPa*seg |
| Recuperación elástica torsional ⁽¹⁾⁽²⁾ | IRAM 6830 | ⁽³⁾ |

Tabla 41. Requisito sobre el sobre el ligante asfáltico modificado resultante.

- ⁽¹⁾ EL ligante asfáltico debe ser recuperado de la dilución con solvente (generada en el ensayo de lavado) empleando la metodología descrita en la normativa ASTM D5404.
- ⁽²⁾ Podrá también emplearse para el proceso de lavado y recuperación del cemento asfáltico el método

ASTM D8159.

- ⁽³⁾ El valor de recuperación elástica torsional debe de resultar mayor al 80 % del valor mínimo establecido en la normativa IRAM6596 para el tipo de ligante asfáltico modificado de diseño adoptado. Ejemplo: si el ligante asfáltico modificado de diseño fuera un AM3, el valor mínimo de recuperación elástica torsional del ligante asfáltico resultante será $56 \% = 70 * 0.8 \%$.

11.1.3.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)

La determinación de los vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta se debe hacer sobre tres (3) probetas Marshall elaboradas de acuerdo con la metodología establecida en la Norma IRAM 6845, empleando la energía y temperatura de compactación indicada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

El porcentaje de vacíos medios de la mezcla asfáltica de planta, correspondiente al lote de producción en estudio, debe encuadrarse dentro de una tolerancia de más o menos uno por ciento ($\pm 1.5 \%$) respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

11.1.4.- Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)

La determinación de la estabilidad de la mezcla asfáltica de planta se debe hacer sobre tres (3) probetas Marshall elaboradas de acuerdo con la metodología establecida en la Norma IRAM 6845, empleando la energía y temperatura de compactación indicada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

La estabilidad media de la mezcla asfáltica de cada lote de producción debe verificar los límites establecidos en el Punto 7.3. "Criterios de dosificación" de la presente especificación.

11.1.5.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)

Se debe realizar una granulometría para cada ensayo de contenido de ligante asfáltico realizado al lote de producción en estudio.

Se considera granulometría media de los agregados recuperados al promedio de las granulometrías obtenidas en los ensayos realizados sobre el lote de producción en cuestión.

La granulometría media de los agregados pétreos recuperados debe cumplir con las tolerancias admisibles, respecto a la granulometría de la Fórmula de Obra vigente, indicadas en la Tabla 42.

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados pétreos recuperados, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la mezcla asfáltica en el Punto 7.2 "Husos granulométricos".

| | | | | | | | | |
|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|
| 19 mm | 12,5mm | 9,5mm | 4,75mm | 2,36um | 600 um | 300 um | 150 um | 75 um |
| (3/4") | (1/2") | (3/8") | (N°4) | (N°8) | (N°30) | (N°50) | (N°100) | (N°200) |

| | | | | |
|---------|---------|---------|---------|-----------|
| +/- 6 % | +/- 5 % | +/- 4 % | +/- 3 % | +/- 1.5 % |
|---------|---------|---------|---------|-----------|

Tabla 42. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados

11.1.6.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)

La determinación de la temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta se debe realizar sobre cada unidad de transporte.

Se debe tomar la temperatura en no menos de tres puntos de la mezcla asfáltica en la unidad de transporte en estudio. Dichos puntos deben encontrarse a una profundidad no menor de cinco centímetros (5 cm) de la superficie del material, y deben estar distanciados entre ellos más de dos metros (2 m).

La temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta de la unidad de transporte en estudio es la media de las mediciones de la temperatura efectuadas, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a diez grados Celsius (10 °C).

La temperatura media de la mezcla asfáltica de cada unidad de transporte debe estar comprendida dentro del rango informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente para el proceso de mezclado.

11.1.7.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (equipo de transporte)

La determinación de la temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación se debe realizar para cada unidad de transporte.

Para cada unidad de transporte, una vez que la misma haya descargado entre el veinticinco por ciento (25 %) y el setenta y cinco por ciento (75 %) de la mezcla asfáltica en la tolva de la terminadora, se debe tomar la temperatura de la mezcla asfáltica en no menos de tres puntos en el tornillo sin fin, a no menos de cinco centímetros (5 cm) de profundidad de la superficie del material.

La temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación de la unidad de transporte en estudio es la media de las mediciones de la temperatura efectuadas, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a diez grados Celsius (10 °C).

La temperatura media de la mezcla asfáltica de cada unidad de transporte debe estar comprendida dentro del rango informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente para el proceso de compactación.

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

11.2.1.- Vacíos de aire en la mezcla colocada y compactada (lote de obra)

La determinación de los vacíos de aire en la mezcla asfáltica colocada y compactada se debe hacer sobre testigos extraídos del lote de obra en estudio.

Se deben sacar testigos cada cien metros (100 m) por franja colocada, variando aleatoriamente su ubicación según lo indicado en el Punto 10.1. "Generalidades". El número de testigos a extraer por lote de obra nunca debe ser inferior a ocho (8).

La compactación de la mezcla asfáltica en la obra debe ser tal que los vacíos medios de los testigos correspondientes al lote de obra en estudio se encuentren comprendidos entre el tres por ciento (3 %) ⁽¹⁾ y el siete por ciento (7 %) ⁽²⁾, con un desvío estándar no superior a dos y medio por ciento (2,5 %).

Simultáneamente, en ningún caso los vacíos medidos en los testigos correspondientes a un lote de obra pueden tener una diferencia de más o menos dos por ciento ($\pm 2,0$ %) respecto del valor de los vacíos medios correspondientes al lote de producción empleado para la ejecución del lote de obra considerado.

Para el cálculo de los vacíos correspondientes a los testigos del lote de obra en estudio, se debe tomar la Densidad Máxima Teórica (Densidad Rice) correspondiente al lote de producción empleado para la construcción del lote de obra de donde se extrajo el testigo.

La determinación de la Densidad Máxima Teórica (Densidad Rice) se debe hacer sobre las muestras empleadas para la determinación del contenido de ligante asfáltico, según la Norma IRAM 6845.

El valor de la Densidad Máxima Teórica (Densidad Rice) del lote de producción en estudio es la media de dos (2) ensayos realizados. Se debe verificar que la diferencia entre el mayor y el menor valor utilizados para el cálculo de la Densidad Rice resulte menor a cinco centésimas de gramo por centímetro cúbico (0,05 g/cm³).

Para la determinación de la densidad de los testigos se debe emplear la metodología descrita en la normativa IRAM 6845-2. ⁽³⁾

⁽¹⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como dos por ciento (2 %).

⁽²⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como ocho por ciento (8 %).

⁽³⁾ Se podrá adoptar una metodología alternativa a la IRAM 6845-2 para la determinación de la densidad de la mezcla compactada del lote, tales como medidores de densidad no nucleares del tipo eléctrico o similares. Previo a ello el Director de Obra debe de aprobar el uso de este, la metodología a emplear y el factor de corrección o ajuste a utilizar, siempre tomando como referencia los valores obtenidos a través del método IRAM 6845-2.

11.2.2.- Espesor (lote de obra)

La determinación del espesor medio del lote de obra en estudio se debe hacer sobre los testigos utilizados para la determinación de los vacíos de aire de la mezcla colocada correspondientes al mencionado lote.

La determinación del espesor se debe realizar con calibre. Cualquier otro método de medición propuesto por el Contratista queda sujeto a la aprobación del Director de Obra.

El espesor medio del lote de obra debe ser igual o mayor al espesor teórico de proyecto.

Simultáneamente, se debe cumplimentar que el Coeficiente de variación (Cv) de los espesores de los testigos del lote de obra resulte inferior al veinte por ciento (20 %) ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Este requisito es aplicable en los siguientes casos:

- ❖ Capas de rodamiento en Obras Nuevas.
- ❖ Capas de rodamiento en Obras de Rehabilitación en las que el espesor de las capas de mezcla asfáltica colocadas, sin importar los diferentes tipos de mezcla asfáltica involucradas, es igual o superior a diez centímetros (≥ 10 cm) y dicho espesor no se coloca en capa única.
- ❖ Para casos diferentes de los anteriores, los requisitos se establecen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

11.2.3.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m)**11.2.3.1.- Ancho**

La determinación del ancho de capa asfáltica se debe verificar en perfiles transversales cada cien metro (100 m).

El ancho de cada capa asfáltica considerada en ningún caso debe ser inferior al ancho teórico indicado en los Planos de Proyecto.

11.2.3.2.- Perfil transversal

La verificación del perfil transversal se debe efectuar en perfiles transversales cada cien metros (100 m).

La pendiente de cada perfil transversal no debe ser inferior a dos décimas por ciento (0,2 %) ni superior a cuatro décimas por ciento (0,4 %) de la pendiente transversal establecida en los planos del proyecto.

11.2.4.- Regularidad superficial (tramo)**11.2.4.1.- Capas de rodamiento****11.2.4.1.1.- Medición intermedia**

Los considerandos establecidos en el presente punto corresponden a la medición de la rugosidad superficial al momento de alcanzar la capa asfáltica en ejecución un avance físico del 25 %.

Se debe controlar la regularidad superficial mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI), de acuerdo con el procedimiento vigente de la Dirección Nacional de Vialidad.

Para la determinación del IRI se deben considerar tramos de mil metros (1.000 m) de longitud, calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro (hm) del tramo en estudio. Cada uno de los tramos de mil metros (1.000 m) involucrados en la longitud de la obra debe cumplir lo especificado en la siguiente Tabla 43. Los requisitos establecidos en la Tabla 43 resultan aplicables en los siguientes casos:

- ❖ Capas de rodamiento en Obras Nuevas.
- ❖ Capas de rodamiento en Obras de Rehabilitación en las que el espesor de las capas de mezcla asfáltica colocadas, sin importar los diferentes tipos de mezcla asfáltica involucradas, es igual o superior a diez centímetros (≥ 10 cm) y dicho espesor no se aplica en una capa única.

Para casos diferentes de los anteriores, como obras de rehabilitación, por ejemplo, los requisitos se establecen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

| Porcentaje de hectómetros [%] | Requisitos |
|-------------------------------|----------------|
| 50 | IRI < 1,6 m/km |
| 80 | IRI < 1,8 m/km |
| 100 | IRI < 2,0 m/km |

Tabla 43. Requisitos de IRI

Los requisitos establecidos en la Tabla 43 corresponden al IRI promedio de las mediciones sobre ambas huellas (externa e interna). En los casos en los cuales solo se mida sobre una huella, los requisitos de la presente especificación técnica deben de ser cumplidos por la medición correspondiente a la huella externa.

Los gastos asociados a esta medición de carácter intermedio serán afrontados por la empresa contratista. Para esta medición se podrán emplear equipos clase I y clase III previamente homologados por el MTOP y se tomarán como requisitos los estipulados en la Tabla 43 en el caso de corresponder o en su defecto los obrantes en las especificaciones técnicas particulares.

11.2.4.1.1.- Medición final

Esta determinación se debe realizar en el período comprendido entre la finalización de la obra en estudio y antes de que la misma alcance seis (6) meses de servicio (habilitada al tránsito).

Se debe controlar la regularidad superficial mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI), de acuerdo con el procedimiento vigente de la Dirección Nacional de Vialidad y empleando un equipo clase I.

Para la determinación del IRI se deben considerar tramos de mil metros (1.000 m) de longitud, calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro (hm) del tramo en estudio. Cada uno de los tramos de mil metros (1.000 m) involucrados en la longitud de la obra debe cumplir lo especificado en la Tabla 43. Los requisitos establecidos en la Tabla 43 resultan aplicables en los siguientes casos:

- ❖ Capas de rodamiento en Obras Nuevas.
- ❖ Capas de rodamiento en Obras de Rehabilitación en las que el espesor de las capas de mezcla asfáltica colocadas, sin importar los diferentes tipos de mezcla asfáltica involucradas, es igual o superior a diez centímetros (≥ 10 cm) y dicho espesor no se aplica en una capa única.

Para casos diferentes de los anteriores, como obras de rehabilitación, por ejemplo, los requisitos se establecen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los requisitos establecidos en la Tabla 43 corresponden al IRI promedio de las mediciones sobre ambas huellas (externa e interna). En los casos en los cuales solo se mida sobre una huella, los requisitos de la presente especificación técnica deben de ser cumplidos por la medición correspondiente a la huella externa.

11.2.4.2.- Capas de base y capas de rodamiento

En las juntas de trabajo transversales de capas contiguas, se deben realizar dos (2) mediciones con la regla de tres metros (3m) de longitud en dos (2) posiciones diferentes:

- ❖ Primera posición: Se apoya la regla en dirección paralela al eje del camino, en posición simétrica sobre la junta transversal, a un metro de uno de los bordes de la faja colocada. Se mide la máxima distancia entre la superficie de la carpeta de rodamiento en estudio y el borde inferior de la regla.
- ❖ Segunda posición: Se apoya la regla en dirección paralela al eje del camino, en posición simétrica sobre la junta transversal, a un metro del otro borde de la faja colocada. Se mide la máxima distancia entre la superficie de la carpeta de rodamiento en estudio y el borde inferior de la regla.

Para todos los casos, los apartamientos entre el borde inferior de la regla y la superficie de la capa deben resultar iguales o menores a cinco milímetros (5 mm).

11.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra)

Las exigencias vinculadas a este punto aplican sólo a capas de rodamiento.

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 en puntos contiguos a los establecidos para la extracción de testigos.

El valor medio de estas determinaciones mencionadas anteriormente y su respectivo desvío estándar deben cumplimentar los requisitos establecidos en la Tabla 44.

| Característica | Norma | Requisito |
|---------------------------------|--------------------------|--|
| Macrotextura (Círculo de arena) | IRAM 1850 ⁽¹⁾ | Promedio del lote > 0,35 mm Desvío estándar < 0,15 mm |

Tabla 44. Requisito de macrotextura superficial inicial

- ⁽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.

12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo del proceso de producción de la mezcla asfáltica y de la unidad terminada se aplican sobre los lotes definidos en el Punto 9.2. Lotes.

En todos los casos en que se rechace un lote (de obra o de producción) o una unidad de transporte, 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

12.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)

El contenido de ligante asfáltico del lote de producción en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.1. "Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)".

Si el contenido medio de ligante asfáltico del lote de producción no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos tres décimas por ciento ($\pm 0,35 \%$) respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos cinco décimas por ciento ($\pm 0,50 \%$), se acepta el lote de producción con un descuento del diez por ciento (10 %) sobre la superficie del lote de obra ejecutado con el lote de producción en cuestión siempre que la mezcla asfáltica verifique el resto de las exigencias asociadas a parámetros volumétricos y mecánicos contemplados en la presente especificación técnica.

Si el contenido medio de asfalto 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.

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 asfáltica.

12.1.2. Ligante asfáltico resultante (lote de producción)

12.1.2.1.- Ligante asfáltico convencional resultante

Si no se cumple lo estipulado en el Punto 11.1.2.1 para las mezclas asfálticas cuyo ligante asfáltico de diseño resulte convencional, se acepta el lote de producción con un descuento del 15 % sobre el o los lotes de obra construidos con el lote de producción en estudio si se verifica el requisito de la Tabla 45.

Si no se cumpliera esto último el lote de producción y por ende el o los lotes de obra construidos con el lote de producción en estudio deben ser rechazados. 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 asfáltica.

| Parámetro | Método | Requisito |
|---|-----------|----------------|
| Viscosidad rotacional a 60 °C ⁽¹⁾⁽²⁾ | IRAM 6837 | ⁽³⁾ |

Tabla 45. Requisito sobre el ligante asfáltico convencional resultante

- ⁽¹⁾ EL ligante asfáltico debe ser recuperado de la dilución con solvente (generada en el ensayo de lavado) empleando la metodología descrita en la normativa ASTM D5404.
- ⁽²⁾ Podrá también emplearse para el proceso de lavado y recuperación del cemento asfáltico el método ASTM D8159.
- ⁽³⁾ La viscosidad rotacional a sesenta grados Celsius (60 °C) del ligante asfáltico resultante debe ser menor o igual a 15000 dPa*seg.

12.1.2.2.- Ligante asfáltico modificado resultante

Si no se cumple lo estipulado en el Punto 11.1.2.2 para las mezclas asfálticas cuyo ligante asfáltico de diseño resulte modificado, se acepta el lote de producción con un descuento del 15 % sobre el o los lotes de obra construidos con el lote de producción en estudio si se verifica el requisito de la Tabla 46.

Si no se cumpliera esto último el lote de producción y por ende el o los lotes de obra construidos con el lote de producción en estudio deben ser rechazados. 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 asfáltica.

| Parámetro | Método | Requisito |
|---|-----------|-------------------|
| Viscosidad rotacional a 170 °C ⁽¹⁾⁽²⁾ | IRAM 6837 | Máximo 10 dPa*seg |
| Recuperación elástica torsional ⁽¹⁾⁽²⁾ | IRAM 6830 | ⁽³⁾ |

Tabla 46. Requisito sobre el sobre el ligante asfáltico modificado resultante.

- ⁽¹⁾ EL ligante asfáltico debe ser recuperado de la dilución con solvente (generada en el ensayo de lavado) empleando la metodología descrita en la normativa ASTM D5404.
- ⁽²⁾ Podrá también emplearse para el proceso de lavado y recuperación del cemento asfáltico el método ASTM D8159.
- ⁽³⁾ El valor de recuperación torsional debe de resultar mayor al 50 % del valor mínimo establecido en la normativa IRAM-6596 para el tipo de ligante asfáltico modificado de diseño.

12.1.3.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)

El porcentaje de vacíos medios del lote de producción de la mezcla asfáltica en probetas Marshall debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.3. "Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)".

Si el porcentaje medio de vacíos del lote de producción no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos uno y medio por ciento (± 1.5 %) respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos dos y medio por ciento (± 2.5 %), se acepta el lote de producción, pero corresponde una penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra ejecutado con el lote de producción en estudio.

Si el porcentaje medio de vacíos del lote de producción se encuentra por afuera del entorno de más o menos dos y medio por ciento (± 2.5 %) respecto del porcentaje de vacíos informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente, corresponde el rechazo del lote de producción en consideración y por ende del lote de obra con este construido. 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 asfáltica.

12.1.4.- Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)

La aceptación del lote de producción en lo vinculado a la estabilidad de la mezcla asfáltica se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.4. “Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)”.

Si la estabilidad media de la mezcla asfáltica no verifica lo establecido en el Punto 11.1.4. “Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)” pero es mayor o igual al noventa por ciento (90 %) del mínimo establecido en la Fórmula de Obra aprobada, se acepta el lote de producción con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre el lote de obra ejecutado con el lote de producción en estudio.

Si la estabilidad media de la mezcla asfáltica 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.

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 asfáltica.

12.1.5.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)

La aceptación del lote de producción de la mezcla asfáltica en relación con la granulometría de los agregados recuperados se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.5. “Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)”.

Si la granulometría media de los agregados recuperados no cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el Punto 11.1.5. “Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)”, pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 47 se acepta el lote de producción con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra ejecutado con el lote de producción en cuestión siempre que la mezcla asfáltica verifique el resto de las exigencias asociadas a parámetros volumétricos y mecánicos contemplados en la presente especificación técnica.

| | | | | | | | | |
|---------|---------|--------|---------|-----------|----------|--------|----------|---------|
| 19 mm | 12,5mm | 9,5mm | 4,75mm | 2,36um | 600 um | 300 um | 150 um | 75 um |
| (3/4") | (1/2") | (3/8") | (N°4) | (N°8) | (N°30) | (N°50) | (N°100) | (N°200) |
| +/- 7 % | +/- 5 % | | +/- 4 % | +/- 4.5 % | +/- 3.5% | | +/- 2.5% | |

Tabla 47. Tolerancias granulométricas ampliadas de la mezcla de agregados

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados pétreos, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede resultar por fuera del huso granulométrico establecido para la mezcla asfáltica en el Punto 11.1.5. “Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)”.

Si la granulometría media de los agregados recuperados 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 asfáltica.

12.1.6.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)

La aceptación de la unidad de transporte en lo vinculado a la temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta se verifica si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.6. “Temperatura de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)”.

Si la temperatura media de la mezcla asfáltica no verifica lo establecido en el Punto 11.1.6. “Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)”, pero es inferior a la temperatura máxima indicada en el Punto 7.3.2.4. “Temperaturas del proceso”, puede el Contratista colocarla en obra bajo su responsabilidad; quedando el tramo construido con la mezcla asfáltica de la unidad de transporte observado. Se debe realizar un ensayo de recuperación controlada del ligante asfáltico (ASTM D5404) de la muestra de mezcla asfáltica de la unidad de transporte en estudio.

Sobre el ligante asfáltico recuperado, para el caso de ligantes asfálticos convencionales, se debe ejecutar un ensayo de viscosidad rotacional a sesenta grados Celsius (60°C), según Norma IRAM 6837.

Si el valor de dicho parámetro resulta ser menor o igual al máximo establecido en la tabla 4 de la normativa ASTM D3381 para el residuo de RTFOT del grado de ligante asfáltico de diseño adoptado, se acepta la unidad de transporte y la fracción de lote de obra ejecutado con aquella con un descuento del quince por ciento (15 %).

Sobre el ligante asfáltico recuperado, para el caso de ligantes asfálticos modificados, se debe ejecutar un ensayo de recuperación elástica torsional, según Norma IRAM 6830. Si el valor de recuperación torsional resulta mayor al 50 % del valor mínimo establecido en la normativa IRAM 6596 para el tipo de ligante asfáltico modificado de diseño, se acepta la unidad de transporte y la fracción de lote de obra ejecutado con aquella con un descuento del quince por ciento (15 %).

Si no se cumple lo anteriormente expuesto, se procede al rechazo del lote construido con la unidad de transporte en estudio, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado de la fracción del lote en consideración y a la reposición de la capa asfáltica.

12.1.7.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (unidad de transporte)

La aceptación de la unidad de transporte en lo vinculado a la temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.7. “Temperatura de la mezcla asfáltica durante la colocación (equipo de transporte)”.

Si no se cumple lo anteriormente expuesto, se procede al rechazo del lote construido con la unidad de transporte en estudio, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado de la fracción del lote en consideración y a la reposición de la capa asfáltica.

12.2.- Unidad terminada

12.2.1.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica colocada y compactada (lote de obra)

La aceptación del lote de obra en lo relacionado al porcentaje de vacíos medios de los testigos de la unidad terminada se efectiviza si se cumple lo establecido en el Punto 11.2.1. “Vacíos de aire en la mezcla colocada y compactada (lote de obra)”.

Si el porcentaje de vacíos de los testigos del lote de obra en estudio se encuentra comprendido entre el tres por ciento (3 %) ⁽¹⁾ y el siete por ciento (7 %) ⁽²⁾; y el desvío estándar no verifica ser menor a dos por ciento (2,0 %), pero si menor a tres por ciento (3,0 %), corresponde la aceptación del lote con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie de este.

Si el porcentaje de vacíos medios de los testigos del lote de obra en estudio se encuentra comprendido entre el siete por ciento (7 %) ⁽²⁾ y el ocho por ciento (8 %) ⁽⁴⁾; y el desvío estándar es menor a dos por ciento (2,0 %); corresponde la aceptación con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Si el porcentaje de vacíos medios de los testigos del lote de obra en estudio se encuentra comprendido entre el dos por ciento (2 %) ⁽³⁾ y el tres por ciento (3 %) ⁽¹⁾; y el desvío estándar es menor a dos por ciento (2,0 %); corresponde la aceptación con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Lo anteriormente expuesto es válido si se verifica que el porcentaje medio de vacíos de los testigos del lote de obra no difieren en más o en menos dos y medio por ciento (± 2.5 %) del valor de vacíos medios correspondiente al lote de producción empleado en la construcción del lote de obra en estudio.

Si el porcentaje de vacíos medios del lote 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 asfáltica.

- ⁽¹⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como dos por ciento (2 %).
- ⁽²⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como ocho por ciento (8 %).
- ⁽³⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como uno por ciento (1 %).
- ⁽⁴⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como nueve por ciento (9 %).

12.2.2.- Espesor (lote de obra)

12.2.2.1.- Para capas de rodamiento

El espesor medio de los testigos del lote de obra debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.2. “Espesor (lote de obra)”.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al espesor de proyecto y se cumplimenta que el coeficiente de variación es mayor al veinte por ciento (20 %) y menor al treinta por ciento (30 %), se acepta el lote de obra con una penalidad del cinco por ciento (5 %).

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es inferior al espesor de proyecto o el coeficiente de variación es mayor al treinta por ciento (30 %), se rechaza el lote.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponerla; o, previa autorización del Director de Obra, colocar de nuevo 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.

12.2.2.2.- Resto de las capas

El espesor medio de los testigos del lote de obra debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.2. “Espesor (lote de obra)”.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al espesor de proyecto y se cumplimenta que el coeficiente de variación es mayor al veinte por ciento (20 %) y menor al treinta por ciento (30 %), se acepta el lote de obra con una penalidad del cinco por ciento (5 %).

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al noventa por ciento (90 %) del espesor de proyecto y el coeficiente de variación (Cv) es inferior al veinte por ciento (20 %), queda a criterio del Director de Obra aceptar el lote de obra sin descuento. Esto es factible sólo en el caso de que sea viable la compensación de la merma del espesor de la capa en estudio con un espesor adicional en la capa siguiente por cuenta del Contratista.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al noventa por ciento (90 %) del espesor de proyecto y el coeficiente de variación (Cv) es igual o superior al veinte por ciento (20 %) y menor al treinta por ciento (30 %), queda a criterio del Director de Obra aceptar el lote de obra con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio. Para que ello ocurra debe

resultar viable la compensación de la merma del espesor de la capa con un espesor adicional en la capa siguiente, por cuenta del Contratista.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra resulta inferior al noventa por ciento (90 %) del espesor de proyecto y el coeficiente de variación resulta superior al veinte por ciento (20 %), se rechaza el lote de obra en estudio.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponerla; o, previa autorización del Director de Obra, colocar de nuevo 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.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m)

Los lugares en los cuales no se cumplan las exigencias establecidas en el Punto 11.2.3. “Ancho y perfil transversal (cada 100 m)” de la presente especificación técnica deben ser corregidos por cuenta del Contratista.

12.2.4.- Regularidad superficial (tramo)

12.2.4.1.- Capas de rodamiento

12.2.4.1.1.- Medición intermedia

Los considerandos establecidos en el presente punto corresponden a la medición de la rugosidad superficial al momento de alcanzar la capa asfáltica en estudio un avance físico del 25 % tal cual lo planteado en el Punto 11.2.4.1.1.

Los valores de regularidad superficial sobre el tramo medido deben de cumplimentar lo establecido en el Punto 11.2.4.1.1 “Capas de rodamiento” del presente documento.

Si los valores de la regularidad superficial del tramo medido de la capa de rodamiento en estudio exceden los límites establecidos anteriormente, se procede de la siguiente forma:

- ❖ Se efectúa un descuento retroactivo del 10 % del costo del ítem sobre la superficie certificada desde el inicio de la construcción de la capa asfáltica en estudio, teniendo la empresa constructora que efectuar las gestiones pertinentes, a su entero costo, destinadas a cumplimentar los requisitos de rugosidad obrantes en el contrato para el tramo en estudio.
- ❖ Simultáneamente, dicho descuento se mantendrá efectivo sobre las superficies a certificar hasta el momento en el cual la empresa constructora demuestre haber alcanzado a verificar los

requisitos de IRI establecidos en la especificación técnica de la capa asfáltica en consideración.

- ❖ Para ello deberá efectuar una nueva medición intermedia a su costo, pudiendo emplear equipos clase I para esta medición homologados por el MTOP, y cumplir en esta nueva medición con las exigencias de rugosidad correspondientes a la especificación técnica de la capa asfáltica en evaluación.

12.2.4.1.2.- Medición final

Esta determinación se debe realizar en el período comprendido entre la finalización de la obra en estudio y antes de que la misma alcance seis (6) meses de servicio (habilitada al tránsito).

Los valores de regularidad superficial deben de cumplimentar lo establecido en el Punto 11.2.4.2. “Capas de rodamiento” del presente documento.

Si los valores de la regularidad superficial del tramo de la capa de rodamiento en estudio exceden los límites establecidos anteriormente, se procede de la siguiente manera:

Si el porcentaje de tramos de 1 km que no verifican los requisitos representan menos del diez por ciento ($< 10\%$) de la longitud del tramo en estudio, el Contratista debe corregir, por cuenta propia, los defectos de regularidad superficial en los hectómetros que no verifican el cumplimiento del requisito de IRI. La localización de dichos defectos se debe hacer sobre los perfiles longitudinales obtenidos en la medición de la regularidad superficial.

Si el porcentaje de tramos de 1 km que no verifican los requisitos representan igual o más del diez por ciento ($\geq 10\%$) de la longitud del tramo en estudio, se rechaza el mencionado tramo.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponerla; o, previa autorización del Director de Obra, colocar de nuevo otra capa similar sobre la rechazada, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga de estructuras. Esto es posible si la capa colocada cumple con el resto de los requisitos establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

Para los casos en los cuales resultan aplicables los requisitos de la Tabla 43, si los valores de la regularidad superficial de la capa de rodamiento en estudio cumplimentan lo establecido en el Punto 11.2.4.1. “Capas de rodamiento”, y asimismo verifican los requisitos de la Tabla 48, se acepta el mencionado tramo y se aplica una bonificación adicional sobre la superficie de la capa de rodamiento del tramo en cuestión.

El porcentaje de bonificación aplicable será el establecido en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. En caso de no estar expresamente indicado, se entenderá que no corresponde la aplicación de bonificación adicional.

| Porcentaje de hectómetros [%] | Requisitos |
|-------------------------------|----------------|
| 50 | IRI < 1,0 m/km |
| 80 | IRI < 1,3 m/km |
| 100 | IRI < 1,5 m/km |

Tabla 48. Requisitos de IRI para obra con abono adicional

12.2.4.2.- Capas de base y capas de rodamiento

En relación con las juntas transversales de construcción, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en el Punto 11.2.4.2. “Capas de base y capas de rodamiento”.

Para cada junta: Si en dos (1) de las dos (2) mediciones, los apartamientos entre el borde inferior de la regla y la superficie de la carpeta son mayores a cinco milímetros (5 mm), pero inferiores a siete milímetros (7 mm), se acepta la junta.

Si las juntas transversales de construcción no cumplen con lo expuesto anteriormente se debe proceder a la corrección de estas por cuenta del Contratista.

12.2.5.- 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 11.2.5 “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 noventa por ciento (> 90 %) 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 noventa por ciento (< 90 %) 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 mezcla asfáltica de recibo será medida en peso, expresado en toneladas, con apreciación del décimo de tonelada, y calculado, para cada lote de obra, como el producto de la superficie cubierta (según las características geométricas de proyecto y las modificaciones a las mismas autorizadas previamente por el Director de Obra) por el espesor promedio de la capa correspondiente al lote de obra y por el peso específico promedio de la mezcla compactada (obtenido de los testigos extraídos del lote de obra en cuestión) de acuerdo al Punto 11.2.1.

El espesor promedio que adoptar en el cálculo que antecede no excederá nunca del espesor de proyecto acrecido en el cinco (5) por ciento de este.

El Director de Obra podrá optar por un método de medición directa del tonelaje de mezcla bituminosa de recibo, colocada en obra, o por otro equivalente basado en los registros de los partes diarios de obra, para cada lote de obra aprobado.

La cantidad de mezcla determinada por cualquiera de los procedimientos detallados anteriormente no podrá nunca exceder el peso conjunto de las cantidades de mezcla entregada, registrados en los partes diarios de la planta asfáltica.

El ligante asfáltico utilizado en la mezcla bituminosa de recibo, será medido en peso, expresado en toneladas, con apreciación del décimo de tonelada, y calculado para cada lote de obra aprobado, como el producto de las toneladas de mezcla de recibo colocadas en el lote de obra, por el contenido promedio de ligante asfáltico del lote de producción en consideración (determinado en las condiciones del Punto 11.1.1 de la presente Sección) al cual habrá que restar el ligante asfáltico aportado por el RAP.

El Director de Obra podrá optar por un método de medición directa del tonelaje del material bituminoso utilizado en la mezcla bituminosa de recibo basado en los registros de los partes diarios de la obra y en las toneladas de mezcla bituminosa asignadas a cada lote de obra aprobado.

El Director de Obra utilizará el primer método de medición indicado salvo que resulte imposible su aplicación, circunstancia para la cual se empleará el segundo método previsto en base a las toneladas medidas en planta.

La cantidad de material bituminoso determinado por cualquiera de los procedimientos previstos en el artículo anterior no podrá exceder al peso conjunto que, de aquel material, hubiere ingresado la obra.

14.- FORMA DE PAGO

Las cantidades de mezcla bituminosa empleada en la ejecución de capas y que hayan merecido la aceptación del Director de Obra, determinadas en la forma establecida en el Punto 13 de la presente Sección se pagaran al precio unitario por tonelada, establecido en el contrato para el tipo respectivo, previa aplicación de las penalidades.

En todos los casos, dicho precio será la compensación total de los gastos que se originen en:

- ❖ la limpieza de la superficie a recubrir, previa al esparcido de la mezcla.
- ❖ la adquisición, extracción, acondicionamiento, transporte, almacenamiento, preparación, mezclado, y demás operaciones a que deben ser sometidos los diversos materiales que integran la mezcla, para alcanzar su producción en la forma especificada.
- ❖ la carga, transporte, descarga, colocación, terminación, compactación y demás operaciones ejecutadas con la mezcla para completar la construcción de la capa de base, o de rodadura, en la forma especificada.
- ❖ la adquisición, carga, transporte, descarga, colocación y terminación de los materiales necesarios para ejecutar la regularización de acordamiento, en la forma especificada, de los bordes externos de la capa de mezcla, con las zonas de la carretera adyacentes a ellos
- ❖ la conservación de las obras hasta su recepción definitiva.

De dicho precio se excluyen solamente:

- ❖ los gastos originados en el riego de imprimación o en el riego de adherencia, previos a la colocación de la mezcla asfáltica, y en las etapas constructivas que preceden a dichas operaciones, cuyas bases de pago se estipulan en la especificación técnica del ítem.
- ❖ los gastos originados en la adquisición, carga, transporte, descarga, almacenamiento y preparación del ligante asfáltico, previos al mezclado, que se pagarán por separado, en la forma establecida en el Punto 13.

15.- CONSERVACIÓN

La conservación de cada una de las capas asfálticas contemplada en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de estas 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. Si el deterioro de alguna de las capas ejecutadas afectara la superficie de rodamiento, base, capas intermedias y/o subrasante, 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, como así también de depresiones, de baches aislados y de pequeñas superficies 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 6C – Mezclas arena-asfalto en caliente (MAAC) y semicaliente (MAAS)

| | |
|---|----|
| ÍNDICE..... | 1 |
| 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 mezclas del tipo MAAC | 6 |
| 3.2.- Definición y nomenclatura para mezclas del tipo MAAS..... | 7 |
| 4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN | 7 |
| 5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES..... | 8 |
| 5.1.- Agregados..... | 8 |
| 5.1.1.- Características generales..... | 8 |
| 5.1.2.- Agregado grueso | 9 |
| 5.1.3.- Agregado fino | 11 |
| 5.1.4.- Relleno mineral (Filler)..... | 12 |
| 5.2.- Ligantes asfálticos | 13 |
| 5.2.1.- Ligantes asfáltico convencional..... | 13 |
| 5.2.2.- Ligante asfáltico modificado | 13 |
| 5.2.3.- Otro tipo de ligante asfáltico..... | 13 |
| 5.2.4.- Aditivos, fibras u otros materiales..... | 13 |
| 6.- ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO | 14 |
| 6.1.- Espesor de la capa asfáltica de arena-asfalto..... | 14 |

| | |
|--|-----------|
| 6.2.- Husos granulométricos..... | 14 |
| 6.3.- Criterios para el proceso de diseño..... | 15 |
| 6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra..... | 16 |
| 7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS..... | 18 |
| 7.1.- Consideraciones generales..... | 18 |
| 7.2.- Equipos de obra..... | 18 |
| 7.2.1.- Tanques de almacenamiento del ligante asfáltico..... | 18 |
| 7.2.2.- Planta asfáltica..... | 19 |
| 7.2.3.- Equipos para distribución de riego de adherencia y riego de imprimación..... | 20 |
| 7.2.4.- Equipos para el transporte de mezcla asfáltica..... | 20 |
| 7.2.5.- Equipos de transferencia. MTV (Material Transfer Vehicle)..... | 21 |
| 7.2.6.- Equipos de distribución..... | 22 |
| 7.2.7.- Equipos de compactación..... | 23 |
| 7.3.- Ejecución de las obras..... | 24 |
| 7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo..... | 24 |
| 7.3.2.- Proceso de elaboración de la mezcla asfáltica..... | 25 |
| 7.3.4.- Colocación..... | 26 |
| 7.3.5.- Compactación..... | 26 |
| 7.3.6.- Juntas transversales y juntas longitudinales..... | 27 |
| 7.3.7.- Limpieza..... | 29 |
| 8.- TRAMO DE PRUEBA..... | 29 |
| 9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO..... | 30 |
| 9.1.- Mezclas asfálticas tipo MAAC..... | 30 |
| 9.2.- Mezclas asfálticas tipo MAAS..... | 31 |
| 10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD..... | 31 |
| 10.1.- Generalidades..... | 31 |
| 10.2.- Lotes..... | 33 |
| 10.2.1.- Definición de lote de producción..... | 33 |

| | |
|--|----|
| 10.2.2.- Definición de lote de obra..... | 33 |
| 10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales..... | 33 |
| 10.3.1.- Agregados..... | 34 |
| 10.3.2.- Ligantes asfálticos..... | 35 |
| 10.3.3.- Aditivos, fibras u otros materiales en pellets..... | 36 |
| 10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica..... | 36 |
| 10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada..... | 37 |
| 10.6.- Archivo de la información..... | 38 |
| 11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA..... | 38 |
| 11.1.- Requisitos del proceso de producción (lote de producción)..... | 38 |
| 11.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)..... | 38 |
| 11.1.2.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)..... | 39 |
| 11.1.3.- Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)..... | 39 |
| 11.1.4.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)..... | 39 |
| 11.1.5.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)..... | 40 |
| 11.1.6.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (equipo de transporte)..... | 40 |
| 11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra)..... | 41 |
| 11.2.1.- Espesor (lote de obra)..... | 41 |
| 11.2.2.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m)..... | 41 |
| 12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO..... | 41 |
| 12.1.- Proceso de producción..... | 42 |
| 12.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)..... | 42 |
| 12.1.2.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)..... | 42 |
| 12.1.3.- Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)..... | 43 |
| 12.1.4.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)..... | 43 |
| 12.1.5.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)..... | 44 |
| 12.1.6.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (unidad de transporte)..... | 44 |
| 12.2.- Unidad terminada..... | 45 |
| 12.2.1.- Espesor (lote de obra)..... | 45 |
| 12.2.2.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m)..... | 45 |

| | |
|-------------------------|----|
| 13.- MEDICIÓN..... | 45 |
| 14.- FORMA DE PAGO..... | 46 |
| 15.- CONSERVACIÓN..... | 47 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Normas técnicas de aplicación | 6 |
| Tabla 2. Sistema de designación de las mezclas arena – asfalto en caliente..... | 6 |
| Tabla 3. Sistema de designación de las mezclas tipo arena – asfalto semicalientes..... | 7 |
| Tabla 4. Índice de prestación..... | 8 |
| Tabla 5. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados | 9 |
| Tabla 6. Requisitos de los agregados gruesos..... | 10 |
| Tabla 7. Requisitos de los agregados provenientes de canto rodado | 11 |
| Tabla 8. Requisitos de los agregados gruesos basálticos..... | 11 |
| Tabla 9. Requisitos de los agregados finos..... | 12 |
| Tabla 10. Requisitos de la cal hidratada..... | 13 |
| Tabla 11. Requisitos granulométricos de la cal hidratada..... | 13 |
| Tabla 12. Huso granulométrico del esqueleto granular de la mezcla arena-asfalto..... | 15 |
| Tabla 13. Requisitos para el proceso de diseño..... | 15 |
| Tabla 14. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra..... | 18 |
| Tabla 15. Requisitos que deben cumplir los tanques de almacenamiento de los ligantes asfálticos..... | 19 |
| Tabla 16. Requisitos que deben cumplir las plantas asfálticas | 20 |
| Tabla 17. Requisitos que deben cumplir los equipos de transporte de mezcla asfáltica | 21 |
| Tabla 18. Requisitos que debe cumplir el equipo de transferencia (MTV). | 22 |
| Tabla 19. Requisitos que debe cumplir el equipo de distribución y colocación de mezclas asfálticas | 23 |
| Tabla 20. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de mezclas asfálticas | 24 |
| Tabla 21. Plan de ensayos sobre el agregado grueso..... | 34 |
| Tabla 22. Plan de ensayos sobre el agregado fino. | 35 |
| Tabla 23. Plan de ensayos sobre el relleno mineral..... | 35 |
| Tabla 24. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico convencional..... | 35 |
| Tabla 25. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico modificado..... | 36 |
| Tabla 26. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de mezcla asfáltica..... | 37 |
| Tabla 27. Plan de ensayos sobre la unidad terminada..... | 38 |
| Tabla 28. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados..... | 39 |
| Tabla 29. Tolerancias granulométricas ampliadas de la mezcla de agregados | 43 |

1.- DESCRIPCIÓN

Esta sección refiere a los requisitos que deben verificar las mezclas asfálticas tipo arena-asfalto en caliente y semicaliente, de granulometría continua, empleados en la construcción de capas asfálticas retardadoras de la propagación de fisuras; en lo vinculado a las características de los insumos constitutivos de las mismas y los procesos de diseño, elaboración y colocación.

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 mezclas del tipo MAAC

Se define como Mezcla Arena Asfalto en Caliente (MAAC) a la combinación de un ligante asfáltico (convencional o modificado), agregados (incluido Filler) y eventualmente aditivos; elaboradas en plantas al efecto y colocadas en obra a temperatura muy superior al ambiente.

A continuación, se resume el sistema de designación que se utiliza a lo largo de la presente especificación, de manera de individualizar los diferentes tipos de MAAC abordados o alcanzados en esta sección.

| | |
|------|--------------|
| MAAC | AC-XX / AM-Y |
|------|--------------|

Tabla 2. Sistema de designación de las mezclas arena – asfalto en caliente

Donde:

MAAC: Sigla que indica que se trata de un “Mezcla tipo Arena – Asfalto en Caliente”.

AC-XX: Indicación correspondiente a los asfaltos convencionales con grado de viscosidad XX, donde XX puede ser 20, 30 o 40 de acuerdo con la Norma ASTM D3381 tabla 4.

AM-Y: Indicación correspondiente a los asfaltos modificados tipo Y, donde Y puede ser 1, 2, 3 o 4 de acuerdo con la Norma IRAM 6596.

3.2.- Definición y nomenclatura para mezclas del tipo MAAS

Se define como Mezcla Arena Asfalto Semicaliente (MAAS) a la combinación de un ligante asfáltico (convencional o modificado), agregados (incluido Filler) y eventualmente aditivos; elaboradas en plantas asfálticas y colocadas en obra a una temperatura de, como mínimo, treinta grados Celsius (30 °C) por debajo de la temperatura correspondiente al mismo tipo de mezcla asfáltica de la tecnología en caliente (MAAC).

A continuación, se resume el sistema de designación que se utiliza a lo largo de la presente especificación, de manera de individualizar los diferentes tipos de MAAS abordados o alcanzados en esta sección.

| | |
|------|--------------|
| MAAS | AC-XX / AM-Y |
|------|--------------|

Tabla 3. Sistema de designación de las mezclas tipo arena – asfalto semicalientes

MAAS: Sigla que indica que se trata de un “Mezcla tipo Arena – Asfalto Semicalientes”.

AC-XX: Indicación correspondiente a los asfaltos convencionales con grado de viscosidad XX, donde XX puede ser 20, 30 o 40 de acuerdo con la Norma ASTM D3381 tabla 4.

AM-Y: Indicación correspondiente a los asfaltos modificados tipo Y, donde Y puede ser 1, 2, 3 o 4 de acuerdo con la Norma IRAM 6596.

4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN

Los requisitos de los materiales componentes de las mezclas asfálticas como así también de las mezclas asfálticas propiamente dichas se encuentran diferenciados en la presente especificación técnica de acuerdo con la ubicación en el paquete estructural y del 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 4 los dos (2) índices de prestación considerados en el presente documento.

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

Tabla 4. Índice de prestación.

5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES

5.1.- Agregados

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 introducción en las tolvas en frío. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin que se verifique segregación. ❖ El número mínimo de fracciones debe ser de tres (3), incluido el relleno mineral (Filler). El Director de Obra puede exigir un mayor número de |

| | |
|--|---|
| | <p>fracciones, si lo estima necesario, para cumplir las tolerancias exigidas en el Punto 6.2. "Husos granulométricos".</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ 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. ❖ Los acopios de agregados finos deben mantenerse cubiertos, de manera de evitar su humedecimiento, en un volumen no menor a una semana de producción normal. ❖ 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 siete (7) 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 5. 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", destinado a la preparación de mezclas bituminosas, 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 y de la ubicación de la capa asfáltica. Los mismos se establecen en la Tabla 6 y en la Tabla 7.

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 | |
|--|------------------------|--|------|
| Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” ⁽¹⁾ | IRAM 1532 | < 35 % | |
| Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm | IRAM 10501 | No Plástico | |
| Micro Deval ⁽¹⁾ | ASTM D6928 | Clasificación por prestación | |
| | | P1 | P2 |
| | | ≤ 17 | ≤ 17 |
| 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. | |
| Determinación de la densidad relativa y de la densidad aparente. | IRAM 1533 | Determinación obligatoria | |
| Durabilidad por ataque con sulfato de sodio | IRAM 1525 | ≤ 12 | |

Tabla 6. 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 | --- | > 3 (*) Tamaño mínimo de la partícula a triturar respecto a la partícula resultante de mayor tamaño. |

Tabla 7. Requisitos de los agregados provenientes de canto rodado

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 | < 25 % | |
| Micro Deval | ASTM D6928 | Clasificación por prestación | |
| | | P1 | P2 |
| | | ≤ 17 | ≤ 17 |
| Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide | UY A 26 | ≤ 60% | |

Tabla 8. Requisitos de los agregados gruesos 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 dependen del Índice de Prestación y de la ubicación de la capa asfáltica. Los mismos se establecen en la Tabla 8.

El agregado fino será 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.

Los agregados finos para emplear en la construcción de capas de rodamiento no deben provenir de canteras de naturaleza caliza.

| 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 6 y Tabla 8 (si corresponde) para el Coeficiente de desgaste Los Ángeles. |
| Equivalente de arena | IRAM 1682 | $\geq 50 \%$ |
| 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 ⁽²⁾ | 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 9. Requisitos de los agregados finos

- ⁽²⁾ 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 provengan de la recuperación de finos durante el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica.

5.1.4.2.- Requisitos de la cal hidratada

La cal hidratada debe ser homogénea, seca y libre de grumos provenientes de las partículas. La misma se debe encuadrar dentro de la Norma IRAM 1508. Asimismo, debe cumplir los requisitos establecidos en la Tabla 9.

| Ensayo | Norma | Exigencia |
|---------------|-----------|--|
| Granulometría | IRAM 1505 | Requisitos establecidos en la Tabla 10 |

Tabla 10. Requisitos de la cal hidratada

La granulometría de la cal hidratada debe estar comprendida dentro de los límites definidos en la Tabla 10.

| Ensayo | Porcentaje en peso que pasa |
|----------------------------|-----------------------------|
| 425 μm (N° 40) | 100% |
| 150 μm (N° 100) | >90% |
| 75 μm (N° 200) | >75% |

Tabla 11. Requisitos granulométricos de la cal hidratada

5.2.- Ligantes asfálticos

5.2.1.- Ligantes asfáltico convencional

El ligante asfáltico a emplear se debe encuadrar dentro de la Norma ASTM D3381 tabla 4. El tipo de ligante asfáltico se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.2.- Ligante asfáltico modificado

El ligante asfáltico a emplear se debe encuadrar dentro de la Norma IRAM 6596. El tipo de ligante asfáltico se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.3.- Otro tipo de ligante asfáltico

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede establecer el uso de un ligante asfáltico que no se encuadre dentro del Punto 5.2.1. “Ligante asfáltico convencional” o el Punto 5.2.2. “Ligante asfáltico modificado”, dependiendo de las condiciones de proyecto.

En este caso, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares debe establecer las características y exigencias a solicitar para el ligante asfáltico. Las mezclas asfálticas elaboradas con estos ligantes deben cumplimentar el resto de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

5.2.4.- Aditivos, fibras u otros materiales

En el caso de incorporación de aditivos, fibras u otros materiales, con el objeto de alcanzar una mejora de alguna característica de la mezcla asfáltica 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, fibras 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 producción de la/s mezcla/s asfáltica/s, el Director de Obra debe aprobar la propuesta presentada.

En las fórmulas donde se empleen fibras, las mismas deben ser capaces de inhibir el escurrimiento del ligante, no deben ser nocivas para la salud y el medio ambiente ni interactuar negativamente con el ligante ni con los agregados. Las mismas deben ser suministradas en pellets o sueltas. En ambos casos se debe asegurar las condiciones de almacenamiento, de dosificación y mezclado en planta asfáltica.

6.- ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

6.1.- Espesor de la capa asfáltica de arena-asfalto

La relación entre el espesor de la capa asfáltica a colocar y el tamaño máximo nominal para el tipo de mezcla considerada debe cumplir con la siguiente premisa:

$$\diamond 2,2 \text{ cm} \leq e \leq 3,0 \text{ cm}$$

Donde:

e: espesor de la capa de arena-asfalto

6.2.- Husos granulométricos

La granulometría resultante de la mezcla o composición de las diferentes fracciones de agregados (incluido el Filler) debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en las Tabla 11.

| Tamices | Porcentaje en peso que pasa ⁽¹⁾ |
|----------------|--|
| | AA 5 ⁽²⁾ |
| 9,5 mm (3/8") | 100 |
| 4,75 mm (N° 4) | 85-100 |
| 2,36 mm (N° 8) | 80-90 |

| | |
|---------------------------|-------|
| 600 μm (N° 30) | 55-80 |
| 300 μm (N° 50) | 30-60 |
| 75 μm (N°200) | 4-14 |

Tabla 12. Huso granulométrico del esqueleto granular de la mezcla arena-asfalto

⁽¹⁾ Si existe una diferencia entre los pesos específicos de las fracciones utilizadas (incluido el filler) superior al 0,2 gr/cm³, la dosificación se hace en volumen.

⁽²⁾ Se coloca solo la parte de la nomenclatura vinculada al esqueleto granular (tamaño máximo).

6.3.- Criterios para el proceso de diseño

El tipo de ligante asfáltico a emplear en la capa asfáltica en consideración, se definen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. En defecto de la definición, se debe considerar la condición más exigente.

Los criterios que considerar en el proceso de diseño en laboratorio de la mezcla arena-asfalto, para la obtención de la Fórmula de Trabajo, se resumen en la Tabla 12.

| Parámetro | | Exigencia |
|---|--|--|
| Ensayo Marshall (IRAM 6845) | N° golpes por cara ⁽¹⁾ | 50 |
| | Estabilidad | > 8 kN |
| | Vacíos en la mezcla ⁽²⁾ | 2 % - 4 % |
| | Vacíos del agregado mineral (VAM) ⁽²⁾ | ≥ 12 % |
| | Relación Betún-Vacíos (RBV) | 68 % - 80 % |
| Resistencia conservada mediante el ensayo de tracción indirecta (IRAM 6846-2) | | > 80 % |
| Contenido mínimo de Cal Hidratada, en peso sobre total del esqueleto granular | | 0,5 % |
| Proporciones máximas en volumen de Filler en mezclas (IRAM 1542) | | Para ligante asfáltico tipo convencional: $C_v/C_s \leq 1,0$ Para ligante asfáltico tipo modificado: $C_v/C_s \leq 1,1$ |

Tabla 13. Requisitos para el proceso de diseño

- ⁽¹⁾ Para ligantes asfálticos convencionales, los rangos de temperatura de mezclado y compactación de la mezcla asfáltica en laboratorio deben ser los que permitan verificar los siguientes rangos de viscosidad rotacional (determinada a partir de la metodología descrita en la Norma IRAM 6837):

- ❖ Mezclado: $1,7 \text{ dPa} \cdot \text{seg} \pm 0,2 \text{ dPa} \cdot \text{seg}$
- ❖ Compactación: $2,8 \text{ dPa} \cdot \text{seg} \pm 0,3 \text{ dPa} \cdot \text{seg}$

Para ligantes asfálticos modificados, la temperatura de compactación para la elaboración de las probetas Marshall debe estar comprendida dentro del rango $160^{\circ}\text{C} - 165^{\circ}\text{C}$; o bien la recomendada por el proveedor del ligante asfáltico.

Para mezclas del tipo CAS, las temperaturas de mezclado y de compactación son especificadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

- ⁽²⁾ Se adopta como criterio de diseño para establecer el porcentaje óptimo de asfalto, aquel para el cual el contenido de vacíos es del 3 %.
- ❖ Dicho valor se obtiene de la curva de sensibilidad “contenido de vacíos vs contenido de ligante asfáltico” correspondiente al esqueleto granular adoptado.
 - ❖ Se debe de verificar simultáneamente en la curva de sensibilidad “VAM vs contenido de ligante asfáltico” correspondiente al esqueleto granular adoptado, que dicho contenido de asfalto correspondiente al 3 % de vacíos se encuentre sobre la rama descendente (rama seca) de la gráfica “VAM vs contenido de ligante asfáltico”.

6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra

La elaboración y colocación regular de la mezcla asfáltica no se debe iniciar hasta que el Director de Obra haya aprobado la correspondiente Fórmula de Obra presentada por el Contratista. Para la aprobación de la Fórmula de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente.

La fórmula 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 la mezcla asfáltica, o se excedan sus tolerancias de calidad, la Fórmula 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 “Fórmula de Obra única e inamovible”.

Para todo tipo de mezcla asfáltica, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de Obra, puede exigir un estudio de sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría y contenido de ligante, dentro de las tolerancias establecidas en el presente documento.

Los informes de presentación de la Fórmula 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 y proporción en peso de cada fracción del agregado y rellenos minerales (filler). ❖ Granulometría de los agregados combinados, incluido el o los rellenos minerales (filler). ❖ 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. ❖ Ensayos realizados sobre la cal hidratada, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 9 y 10. |
| Ligante asfáltico, aditivos y/o fibras | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, hoja técnica del producto, hoja de seguridad y proporción en la Fórmula de Obra aprobada y vigente, respecto del peso total de la mezcla asfáltica (incluido el o los rellenos minerales) del ligante asfáltico. ❖ Cuando se empleen aditivos y/o fibras, debe indicarse su denominación, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa del ligante asfáltico. |
| Calentamiento y mezclado | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La temperatura máxima y mínima de la mezcla asfáltica a la salida de la planta. Para ello, se puede considerar los valores recomendados por el proveedor del ligante asfáltico empleado. |
| Temperatura de compactación | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe indicarse la temperatura mínima de la mezcla asfáltica al iniciar la compactación y la mínima al terminarla. |
| Ajustes en el Tramo de Prueba | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La fórmula informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el Tramo de Prueba. |
| Parámetros volumétricos ⁽¹⁾ | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre las mezclas asfálticas, como mínimo los contempladas en el Tabla 12. ❖ Análisis de sensibilidad al contenido de ligante asfáltico de los ensayos arriba mencionados. |
| Parámetros mecánicos ⁽¹⁾ | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre las mezclas asfálticas, como mínimo los contempladas en el Tabla 12. ❖ Análisis de sensibilidad al contenido de ligante asfáltico de los ensayos arriba mencionados. |

| Parámetro | Información que debe ser consignada |
|---|-------------------------------------|
| Informe de presentación de la Fórmula de Obra | ❖ Presentar Anexo I. Planilla DNV. |

Tabla 14. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra

- ⁽¹⁾ El análisis de sensibilidad se debe realizar, como mínimo, para los siguientes contenidos de ligante asfáltico: +0,3%; +0,6%; -0,3%; -0,6%. Porcentajes respecto al contenido de ligante asfáltico adoptado para la mezcla, informado en la Fórmula de Obra.

7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.1.- Consideraciones generales

Cuando sea necesario aplicar un producto antiadherente o de limpieza sobre los equipos de elaboración, transporte, extendido o compactación, éste debe ser, en general, una solución jabonosa, un agente tensoactivo u otros productos de verificada experiencia, que garanticen que no son perjudiciales para la mezcla bituminosa ni para el medioambiente, debiendo ser aprobados por el Director de Obra.

No se permite, a excepción de autorización del Director de Obra, el empleo de productos derivados de la destilación del petróleo.

No se puede utilizar en la ejecución regular de una mezcla bituminosa 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 del ligante asfáltico

Los ligantes asfálticos se deben almacenar en tanques que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 14.

| Características | Requisitos |
|---------------------------|---|
| Tanques de almacenamiento | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Los tanques de almacenamiento de los ligantes asfálticos deben ser, preferiblemente, cilíndricos y verticales y estar térmicamente aislados entre sí y el medio ambiente. ❖ El tanque de almacenamiento debe tener un sistema de calentamiento que permita mantener la temperatura de almacenamiento del ligante asfáltico dentro del entorno indicado por el proveedor del ligante. ❖ Los tanques de almacenamiento deben disponer de un sistema de recirculación. Para el caso de los asfaltos modificados, es deseable |

| | |
|--|---|
| | <p>contar con un sistema de agitación.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Todas las tuberías directas y bombas, utilizadas para el traspaso del ligante asfáltico desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento, y de éste al mezclador de la planta o mezclado, deben estar dotados de un sistema que permita la perfecta limpieza y barrido de los conductos después de cada jornada de trabajo. |
|--|---|

Tabla 15. Requisitos que deben cumplir los tanques de almacenamiento de los ligantes asfálticos

7.2.2.- Planta asfáltica

Los Concretos Asfálticos Densos de granulometría continua se deben fabricar en plantas que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 15.

| Características | Requisitos |
|-----------------------------------|---|
| Capacidad de producción | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Se indica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, en función del plan de trabajo. |
| Alimentación de agregados | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar con una cantidad de silos de dosificación en frío al menos igual al número de fracciones de los agregados que componen la Fórmula de Obra aprobada y vigente, y nunca inferior a tres (3). ❖ La planta debe contar con dispositivos que eviten la contaminación de las distintas fracciones entre tolvas al momento de efectuar la alimentación de estas. ❖ La planta debe contar con zaranda de rechazo de agregados que excedan el tamaño máximo establecido para el concreto asfáltico en proceso de elaboración. ❖ Las plantas del tipo continuas deben tener un sistema de control que compense en la dosificación la humedad de los agregados. |
| Alimentación del Filler de aporte | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe contar con un sistema de adición controlado. |
| Alimentación de cal | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe contar con un sistema de adición controlado. |
| Calentamiento y mezclado | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe posibilitar la obtención de una mezcla homogénea, con las proporciones ajustadas a la respectiva Fórmula de Obra aprobada y vigente, y a la temperatura adecuada para el transporte y colocación. ❖ La planta debe evitar sobrecalentamientos puntuales que afecten a los materiales. ❖ El proceso de secado y calentamiento de agregados no debe contaminar |

| Características | Requisitos |
|---|--|
| | <p>con residuos de hidrocarburos no quemados a la mezcla.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ En plantas del tipo discontinuas “por pastones (batch)”, se debe contar con no menos de cuatro (4) tolvas de almacenamiento de agregados en caliente. |
| Incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Si se prevé la incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets a la mezcla, la planta debe contar un sistema de adición controlado para cada uno de los componentes empleados. |
| Reincorporación de polvos | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar con un sistema para recuperar (evitar la emisión de polvo mineral a la atmósfera) y reincorporar a la mezcla asfáltica, de manera controlada, el polvo recolectado durante el proceso de elaboración de la mezcla. |
| Pesaje de producción | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Las plantas de tipo continuo contarán con una balanza (electrónica o mecánica) para el pesaje completo de los camiones cargados equipada con un sistema automático de registro de las pesadas, con su respectivo sistema de calibración. Las plantas de tipo discontinuo o por pastones deberán contar con pesas de calibración de las respectivas balanzas. |
| Aspectos ambientales | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar con elementos que permitan cumplimentar con la normativa vigente. |
| Almacenamiento de mezcla elaborada | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar preferiblemente con un silo de almacenamiento de mezcla elaborada de no menos de quince toneladas (15 t) de capacidad. |
| Pantas asfálticas con hornos tipo “secador – mezclador” | <ul style="list-style-type: none"> ❖ No se encuentran permitas estos tipos de usinas asfálticas |

Tabla 16. Requisitos que deben cumplir las plantas asfálticas

7.2.3.- Equipos para distribución de riego de adherencia y riego de imprimación

Los equipos de distribución de riego de adherencia e imprimación deben cumplimentar lo establecido en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Riegos de Adherencia de la DNV y en el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para Riegos de Imprimación de la DNV.

7.2.4.- Equipos para el transporte de mezcla asfáltica

Los equipos de transporte de mezclas asfálticas deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 16.

| Características | Requisitos |
|-------------------------|--|
| Capacidad de transporte | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El número y capacidad de los camiones debe ser acorde al volumen de producción de la planta asfáltica y a la distancia de transporte, de modo de no frenar el proceso de elaboración y colocación. |
| Caja de transporte | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Se debe aplicar algún agente que evite la adherencia de la mezcla asfáltica a la caja de transporte. Dicho producto debe respetar lo establecido en el Punto 7.1. “Consideraciones generales”. ❖ La forma y altura de los camiones debe ser tal que, durante la descarga en la terminadora, el camión sólo toque a esta a través de los rodillos de empuje provistos a tal efecto. ❖ Para el caso de transporte de mezcla asfáltica para la ejecución de tareas de bacheo, la caja de transporte debe contar con aislamiento térmico en todos sus laterales. |
| Cubierta de protección | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La caja de los equipos de transporte debe cubrirse con algún elemento (lona o protector adecuado) que impida la circulación de aire sobre la mezcla asfáltica. ❖ Dicha cubierta debe alcanzar un solape con la caja, tanto lateral como frontalmente, de no menos de cincuenta centímetros (50 cm). La compuerta trasera debe aislarse térmicamente de manera fija. ❖ La cobertura se debe mantener ajustada debidamente durante todo el transporte. ❖ Esto se debe cumplir siempre, independientemente de la temperatura ambiente y/o cualquier otro factor, tanto climático como no climático. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a diez grados Celsius (10 °C) se deben agregar cobertores laterales, los mismos pueden ser del mismo material que el cobertor superior. ❖ No se admiten cobertores que permitan la circulación de aire sobre la mezcla (ejemplo: lona tipo “media sombra”). |

Tabla 17. Requisitos que deben cumplir los equipos de transporte de mezcla asfáltica

7.2.5.- Equipos de transferencia. MTV (Material Transfer Vehicle)

Los equipos de transferencia MTV (Material Transfer Vehicle), deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 17. El Director de obra podrá a su criterio evaluar la posibilidad de uso de un potencial equipo de transferencia propuesto por la contratista que no se ajuste por completo a los lineamientos establecidos en la presente Tabla.

| Característica | Requisitos |
|-----------------------------------|--|
| Generalidades | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia empleado deberá ser una máquina autopropulsada capaz de recibir la mezcla asfáltica desde los equipos de transporte, almacenarlo y transferirlo a la terminadora sin contacto con esta. ❖ En caso de falla del MTV durante la pavimentación, el contratista deberá suspenderla. Sin embargo, la mezcla en tránsito al momento de la avería podrá colocarse sin el uso del MTV. |
| Capacidad | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia debe tener una capacidad mínima de almacenamiento de 15 toneladas. |
| Accesorio tolva de terminadora | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La terminadora debe estar equipada con un contenedor en su tolva para recibir la mezcla asfáltica directamente a la cinta transportadora de alimentación del equipo de transferencia. ❖ La capacidad mínima de la tolva con el accesorio debe ser de 8 T |
| Sistema de remezclado | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia debe de contar con un sistema de remezclado en la zona de almacenamiento. |
| Capacidad de transporte de cintas | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Las cintas de transporte deben de contar con una capacidad mínima de transporte de 500 T/h |
| Velocidad de trabajo | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia debe de contar con la posibilidad de verificar una velocidad de trabajo de hasta 10 m/min. |

Tabla 18. Requisitos que debe cumplir el equipo de transferencia (MTV).

7.2.6.- Equipos de distribución

Los equipos de distribución de la mezcla asfáltica (terminadoras asfálticas), deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 18.

| Característica | Requisitos |
|---|---|
| Sensores de uniformidad de distribución | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe contar con equipamiento que permite tomar referencias altimétricas y de línea, destinadas a proveer regularidad en la superficie de la mezcla distribuida. |
| Alimentación de la mezcla | <ul style="list-style-type: none"> ❖ De poder abastecer de mezcla asfáltica a la caja de distribución de forma constante y pareja. |

| Característica | Requisitos |
|---------------------------------------|--|
| Caja de distribución | ❖ La porción de la caja de distribución que excede el chasis de la terminadora debe contar con un cierre frontal (contraescudo), el cual se debe de utilizar cuando la extensión empleada resulte igual o superior 0.40 m. |
| Tornillos helicoidales | ❖ Los tornillos helicoidales deben tener una extensión tal que sus extremos se encuentren entre diez y treinta y cinco centímetros (10-35 cm) de los bordes de la caja de distribución. (1) |
| Distribución transversal de la mezcla | ❖ Debe contar con sensores y/o algún sistema que permita mantener una altura uniforme de la mezcla asfáltica en todo el ancho de la caja de distribución, coincidente con la posición del eje de los tornillos helicoidales. |
| Plancha | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La posición altimétrica de la plancha debe poder ser regulada en forma automática mediante sensores referidos a la capa base u otra referencia que permita distribuir la mezcla asfáltica con regularidad a lo largo del perfil longitudinal. ❖ El calentamiento de la plancha debe ser homogéneo, sin sobrecalentamientos localizados en la misma. ❖ La plancha principal y las extensiones telescópicas deben contar con un sistema de precompactación constituido por alguno de estos sistemas (o combinación de estos): barras apisonadoras frontales (tamper), barras de presión en la parte posterior de la plancha o vibración. |

Tabla 19. Requisitos que debe cumplir el equipo de distribución y colocación de mezclas asfálticas

⁽¹⁾ Se podrá exceptuar esta condición en el caso de ensanches para ramas de acceso/egreso de reducida longitud, para terminadoras con plancha telescópica.

7.2.7.- Equipos de compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 19.

| Característica | Requisitos |
|--------------------------|---|
| Número y tipo de equipo | ❖ El número y las características de los equipos de compactación deben ser acordes a la superficie, tipo de mezcla asfáltica, espesor de la capa que se debe compactar y al nivel de producción (ritmo de trabajo). |
| Compactadores neumáticos | ❖ Los rodillos neumáticos deben contar con protecciones de lona u otro material de modo de generar recintos que limiten el enfriamiento de |

| | |
|-------------------------|---|
| | <p>los neumáticos. Tales elementos deben extenderse en la parte frontal y lateral de cada conjunto de neumáticos y alcanzar la menor distancia posible respecto de la superficie de la mezcla que se compacta. Asimismo, 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.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Los compactadores deben poder invertir la marcha mediante una acción suave; también deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimientos en la mezcla asfáltica. ❖ El peso mínimo del equipo debe ser de ocho toneladas (8 t). |
| Compactadores metálicos | <ul style="list-style-type: none"> ❖ 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 pueden ser estáticos, vibratorios u oscilatorios. ❖ Los compactadores vibratorios y los oscilatorios deben tener dispositivos automáticos para eliminar la vibración/oscilación al invertir el sentido de su marcha. ❖ Los compactadores deben poder invertir la marcha mediante una acción suave. ❖ Los compactadores deben poder obtener una superficie homogénea, sin marcas o desprendimientos en la mezcla asfáltica. ❖ El peso mínimo del equipo debe ser de ocho toneladas (8 t). |

Tabla 20. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de mezclas asfálticas

7.3.- Ejecución de las obras

7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo

Previo colocación de la mezcla asfáltica, la superficie de apoyo se debe encontrar aprobada por el Director de Obra, de acuerdo con el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de la misma.

La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros, de modo tal que el espesor de colocación de la mezcla se pueda encuadrar dentro de las tolerancias establecidas para este parámetro. Previo a la colocación de la capa asfáltica se debe aplicar el correspondiente riego de adherencia.

La superficie de apoyo debe estar libre de manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.

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 elaboración de la mezcla asfáltica

7.3.2.1.- Alimentación de los agregados

Durante la producción, cada tolva en uso debe mantener un nivel de material entre el cincuenta por ciento (50%) y el cien por ciento (100%) de su capacidad.

7.3.2.2.- Temperatura de almacenamiento del ligante asfáltico

La temperatura del ligante asfáltico en el tanque de almacenamiento debe estar comprendida dentro del rango de temperaturas establecidas por el fabricante.

7.3.2.3.- Temperaturas del proceso

Para el Normal proceso de elaboración de la mezcla asfáltica, se deben respetar las temperaturas establecidas en el Fórmula de Obra aprobada y vigente.

Luego de dosificado el ligante asfáltico, la temperatura máxima de la mezcla asfáltica no debe exceder los ciento noventa grados Celsius (190°C) para el caso de ligantes asfálticos modificados; o los ciento setenta grados Celsius (170°C), para el caso de ligantes asfálticos convencionales.

Para el caso de mezclas arena asfalto semicalientes, las temperaturas arriba detalladas se especifican en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

7.3.2.4.- Carga en los equipos de transporte

La carga de la mezcla asfáltica en los equipos de transporte debe realizarse en masa, evitando la descarga de pequeñas cantidades para completar la carga. Se deben formar varias pilas contiguas en la caja de transporte, de manera de minimizar la segregación de la mezcla asfáltica.

7.3.3.- Transporte de la mezcla asfáltica

La mezcla asfáltica se debe transportar en equipos de transporte desde la planta de producción hasta la terminadora o equipo de transferencia.

El transporte se debe realizar en el menor tiempo posible, minimizando pérdida de temperatura de la mezcla asfáltica.

En el momento de la descarga en la terminadora o en el equipo de transferencia, su temperatura no debe ser inferior a la especificada en la Fórmula de Obra. Asimismo, durante todo el proceso de descarga, no se debe quitar la cobertura del equipo de transporte.

7.3.4.- Colocación

La altura de los tornillos helicoidales durante la colocación de la mezcla asfáltica debe ser tal que su parte inferior se sitúe a no más de cinco centímetros del plano de la placa o plancha de la terminadora. Debe procurarse que el tornillo sin fin gire en forma lenta y continua.

La colocación de la mezcla 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 de la terminadora, el desfase con la junta longitudinal de la/las capas inferior y superior y la no coincidencia de la junta longitudinal con alguna huella del tránsito.

Después de haber colocado y compactado una franja, se debe ejecutar la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre a una temperatura por encima de la mínima establecida para la compactación; en caso contrario, se debe realizar una junta de acuerdo con lo establecido en el presente documento.

La terminadora se debe regular de forma que la superficie de la capa colocada resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante, espesor y sección transversal indicados en los Planos del Proyecto, con las tolerancias establecidas en el presente documento para los mismos. La colocación se debe realizar con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la terminadora a la producción de la planta asfáltica, de modo que sea constante y que no se detenga.

En caso de parada, se debe comprobar que la temperatura de la mezcla que quede sin colocar en la tolva de la terminadora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la Fórmula de Obra aprobada y vigente para el inicio de la compactación; de lo contrario, se debe descartar y ejecutar una junta transversal.

7.3.5.- Compactación

La compactación de las mezclas ejecutadas con ligantes asfálticos convencionales se debe hacer con compactadores metálicos y/o neumáticos.

La compactación de las mezclas ejecutadas con ligantes asfálticos modificados se debe hacer con compactadores metálicos. Se admite el uso de compactadores neumáticos, previa aprobación del Director de Obra, en el que caso que el Contratista demuestre que el ligante asfáltico no se adhiere a los neumáticos de este y que su uso no genera ningún efecto negativo sobre la mezcla asfáltica, durante el proceso constructivo.

El empleo de los equipos de compactación debe mantener la secuencia de operaciones que se determinó previamente en el respectivo Tramo de Prueba.

La compactación se debe realizar de manera longitudinal, continua y sistemáticamente, acompañando el avance de la terminadora; de acuerdo con el plan de compactación aprobado en el Tramo de Prueba (cantidad y tipo de equipos, número de pasadas, velocidad, etc.).

La inversión de marcha de los equipos de compactación cerca a la terminadora se debe de realizar de tal modo que la dirección del equipo forme con el eje del camino un ángulo de aproximadamente 45 °, con el objetivo de facilitar el posterior borrado de la marca que genera la detención del equipo.

Siempre se debe de discontinuar el vibrado u oscilado al momento de invertir el sentido de la marcha.

Las presiones de contacto, estáticas o dinámicas, de los diversos tipos de compactadores deben ser las necesarias para conseguir la densidad adecuada y homogénea de la mezcla asfáltica en todo su espesor, sin producir roturas del agregado, ni arrollamientos de la mezcla asfáltica. El peso estático de los equipos o la operación vibratoria u oscilatoria no debe producir la degradación granulométrica de los agregados pétreos. Se debe evitar la detención de los equipos sobre la mezcla caliente.

Los compactadores deben llevar su rueda motriz del lado más cercano a la terminadora; a excepción de los sectores de rampa en ascenso, donde puede invertirse. Los cambios de dirección se deben realizar sobre mezcla ya compactada y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad.

La temperatura de la mezcla al inicio de la compactación debe estar comprendida dentro del rango de temperatura indicado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

Para mezclas asfálticas tipo MAAC, se debe suspender la acción de vibrado y/o oscilación de los rodillos metálicos cuando la temperatura de la mezcla sea inferior a cien grados Celsius (100°C).

Para mezclas asfálticas tipo MAAS, la temperatura para la cual se debe suspender la acción de vibrado y/o oscilación de los rodillos metálicos se establece en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o, en su defecto, la establece el Director de Obra.

7.3.6.- Juntas transversales y juntas longitudinales

Se debe emplear un plan de trabajo que minimice la necesidad de ejecutar juntas de trabajo, tanto transversales como longitudinales.

Cuando resulte necesario ejecutar juntas de trabajo, la formación de estas debe ajustarse a lo siguiente:

7.3.6.1.- Separación de juntas de capas superpuestas

Las juntas transversales de capas superpuestas deben guardar una separación mínima de dos metros (2 m).

Las juntas longitudinales de capas superpuestas deben guardar una separación mínima de quince centímetros (15 cm).

7.3.6.2.- Distancia entre juntas de capas contiguas

Las juntas transversales en capas contiguas se deben distanciar entre sí en más de diez metros (10 m).

7.3.6.3.- Corte de juntas transversales

Se debe producir un corte de la junta transversal aproximadamente vertical en todo el espesor de la capa de manera de eliminar el material que no ha sido densificado. Dicho corte se debe realizar con sierra, con fresadora, o con algún método propuesto por el Contratista, previamente aprobado por el

7.3.6.4.- Compactación de juntas transversales

Las juntas transversales se deben compactar transversalmente con rodillo liso metálico disponiendo los apoyos adecuados fuera de la capa para el desplazamiento del rodillo. Se debe de considerar el esponjamiento de la mezcla asfáltica al inicio de la colocación de la capa asfáltica de manera de minimizar las irregularidades de nivel que perjudicarán la rugosidad de la superficie asfáltica final.

Se debe iniciar la compactación apoyando aproximadamente el noventa por ciento (90%) del ancho del rodillo en la capa ya compactada.

Debe trasladarse paulatinamente el rodillo de modo tal que, en no menos de cuatro pasadas, el mismo termine apoyado completamente en la capa caliente. Cumplimentado este punto, se debe iniciar la compactación en sentido longitudinal.

7.3.6.5.- Compactación de juntas longitudinales y bordes libres

Si la extensión de la mezcla asfáltica se realiza por franjas, en los casos en que la franja a compactar resulte la primera (es decir, sin otras franjas contiguas ya compactadas) o bien sea un borde libre de la calzada, la compactación se debe realizar desde los bordes hacia el centro, apoyando un noventa por ciento (90 %) del ancho del rodillo en la franja y dejando el diez por ciento (10 %) restante del rodillo sin apoyar (“en voladizo”). Esta tarea se debe realizar con el rodillo metálico, sin vibración ni oscilación.

Para los casos en los cuales la franja en ejecución se coloque contigua a otra franja ya compactada, se debe comenzar la compactación de ésta apoyando un noventa por ciento (90 %) del ancho del rodillo sobre la franja ya compactada y el por ciento (10 %) restante sobre la franja a compactar. Esta tarea se debe realizar con el rodillo metálico, sin vibración ni oscilación.

Para evitar el efecto “puente” se puede emplear la metodología en la cual la primera pasada del rodillo (sin vibrar) se efectúa sobre la capa caliente en su totalidad, a unos 10 cm de la junta longitudinal.

La metodología de compactación de las juntas longitudinales se debe de adoptar considerando los resultados obtenidos durante la ejecución del tramo de prueba.

7.3.7.- 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 mezclas asfálticas, se debe ejecutar el Tramo de Prueba. El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en la Fórmula de Obra, el proceso de elaboración, transporte, distribución y compactación 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 Fórmula 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. Dicha anticipación no debe ser menor a treinta (30) días.

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 sesenta toneladas (60 t) de mezcla asfáltica.

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, sobre muestras de mezcla asfáltica sin colocar y/o sobre testigos extraídos.

Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Director de Obra debe decidir:

- ❖ Si es aceptable o no la Fórmula de Obra. En el primer caso, se puede iniciar la elaboración de la mezcla bituminosa. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la misma, correcciones en el proceso de elaboración, 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 de elaboración, transporte, colocación, compactación y control de dichos procesos.

No se debe proceder a la producción, colocación y compactación de la mezcla asfáltica sin que el Director de Obra haya autorizado el inicio de estas.

Los Tramos de Prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra de las mezclas asfálticas, 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 correspondiente, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO

9.1.- Mezclas asfálticas tipo MAAC

No se permite la producción y puesta en obra de las mezclas asfálticas tipo MAAC en las siguientes situaciones (salvo autorización expresa del Director de Obra):

- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a ocho grados Celsius ($< 8^{\circ}\text{C}$). El Director de Obra podrá bajar dicho valor límite de temperatura a 5°C si la temperatura está en ascenso.
- ❖ 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 de la capa asfáltica, previa autorización del Director de Obra, se puede habilitar la circulación del tránsito sobre la misma cuando se verifique lo siguiente:

- ❖ Cuando la temperatura de la mezcla asfáltica resulte inferior a sesenta grados Celsius (60°C) en todo su espesor; evitando en estos casos los cambios de dirección y paradas del tránsito hasta que la temperatura de la mezcla asfáltica alcance la temperatura ambiente.

9.2.- Mezclas asfálticas tipo MAAS

Las condiciones que limitan la puesta en obra de las mezclas asfálticas tipo MAAS son especificadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o bien por el Director de Obra.

Una vez colocada y compactada la capa de mezcla asfáltica tipo MAAS, las condiciones bajo las cuales se puede habilitar al tránsito son especificadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o bien por el Director de Obra. Las mismas dependen de la tecnología utilizada para lograr la reducción de las temperaturas de trabajo.

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 elaboración de la mezcla asfáltica 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.
- ❖ Cinco mil toneladas (2.500 t) de mezcla asfáltica colocada.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Control de Calidad: ensayos sobre materiales, proceso de elaboración de la mezcla asfáltica 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 para la cantidad de muestras”, cantidad de testigos, condiciones de ensayo, determinación de los parámetros en estudio y demás consideraciones.

El Director de Obra puede disponer el envío de una o más muestras de cualquier material involucrado en la obra (agregados, ligantes asfálticos, mezcla asfáltica, testigos, 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 (para extracción de testigos, macrotextura, determinación de puntos de ensayo, etc.).

En todos los casos, la metodología de muestreo debe ser la establecida por las normas de referencia o la aprobada 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 elaboración y colocación de mezclas asfálticas se organiza por lotes de producción (mezcla asfáltica) y lotes de obra (unidad terminada). A continuación, se definen y especifican los mencionados conceptos y alcance 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:

- ❖ Una cantidad de trescientas toneladas (300 t) de mezcla asfáltica.
- ❖ 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).

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 o lote de mezcla colocada en el camino a la fracción menor que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- ❖ Una longitud de quinientos metros (500 m) lineales de construcción.
- ❖ Lo ejecutado con un lote de producción.

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 la mezcla, a cada lote de producción (en planta asfáltica) se lo debe vincular con el o los lotes de obra correspondientes (colocación en obra) 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 es la que se indica en la Tabla 20.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|------------------------|-----------------------|
| Coeficiente de desgaste Los Ángeles ⁽¹⁾ | IRAM 1532 | Cada 2500 T recibidas |
| Análisis del estado físico de la roca | IRAM 1702 IRAM 1703 | Cada 5000 T recibidas |
| Micro Deval ⁽¹⁾ | ASTM D6928 | Cada 600 T recibidas |
| Granulometría | IRAM 1501 IRAM 1505 | Cada 100 T recibidas |
| Durabilidad por ataque con sulfato de sodio | IRAM 1525 | Cada 1200 T recibidas |
| Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua | IRAM 1533 | Cada 600 T recibidas |
| Degradación en presencia de dimetil – sulfoxide ⁽²⁾ | UY A 26 | Cada 2500 T recibidas |

Tabla 21. Plan de ensayos sobre el agregado grueso

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

⁽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 21.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|-------------------------------------|-----------------------|
| Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” | IRAM 1532 | Cada 2500 T recibidas |
| 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 |
| Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm | IRAM 10501 | Cada 2500 T recibidas |

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|-----------|----------------------|
| Granulometría | IRAM 1501 | Cada 100 T recibidas |
| | IRAM 1505 | |
| Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua | IRAM 1520 | Cada 600 T recibidas |

Tabla 22. Plan de ensayos sobre el agregado fino.

⁽¹⁾ Cuando corresponda.

10.3.1.3.- Relleno mineral (Filler)

La frecuencia mínima de ensayos para relleno mineral es la que se indica en la Tabla 22.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---------------|-----------|----------------------|
| Granulometría | IRAM 1542 | Cada 100 T recibidas |

Tabla 23. Plan de ensayos sobre el relleno mineral

⁽¹⁾ Determinación mediante el uso de queroseno anhidro.

10.3.2.- Ligantes asfálticos

10.3.2.1.- Ligante asfáltico convencional

La frecuencia mínima de ensayos para el ligante asfáltico convencional (ASTM D3381 tabla 4) es la que se indica en la Tabla 23.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---|---------------------------|----------------------------|
| Viscosidad rotacional a 60°C ⁽¹⁾ | ASTM D2171 ⁽³⁾ | Cada 3 partidas recibida |
| Resto de los parámetros contemplados en la Norma ASTM D3381 Tabla 4. ^{(1) (2)} | --- | Cada 10 partidas recibidas |

Tabla 24. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico convencional

⁽¹⁾ Se debe realizar sobre una muestra representativa del tanque de almacenamiento.

⁽²⁾ El método de ensayo de cada parámetro se indica en la Norma.

⁽³⁾ Para recepción se puede emplear el método ASTM D4402.

10.3.2.2.- Ligante asfáltico modificado

La frecuencia mínima de ensayos para el ligante asfáltico modificado (IRAM 6596) es la que se indica en la Tabla 24.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|-----------|--------|------------|
|-----------|--------|------------|

| | | |
|--|------------|----------------------------|
| Viscosidad rotacional a 170°C ⁽¹⁾ | ASTM D4402 | Cada 3 partidas recibidas |
| Recuperación elástica torsional ⁽¹⁾ | IRAM 6830 | Cada 3 partidas recibidas |
| Resto de los parámetros contemplados en la Norma IRAM 6596 ^{(1) (2)} | IRAM 6596 | Cada 10 partidas recibidas |

Tabla 25. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico modificado.

⁽¹⁾ Se debe realizar sobre una muestra representativa del tanque de almacenamiento.

⁽²⁾ El método de ensayo de cada parámetro se indica en la Norma.

10.3.2.3.- Otro tipo de ligante asfáltico

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

10.3.2.4.- Emulsiones asfálticas

Las frecuencias y ensayos para las emulsiones asfálticas deben cumplimentar lo establecido en el PLIEGO GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES Y CARRETERAS para Sección 4D “Riegos de Adherencia”, Sección 4A “Riegos de Imprimación” y Sección 4C “Riegos de Curado”.

10.3.3.- Aditivos, fibras u otros materiales en pellets

El Plan de Ensayos que realizar sobre los aditivos, fibras u otros materiales en pellets, así como también la frecuencia de estos, debe ser propuestos por el Contratista, y aprobado por el Director de Obra.

10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la producción de mezcla asfáltica; la misma se resume en la Tabla 25.

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 mezcla asfáltica, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|----------------------|-----------|-------------------------|
| Estabilidad Marshall | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Porcentaje de vacíos | IRAM 6845 | Cada lote de producción |

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|---|--|
| Vacíos del agregado mineral (VAM) | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Relación Estabilidad-Fluencia ⁽¹⁾ | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Porcentaje Relación Betún-Vacíos (RBV) | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Porcentaje de resistencia conservada mediante el ensayo de Tracción Indirecta | IRAM 6846-2 | Cada 10 lotes de producción |
| Verificación de relación Cv/Cs | IRAM 1542 | Cada lote de producción |
| Contenido de ligante asfáltico | ASTM D8159, ASTM D2172 y ASTM D6307 | Cada lote de producción |
| Granulometría | IRAM 1501 IRAM 1505 | Cada lote de producción |
| Contenido de agua | VN-E55 | Cada 10 lotes de producción ⁽²⁾ |
| Medición de la temperatura de la mezcla asfáltica a la salida de planta | --- | Cada equipo de transporte |
| Verificación del aspecto visual de la mezcla a la salida de planta ⁽³⁾ | --- | Cada equipo de transporte |
| Medición de la temperatura de la mezcla asfáltica durante la colocación (en el tornillo sin fin) | --- | Cada equipo de transporte |

Tabla 26. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de mezcla asfáltica

⁽¹⁾ Sólo aplica a mezclas elaboradas con asfalto del tipo convencional.

⁽²⁾ Para el caso en el cual los agregados presenten una absorción superior al 1 %, a consideración del Director de Obra, esta determinación se podrá realizar en cada lote de producción. Dicho valor de contenido de agua se debe restar del contenido de asfalto obtenido por el método empleado a efectos de verificar el cumplimiento del Punto 9.1.1.

⁽³⁾ Se debe verificar que no haya segregación, que no haya agregados mal cubiertos de ligante, etc.

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 26.

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 |
|--------------------------------------|--------|-------------------|
| Espesor medio de testigos | --- | Cada lote de obra |
| Determinación del ancho | --- | Cada 100 m |
| Determinación del perfil transversal | --- | Cada 100 m |

Tabla 27. 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.- Requisitos del proceso de producción (lote de producción)

11.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)

La determinación del contenido de ligante asfáltico se debe hacer sobre una muestra tomada de una unidad de transporte perteneciente al lote de producción en estudio.

La elección de la unidad de transporte se debe efectuar según lo descrito en el Punto 10.1 “Generalidades”.

El contenido medio de ligante asfáltico del lote de producción en estudio es la media de dos ensayos de contenido de ligante asfáltico sobre la muestra tomada, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a dos y media décimas por ciento (0,25 %). El contenido medio de ligante asfáltico correspondiente al lote de producción debe encuadrarse dentro de una tolerancia de más o menos tres décimas por ciento ($\pm 0,30$ %) respecto del valor correspondiente a la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

11.1.2.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)

La determinación de los vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta se debe hacer sobre tres (3) probetas Marshall elaboradas de acuerdo con la metodología establecida en la Norma IRAM 6845, empleando la energía y temperatura de compactación indicada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

El porcentaje de vacíos medios de la mezcla asfáltica de planta, correspondiente al lote de producción en estudio, debe encuadrarse dentro de una tolerancia de más o menos uno por ciento ($\pm 1.5\%$) respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

11.1.3.- Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)

La determinación de la estabilidad de la mezcla asfáltica de planta se debe hacer sobre tres (3) probetas Marshall elaboradas de acuerdo con la metodología establecida en la Norma IRAM 6845, empleando la energía y temperatura de compactación indicada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

La estabilidad media de la mezcla asfáltica de cada lote de producción debe verificar los límites establecidos en el Punto 6.3. "Criterios para el proceso de diseño" de la presente especificación.

11.1.4.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)

Se debe realizar una granulometría para cada ensayo de contenido de ligante asfáltico realizado al lote de producción en estudio.

Se considera granulometría media de los agregados recuperados al promedio de las granulometrías obtenidas en los ensayos realizados sobre el lote de producción en cuestión.

La granulometría media de los agregados pétreos recuperados debe cumplir con las tolerancias admisibles, respecto a la granulometría de la Fórmula de Obra vigente, indicadas en la Tabla 28.

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados pétreos recuperados, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la mezcla asfáltica en el Punto 6.2 "Husos granulométricos".

| | | | | | | | | |
|-----------------|------------------|-----------------|-----------------|------------------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|
| 19 mm (3/4") | 12,5mm (1/2") | 9,5mm (3/8") | 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) |
| +/- 5 % | +/- 4 % | | +/- 3 % | | +/- 2.5% | | | +/- 1.5% |

Tabla 28. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados

11.1.5.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)

La determinación de la temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta se debe realizar sobre cada unidad de transporte.

Se debe tomar la temperatura en no menos de tres puntos de la mezcla asfáltica en la unidad de transporte en estudio. Dichos puntos deben encontrarse a una profundidad no menor de cinco centímetros (5 cm) de la superficie del material, y deben estar distanciados entre ellos más de dos metros (2 m).

La temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta de la unidad de transporte en estudio es la media de las mediciones de la temperatura efectuadas, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a diez grados Celsius (10 °C).

La temperatura media de la mezcla asfáltica de cada unidad de transporte debe estar comprendida dentro del rango informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente para el proceso de mezclado.

11.1.6.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (equipo de transporte)

La determinación de la temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación se debe realizar para cada unidad de transporte.

Para cada unidad de transporte, una vez que la misma haya descargado entre el veinticinco por ciento (25 %) y el setenta y cinco por ciento (75 %) de la mezcla asfáltica en la tolva de la terminadora, se debe tomar la temperatura de la mezcla asfáltica en no menos de tres puntos en el tornillo sin fin, a no menos de cinco centímetros (5 cm) de profundidad de la superficie del material.

La temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación de la unidad de transporte en estudio es la media de las mediciones de la temperatura efectuadas, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a diez grados Celsius (10 °C).

La temperatura media de la mezcla asfáltica de cada unidad de transporte debe estar comprendida dentro del rango informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente para el proceso de compactación.

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

11.2.1.- Espesor (lote de obra)

La determinación del espesor medio del lote de obra en estudio se debe hacer sobre los testigos utilizados para la determinación de los vacíos de aire de la mezcla colocada correspondientes al mencionado lote.

La determinación del espesor se debe realizar con calibre. Cualquier otro método de medición propuesto por el Contratista queda sujeto a la aprobación del Director de Obra.

El espesor medio del lote de obra debe ser igual o mayor al espesor teórico de proyecto ⁽¹⁾.

Simultáneamente, se debe cumplimentar que el Coeficiente de variación (Cv) de los espesores de los testigos del lote de obra resulte inferior al veinte por ciento (20 %) ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Se pueden fijar requisitos adicionales en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

11.2.2.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m)

11.2.2.1.- Ancho

La determinación del ancho de capa asfáltica se debe verificar en perfiles transversales cada cien metro (100 m).

El ancho de cada capa asfáltica considerada en ningún caso debe ser inferior al ancho teórico indicado en los Planos de Proyecto.

11.2.2.2.- Perfil transversal

La verificación del perfil transversal se debe efectuar en perfiles transversales cada cien metros (100 m).

La pendiente de cada perfil transversal no debe ser inferior a dos décimas por ciento (0,2 %) ni superior a cuatro décimas por ciento (0,4 %) de la pendiente transversal establecida en los planos del proyecto.

12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo del proceso de producción de la mezcla asfáltica y de la unidad terminada 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) o una unidad de transporte, 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

12.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)

El contenido de ligante asfáltico del lote de producción en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.1. “Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)”.

Si el contenido medio de ligante asfáltico del lote de producción no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos tres décimas por ciento ($\pm 0,30 \%$) respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos cinco décimas por ciento ($\pm 0,50 \%$), se acepta el lote de producción con un descuento del diez por ciento (10 %) sobre la superficie del lote de obra ejecutado con el lote de producción en cuestión siempre que la mezcla asfáltica verifique el resto de las exigencias asociadas a parámetros volumétricos y mecánicos contemplados en la presente especificación técnica.

Si el contenido medio de asfalto 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.

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 asfáltica.

12.1.2.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)

El porcentaje de vacíos medios del lote de producción de la mezcla asfáltica en probetas Marshall debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.2. “Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)”.

Si el porcentaje medio de vacíos del lote de producción no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos uno y medio por ciento ($\pm 1,5 \%$) respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos dos y medio por ciento ($\pm 2,5 \%$), se acepta el lote de producción, pero corresponde una penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra ejecutado con el lote de producción en estudio.

Si el porcentaje medio de vacíos del lote de producción se encuentra por afuera del entorno de más o menos dos y medio por ciento ($\pm 2,5 \%$) respecto del porcentaje de vacíos informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente, corresponde el rechazo del lote de producción en consideración y por ende del lote de obra con este construido. 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 asfáltica.

12.1.3.- Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)

La aceptación del lote de producción en lo vinculado a la estabilidad de la mezcla asfáltica se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.3. “Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción)”.

Si la estabilidad media de la mezcla asfáltica no verifica lo establecido en el Punto 11.1.3. Estabilidad de la mezcla asfáltica (lote de producción) pero es mayor o igual al noventa por ciento (90 %) del mínimo establecido en la Fórmula de Obra aprobada, se acepta el lote de producción con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre el lote de obra ejecutado con el lote de producción en estudio.

Si la estabilidad media de la mezcla asfáltica 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.

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 asfáltica.

12.1.4.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)

La aceptación del lote de producción de la mezcla asfáltica en relación con la granulometría de los agregados recuperados se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.4. Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción).

Si la granulometría media de los agregados recuperados no cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el Punto 11.1.4. “Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)”, pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 28, se acepta el lote de producción con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra ejecutado con el lote de producción en cuestión siempre que la mezcla asfáltica verifique el resto de las exigencias asociadas a parámetros volumétricos y mecánicos contemplados en la presente especificación técnica.

| | | | | | | | | |
|---------|---------|--------|---------|-----------|----------|--------|---------|----------|
| 19 mm | 12,5mm | 9,5mm | 4,75mm | 2,36mm | 600 µm | 300 µm | 150 µm | 75 µm |
| (3/4") | (1/2") | (3/8") | (N°4) | (N°8) | (N°30) | (N°50) | (N°100) | (N°200) |
| +/- 7 % | +/- 5 % | | +/- 4 % | +/- 4.5 % | +/- 3.5% | | | +/- 2.5% |

Tabla 29. Tolerancias granulométricas ampliadas de la mezcla de agregados

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados pétreos, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede resultar por fuera del huso granulométrico establecido para la mezcla asfáltica en el Punto 11.1.4. “Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)”.

Si la granulometría media de los agregados recuperados 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 asfáltica.

12.1.5.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)

La aceptación de la unidad de transporte en lo vinculado a la temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.5. Temperatura de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte).

Si la temperatura media de la mezcla asfáltica no verifica lo establecido en el Punto 11.1.5. Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte), pero es inferior a la temperatura máxima indicada en el Punto 7.3.2.3. “Temperaturas del proceso”, puede el Contratista colocarla en obra bajo su responsabilidad; quedando el tramo construido con la mezcla asfáltica de la unidad de transporte observado. Se debe realizar un ensayo de recuperación controlada del ligante asfáltico de la muestra de mezcla asfáltica de la unidad de transporte en estudio.

Sobre el ligante asfáltico recuperado, para el caso de ligantes asfálticos convencionales, se debe ejecutar un ensayo de viscosidad rotacional a sesenta grados Celsius (60°C), según Norma IRAM 6837. Si el resultado del ensayo verifica ser menor o igual a tres ($\leq 3,5$) veces el valor de viscosidad de una muestra de asfalto tomada del tanque de almacenamiento con el cual se ejecutó el lote de producción, se acepta la unidad de transporte y la fracción de lote de obra ejecutado con aquella. Sobre ambos aplica un descuento del veinte por ciento (20 %).

Sobre el ligante asfáltico recuperado, para el caso de ligantes asfálticos modificados, se debe ejecutar un ensayo de recuperación elástica torsional, según Norma IRAM 6830. Si el resultado del ensayo verifica ser mayor o igual al cincuenta por ciento (≥ 50 %), se acepta la unidad de transporte y la fracción de lote de obra ejecutado con aquella. Sobre ambos aplica un descuento del veinte por ciento (20 %).

Si no se cumple lo anteriormente expuesto, se procede al rechazo del lote construido con la unidad de transporte en estudio, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado de la fracción del lote en consideración y a la reposición de la capa asfáltica.

12.1.6.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (unidad de transporte)

La aceptación de la unidad de transporte en lo vinculado a la temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.6. “Temperatura de la mezcla asfáltica durante la colocación (equipo de transporte)”.

Si no se cumple lo anteriormente expuesto, se procede al rechazo del lote construido con la unidad de transporte en estudio, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, al fresado de la fracción del lote en consideración y a la reposición de la capa asfáltica.

12.2.- Unidad terminada

12.2.1.- Espesor (lote de obra)

El espesor medio de los testigos del lote de obra debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.1. “Espesor (lote de obra)”.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al noventa por ciento (90 %) del espesor de proyecto queda a criterio del Director de Obra aceptar el lote de obra. Esto es factible sólo en el caso de que sea viable la compensación de la merma del espesor de la capa en estudio con un espesor adicional en la capa siguiente por cuenta del Contratista.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra resulta inferior al noventa por ciento (90 %) del espesor de proyecto se rechaza el lote de obra en estudio.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponerla; o, previa autorización del Director de Obra, colocar de nuevo 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.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m)

Los lugares en los cuales no se cumplan las exigencias establecidas en el Punto 11.2.2. “Ancho y perfil transversal (cada 100 m)” de la presente especificación técnica deben ser corregidos por cuenta del Contratista.

13.- MEDICIÓN

La mezcla asfáltica de recibo será medida en peso, expresado en toneladas, con apreciación del décimo de tonelada, y calculado, para cada lote de obra, como el producto de la superficie cubierta, según las características geométricas de proyecto y las modificaciones a las mismas autorizadas previamente por el Director de Obra, por el espesor promedio de la capa correspondiente al lote de obra, y por el peso específico promedio de la mezcla compactada, obtenido de las probetas moldeadas en laboratorio de acuerdo al Punto 11.1.2.

El espesor promedio que adoptar en el cálculo que antecede no excederá nunca del espesor de proyecto acrecido en el cinco (5) por ciento de este.

El Director de Obra podrá optar por un método de medición directa del tonelaje de mezcla bituminosa de recibo, colocada en obra, o por otro equivalente basado en los registros de los partes diarios de obra, para cada lote de obra aprobado.

La cantidad de mezcla determinada por cualquiera de los procedimientos detallados anteriormente no podrá nunca exceder el peso conjunto de las cantidades de mezcla entregada, registrados en los partes diarios de la planta asfáltica.

El ligante asfáltico utilizado en la mezcla bituminosa de recibo, será medido en peso, expresado en toneladas, con apreciación del décimo de tonelada, y calculado, para cada lote de obra aprobado, como el producto de las toneladas de mezcla de recibo colocadas en el lote de obra, por el contenido promedio de ligante asfáltico del lote de producción en consideración, determinado en las condiciones del Punto 11.1.1 de la presente Sección.

El Director de Obra podrá optar por un método de medición directa del tonelaje del material bituminoso utilizado en la mezcla bituminosa de recibo basado en los registros de los partes diarios de la obra y en las toneladas de mezcla bituminosa asignadas a cada lote de obra aprobado.

El Director de Obra utilizará el primer método de medición indicado salvo que resulte imposible su aplicación circunstancia que se empleará el segundo método previsto en base a las toneladas medidas en planta.

La cantidad de material bituminoso determinado por cualquiera de los procedimientos previstos en el artículo anterior no podrá exceder al peso conjunto que, de aquel material, hubiere ingresado la obra.

14.- FORMA DE PAGO

Las cantidades de mezcla bituminosa empleada en la ejecución de capas y que hayan merecido la aceptación del Director de Obra, determinadas en la forma establecida en el Punto 13. "Medición" de la presente Sección se pagarán al precio unitario por tonelada, establecido en el contrato para el tipo respectivo, previa aplicación de las penalidades.

En todos los casos, dicho precio será la compensación total de los gastos que se originen en:

- ❖ la limpieza de la superficie a recubrir, previa al esparcido de la mezcla.
- ❖ la adquisición, extracción, acondicionamiento, transporte, almacenamiento, preparación, mezclado, y demás operaciones a que deben ser sometidos los diversos materiales que integran

la mezcla, para alcanzar su producción en la forma especificada.

- ❖ la carga, transporte, descarga, colocación, terminación, compactación y demás operaciones ejecutadas con la mezcla para completar la construcción de la capa de base, o de rodadura, en la forma especificada.
- ❖ la adquisición, carga, transporte, descarga, colocación y terminación de los materiales necesarios para ejecutar la regularización de acordamiento, en la forma especificada, de los bordes externos de la capa de mezcla, con las zonas de la carretera adyacentes a ellos
- ❖ la conservación de las obras hasta su recepción definitiva.

De dicho precio se excluyen solamente:

- ❖ los gastos originados en el riego de imprimación o en el riego de adherencia, previos a la colocación de la mezcla asfáltica, y en las etapas constructivas que preceden a dichas operaciones, cuyas bases de pago se estipulan en la especificación técnica del ítem.
- ❖ los gastos originados en la adquisición, carga, transporte, descarga, almacenamiento y preparación del ligante asfáltico, previos al mezclado, que se pagarán por separado, en la forma establecida en el Punto 13.

15.- CONSERVACIÓN

La conservación de cada una de las capas asfálticas contemplada en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de estas 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. Si el deterioro de alguna de las capas ejecutadas afectara la superficie de rodamiento, base, capas intermedias y/o subrasante, 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, como así también de depresiones, de baches aislados y de pequeñas superficies 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 6D – Microaglomerados asfálticos tipo F en caliente (MAC-F) y semicaliente (MAS-F)

| | |
|---|----|
| ÍNDICE | 1 |
| 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 mezclas del tipo MAC-F10 | 6 |
| 3.2.- Definición y nomenclatura para mezclas del tipo MAS-F10 | 7 |
| 4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN | 8 |
| 5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES | 8 |
| 5.1.- Agregados | 8 |
| 5.1.1.- Características generales | 9 |
| 5.1.2.- Agregado grueso | 10 |
| 5.1.2.1.- Definición de agregado grueso | 10 |
| 5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso | 10 |
| 5.1.3.- Agregado fino | 13 |
| 5.1.3.1.- Definición de agregado fino | 13 |
| 5.1.3.2.- Requisitos del agregado fino | 13 |
| 5.1.4.- Requisitos de la mezcla de agregados que componen el esqueleto granular | 14 |
| 5.1.5.- Relleno mineral (Filler) | 15 |
| 5.1.5.1.- Definición de relleno mineral | 15 |
| 5.1.5.2.- Requisitos de la cal hidratada | 15 |
| 5.2.- Ligantes asfálticos | 15 |
| 5.2.1.- Ligante asfáltico modificado | 15 |
| 5.2.2.- Otro tipo de ligante asfáltico | 16 |

| | |
|--|----|
| 5.2.3.- Aditivos, fibras u otros materiales..... | 16 |
| 6.- ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO..... | 16 |
| 6.1.- Relación espesor de la capa - tamaño máximo..... | 16 |
| 6.2.- Husos granulométricos..... | 17 |
| 6.3.- Criterios para el proceso de diseño..... | 17 |
| 6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra..... | 20 |
| 7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS..... | 21 |
| 7.1.- Consideraciones generales..... | 21 |
| 7.2.- Equipos de obra..... | 22 |
| 7.2.1.- Tanques de almacenamiento del ligante asfáltico..... | 22 |
| 7.2.2.- Planta asfáltica..... | 22 |
| 7.2.3.- Equipos para distribución de riego de adherencia y riego de imprimación..... | 24 |
| 7.2.4.- Equipos para el transporte de mezcla asfáltica..... | 24 |
| 7.2.5.- Equipos de transferencia. MTV (Material Transfer Vehicle)..... | 25 |
| 7.2.6.- Equipos de distribución..... | 26 |
| 7.2.7.- Equipos de compactación..... | 27 |
| 7.3.- Ejecución de las obras..... | 28 |
| 7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo..... | 28 |
| 7.3.2.- Proceso de elaboración de la mezcla asfáltica..... | 28 |
| 7.3.2.1.- Alimentación de los agregados..... | 28 |
| 7.3.2.2.- Temperatura de almacenamiento del ligante asfáltico..... | 28 |
| 7.3.2.3.- Temperaturas del proceso..... | 28 |
| 7.3.2.4.- Carga en los equipos de transporte..... | 29 |
| 7.3.3.- Transporte de la mezcla asfáltica..... | 29 |
| 7.3.4.- Colocación..... | 29 |
| 7.3.5.- Compactación..... | 30 |
| 7.3.6.- Juntas transversales y juntas longitudinales..... | 31 |
| 7.3.6.1.- Separación de juntas de capas superpuestas..... | 31 |
| 7.3.6.2.- Distancia entre juntas de capas contiguas..... | 31 |
| 7.3.6.3.- Corte de juntas transversales..... | 31 |
| 7.3.6.4.- Corte de juntas longitudinales..... | 31 |
| 7.3.6.5.- Compactación de juntas transversales..... | 31 |
| 7.3.6.6.- Compactación de juntas longitudinales y bordes libres..... | 32 |
| 7.3.7.- Limpieza..... | 32 |

| | |
|---|----|
| 8.- TRAMO DE PRUEBA | 32 |
| 9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO | 34 |
| 9.1.- Mezclas asfálticas tipo MAC..... | 34 |
| 9.2.- Mezclas asfálticas tipo MAS..... | 34 |
| 10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD | 34 |
| 10.1.- Generalidades | 34 |
| 10.2.- Lotes..... | 36 |
| 10.2.1.- Definición de lote de producción..... | 36 |
| 10.2.2.- Definición de lote de obra..... | 36 |
| 10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales..... | 37 |
| 10.3.1.- Agregados..... | 37 |
| 10.3.1.1.- Agregados gruesos | 37 |
| 10.3.1.2.- Agregados finos..... | 38 |
| 10.3.1.3.- Relleno mineral (Filler)..... | 38 |
| 10.3.2.- Ligantes asfálticos | 39 |
| 10.3.2.1.- Ligante asfáltico modificado | 39 |
| 10.3.2.2.- Otro tipo de ligante asfáltico..... | 39 |
| 10.3.2.3.- Emulsiones asfálticas..... | 39 |
| 10.3.3.- Aditivos, fibras u otros materiales en pellets..... | 39 |
| 10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica..... | 39 |
| 10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada..... | 41 |
| 10.6.- Archivo de la información..... | 41 |
| 11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA..... | 41 |
| 11.1.- Requisitos del proceso de producción (lote de producción)..... | 41 |
| 11.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)..... | 41 |
| 11.1.2.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)..... | 42 |
| 11.1.3.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)..... | 42 |
| 11.1.4.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equiTemperaturas del procesop de transporte)43 | |
| 11.1.5.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (equipo de transporte)..... | 43 |

| | |
|---|----|
| 11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra) | 43 |
| 11.2.1.- Vacíos de aire en la mezcla colocada y compactada (lote de obra) | 43 |
| 11.2.2.- Espesor (lote de obra) | 44 |
| 11.2.3.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m) | 45 |
| 11.2.3.1.- Ancho | 45 |
| 11.2.3.2.- Perfil transversal | 45 |
| 11.2.4.- Regularidad superficial (tramo) | 45 |
| 11.2.4.1.- Medición intermedia | 45 |
| 11.2.4.2.- Medición final | 46 |
| 11.2.4.3.- Capas de base y capas de rodamiento | 47 |
| 11.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra o tramo) | 47 |
| 12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO | 48 |
| 12.1.- Proceso de producción | 48 |
| 12.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción) | 48 |
| 12.1.2.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción) | 49 |
| 12.1.3.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción) | 49 |
| 12.1.4.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte) | 50 |
| 12.1.5.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (unidad de transporte) | 50 |
| 12.2.- Unidad terminada | 51 |
| 12.2.1.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica colocada y compactada (lote de obra) | 51 |
| 12.2.2.- Espesor (lote de obra) | 52 |
| 12.2.2.1.- Para capas de rodamiento | 52 |
| 12.2.2.2.- Resto de las capas | 52 |
| 12.2.3.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m) | 53 |
| 12.2.4.- Regularidad superficial (tramo) | 53 |
| 12.2.4.1.- Medición intermedia | 53 |
| 12.2.4.2.- Medición final | 54 |
| 12.2.4.3.- Capas de base y capas de rodamiento | 55 |
| 12.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra) | 55 |
| 13.- MEDICIÓN | 56 |
| 14.- FORMA DE PAGO | 57 |
| 15.- CONSERVACIÓN | 57 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|----|
| Tabla 1. Normas técnicas de aplicación | 6 |
| Tabla 2. Sistema de designación de los microaglomerados asfálticos en caliente | 7 |
| Tabla 3. Sistema de designación de los microaglomerados asfálticos semicalientes | 7 |
| Tabla 4. Índice de prestación..... | 8 |
| Tabla 5. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados | 10 |
| Tabla 6. Requisitos de los agregados gruesos..... | 12 |
| Tabla 7. Requisitos de los agregados provenientes de gravas | 12 |
| Tabla 8. Requisitos de los agregados gruesos “tipo basálticos” | 13 |
| Tabla 9. Requisitos de los agregados finos..... | 14 |
| Tabla 10. Requisitos del esqueleto granular..... | 14 |
| Tabla 11. Requisitos de la cal hidratada..... | 15 |
| Tabla 12. Requisitos granulométricos de la cal hidratada..... | 15 |
| Tabla 13. Husos granulométricos del esqueleto granular de los microaglomerados asfálticos | 17 |
| Tabla 14. Requisitos del proceso de diseño..... | 18 |
| Tabla 15. Evaluación de la resistencia al ahuellamiento “wheel tracking test” (norma en 12697-22 – procedimiento b)..... | 19 |
| Tabla 16. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra | 21 |
| Tabla 17. Requisitos que deben cumplir los tanques de almacenamiento de los ligantes asfálticos..... | 22 |
| Tabla 18. Requisitos que deben cumplir las plantas asfálticas | 24 |
| Tabla 19. Requisitos que deben cumplir los equipos de transporte de mezcla asfáltica | 25 |
| Tabla 20. Requisitos que debe cumplir el equipo de transferencia (MTV)..... | 26 |
| Tabla 21. Requisitos que debe cumplir el equipo de distribución y colocación de mezclas asfálticas | 27 |
| Tabla 22. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de mezclas asfálticas..... | 28 |
| Tabla 23. Plan de ensayos sobre el agregado grueso..... | 38 |
| Tabla 24. Plan de ensayos sobre el agregado fino | 38 |
| Tabla 25. Plan de ensayos sobre el relleno mineral | 38 |
| Tabla 26. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico modificado..... | 39 |
| Tabla 27. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de mezcla asfáltica..... | 40 |
| Tabla 28. Plan de ensayos sobre la unidad terminada..... | 41 |
| Tabla 29. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados..... | 42 |
| Tabla 30. Requisitos de IRI | 46 |
| Tabla 31. Requisito de macrotextura superficial inicial..... | 48 |
| Tabla 32. Tolerancias granulométricas ampliadas de la mezcla de agregados | 49 |

1.- DESCRIPCIÓN

Esta sección refiere a los requisitos que deben verificar los concretos asfálticos en caliente y semicaliente, de granulometría discontinua tipo MAC-F10, empleados en la construcción de capas de rodamientos asfálticas; en lo vinculado a las características de los insumos constitutivos de las mismas y los procesos de diseño, elaboración y colocación.

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 mezclas del tipo MAC-F10

Microaglomerado Asfáltico en Caliente (MAC) tipo F a la combinación de un ligante asfáltico modificado, agregados (incluido Filler) y eventualmente aditivos. Estas mezclas son elaboradas en plantas asfálticas y colocadas en obra a una temperatura muy superior a la temperatura ambiente.

Las mezclas MAC son del tipo discontinuas, es decir que los agregados presentan una discontinuidad granulométrica muy acentuada, que se utilizan para capas de rodadura en espesores reducidos. Su finalidad es dotar a la carpeta de rodamiento de adecuadas condiciones de resistencia mecánica, macrotextura, resistencia al deslizamiento y propiedades fono absorbentes.

A continuación, en la Tabla 2, se resume el sistema de designación para las mezclas asfálticas que se utiliza a lo largo de la presente especificación, de manera de individualizar los diferentes tipos de concretos asfálticos abordados o alcanzados en esta sección.

| | | | |
|-----|---|-----|------|
| MAC | F | TMN | AM-Y |
|-----|---|-----|------|

Tabla 2. Sistema de designación de los microaglomerados asfálticos en caliente

Donde:

MAC: Sigla que indica que se trata de un “Microaglomerado Asfáltico en Caliente”.

F: Letras que indican que el esqueleto granular corresponde al tipo F.

TMN: Tamaño máximo nominal, en milímetros, del huso granulométrico. Se entiende como tamaño máximo nominal, a la abertura en milímetros del tamiz inmediatamente anterior al primer tamiz que retenga un 10 % o más de la mezcla de agregados.

AM-Y: Indicación correspondiente a los asfaltos modificados tipo Y, donde Y puede ser 1, 2, 3 o 4 de acuerdo con la Norma IRAM 6596.

3.2.- Definición y nomenclatura para mezclas del tipo MAS-F10

Microaglomerado Asfáltico Semicaliente (MAS) tipo F a la combinación de un ligante asfáltico modificado, agregados (incluido Filler) y eventualmente aditivos. Estas mezclas son elaboradas en plantas asfálticas y colocadas en obra a una temperatura de, como mínimo, treinta grados Celsius (30 °C) por debajo de la temperatura correspondiente al mismo tipo de microaglomerado asfáltico de la tecnología en caliente (MAC).

Las mezclas MAS son del tipo discontinuas, es decir que los agregados presentan una discontinuidad granulométrica muy acentuada, que se utilizan para capas de rodadura en espesores reducidos. Su finalidad es dotar a la carpeta de rodamiento de adecuadas condiciones de resistencia mecánica, macrotextura, resistencia al deslizamiento y propiedades fono absorbentes.

A continuación, en la Tabla 3, se resume el sistema de designación para las mezclas asfálticas que se utiliza a lo largo de la presente especificación, de manera de individualizar los diferentes tipos de concretos asfálticos abordados o alcanzados en esta sección.

| | | | |
|-----|---|-----|------|
| MAS | F | TMN | AM-Y |
|-----|---|-----|------|

Tabla 3. Sistema de designación de los microaglomerados asfálticos semicalientes

Donde:

MAS: Sigla que indica que se trata de un “Microaglomerado Asfáltico Semicaliente”.

F: Letras que indican que el esqueleto granular corresponde al tipo F.

TMN: Tamaño máximo nominal, en milímetros, del huso granulométrico. Se entiende como tamaño máximo nominal, a la abertura en milímetros del tamiz inmediatamente anterior al primer tamiz que retenga un 10 % o más de la mezcla de agregados.

AM-Y: Indicación correspondiente a los asfaltos modificados tipo Y, donde Y puede ser 1, 2, 3 o 4 de acuerdo con la Norma IRAM 6596.

4.- ÍNDICE DE PRESTACIÓN

Los requisitos de los materiales componentes de las mezclas asfálticas como así también de las mezclas asfálticas propiamente dichas se encuentran diferenciados en la presente especificación técnica de acuerdo con la ubicación en el paquete estructural y del 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 4 los dos (2) índices de prestación considerados en el presente documento.

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

Tabla 4. Índice de prestación.

5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES

5.1.- Agregados

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 5.

| 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 introducción en las tolvas en frío. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin que se verifique segregación. ❖ El número mínimo de fracciones debe ser de tres (3), incluido el relleno mineral (Filler). El Director de obra puede exigir un mayor número de fracciones, si lo estima necesario, para cumplir las tolerancias exigidas en el Punto 6.2. "Husos granulométricos". ❖ 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. ❖ Los acopios de agregados finos deben mantenerse cubiertos, de manera de evitar su humedecimiento, en un volumen no menor a una semana de producción normal. ❖ Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los |

| | |
|--|---|
| | <p>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.</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 5. 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”, destinado a la preparación de mezclas bituminosas, 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 y de la ubicación de la capa asfáltica. Los mismos se establecen en la Tabla 6 y en la Tabla 7.

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 6 y en la Tabla 7.

| Ensayo | Norma | Exigencia | |
|-----------------|-------------|----------------------------|------------------------------|
| Elongación | IRAM 1687-2 | Determinación obligatoria. | |
| Índice de lajas | IRAM 1687-1 | Tipo de capa | Clasificación por prestación |
| | | Rodamiento | P1 ≤ 25 |

| Ensayo | Norma | Exigencia | |
|--|------------------------|--|------------------------------|
| Coeficiente de desgaste "Los Ángeles" ⁽¹⁾ | IRAM 1532 | Tipo de capa | Clasificación por prestación |
| | | | P1 |
| | | Rodamiento | ≤ 30 |
| Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 µm | IRAM 10501 | No Plástico | |
| Micro Deval ⁽¹⁾ | ASTM D6928 | Tipo de capa | Clasificación por prestación |
| | | | P1 |
| | | Rodamiento | ≤ 17 |
| Polvo adherido ⁽²⁾ | IRAM 1883 | ≤ 1,0 | |
| 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 1525 | Determinación obligatoria | |
| Durabilidad por ataque con sulfato de sodio | IRAM 1533 | ≤ 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 ⁽²⁾ | |
| | | Tipo de capa | Clasificación por prestación |
| | | | P1 |
| | | Rodamiento | 100 |
| | | ⁽²⁾ Para todos los casos, el 100% de las partículas debe tener una o más caras de fractura. | |

Tabla 6. Requisitos de los agregados gruesos

- ⁽¹⁾ Para agregados tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la Tabla 8.
- ⁽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 7. Asimismo, se pueden definir exigencias extras en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

| Ensayo | Norma | Exigencia | |
|---|-------|---|------------------------------|
| Relación de tamaño de la partícula a triturar | --- | Tipo de capa | Clasificación por prestación |
| | | | P1 |
| | | Rodamiento | ≥ 4 ⁽²⁾ |
| | | ⁽²⁾ Tamaño mínimo de la partícula a triturar respecto a la partícula resultante de mayor tamaño. | |

Tabla 7. 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 8.

| Ensayo | Norma | Exigencia | |
|---|------------|--------------|------------------------------|
| Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” | IRAM 1532 | Tipo de capa | Clasificación por prestación |
| | | | P1 |
| | | Rodamiento | ≤ 25 |
| Micro Deval | ASTM D6928 | Tipo de capa | Clasificación por prestación |
| | | | P1 |
| | | Rodamiento | ≤ 17 |
| Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide | UY A 26 | $\leq 60\%$ | |

Tabla 8. 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 dependen del índice de prestación y de la ubicación de la capa asfáltica. Los mismos se establecen en la Tabla 9.

El agregado fino será 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 9.

En el caso de que el agregado fino provenga de la trituración de gravas, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en la Tabla 7.

Los agregados finos que emplear en la construcción de capas de rodamiento no deben provenir de canteras de naturaleza caliza.

| 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 6 y Tabla 8 (si corresponde) para el Coeficiente de desgaste Los Ángeles. | |
| Equivalente de arena | IRAM 1682 | Tipo de capa | Clasificación por prestación |
| | | Rodamiento | P1 |
| 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 9. 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 %).

5.1.4.- Requisitos de la mezcla de agregados que componen el esqueleto granular

La mezcla de las diferentes fracciones de agregados que componen el esqueleto granular debe cumplir las prescripciones de la Tabla 10.

| Parámetro | Norma | Exigencia | |
|--------------------------|----------------|--|------------------------------|
| Partículas no trituradas | ⁽¹⁾ | Porcentaje en peso de agregado no triturado respecto del total del agregado ⁽²⁾ | |
| | | Tipo de capa | Clasificación por prestación |
| | | Rodamiento | P1 |
| | | | 0 % ⁽²⁾ |

Tabla 10. Requisitos del esqueleto granular

⁽¹⁾ La determinación de este parámetro se debe realizar calculando el porcentaje de agregado no triturado

que compone la mezcla.

- ⁽²⁾ Cuando el agregado no triturado no provenga de depósitos fluviales, previa aprobación del Director de obra, los porcentajes indicados pueden incrementarse, siempre y cuando el Contratista demuestre que dicho incremento no afecta el comportamiento de la mezcla a la deformación permanente.

5.1.5.- Relleno mineral (Filler)

5.1.5.1.- 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 provengan de la recuperación de finos durante el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica.

5.1.5.2.- Requisitos de la cal hidratada

La cal hidratada debe ser homogénea, seca y libre de grumos provenientes de las partículas. La misma se debe encuadrar dentro de la Norma IRAM 1508. Asimismo, debe cumplir los requisitos establecidos en la Tabla 11.

| Ensayo | Norma | Exigencia |
|---------------|-----------|--|
| Granulometría | IRAM 1505 | Requisitos establecidos en la Tabla 12 |

Tabla 11. Requisitos de la cal hidratada

La granulometría de la cal hidratada debe estar comprendida dentro de los límites definidos en la Tabla 12.

| Apertura de tamiz | Porcentaje en peso que pasa |
|-------------------|-----------------------------|
| 425 µm (Nº 40) | 100% |
| 150 µm (Nº 100) | >90% |
| 75 µm (Nº 200) | >75% |

Tabla 12. Requisitos granulométricos de la cal hidratada

5.2.- Ligantes asfálticos

5.2.1.- Ligante asfáltico modificado

El ligante asfáltico a emplear se debe encuadrar dentro de la Norma IRAM 6596. El tipo de ligante asfáltico se especifica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de acuerdo con las condiciones del proyecto.

5.2.2.- Otro tipo de ligante asfáltico

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede establecer el uso de un ligante asfáltico que no se encuadre dentro del Punto 5.2.1. “Ligante asfáltico modificado”, dependiendo de las condiciones de proyecto.

En este caso, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares debe establecer las características y exigencias a solicitar para el ligante asfáltico. Las mezclas asfálticas elaboradas con estos ligantes deben cumplimentar el resto de las exigencias del presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

5.2.3.- Aditivos, fibras u otros materiales

En el caso de incorporación de aditivos, fibras u otros materiales, con el objeto de alcanzar una mejora de alguna característica de la mezcla asfáltica 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, fibras 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 producción de la/s mezcla/s asfáltica/s, el Director de obra debe aprobar la propuesta presentada.

En las fórmulas donde se empleen fibras, las mismas deben ser capaces de inhibir el escurrimiento del ligante, no deben ser nocivas para la salud y el medio ambiente ni interactuar negativamente con el ligante ni con los agregados. Las mismas deben ser suministradas en pellets o sueltas. En ambos casos se debe asegurar las condiciones de almacenamiento, de dosificación y mezclado en planta asfáltica.

6.- ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO

6.1.- Relación espesor de la capa - tamaño máximo

La relación entre el espesor de la capa asfáltica a colocar y el tamaño máximo para el tipo de mezcla considerada debe cumplir con la siguiente premisa:

$$\diamond e > 2 * TM$$

$$\diamond e \leq 3 * TM$$

Donde:

e: espesor de la capa

TM: tamaño máximo de la mezcla de agregados, entendiendo como tal a la menor abertura de la serie de tamices para la cual pasa el 100 % de la mezcla de agregados que conforman el esqueleto granular.

6.2.- Husos granulométricos

La granulometría resultante de la mezcla o composición de las diferentes fracciones de agregados (incluido el Filler), dependiendo del tipo de esqueleto granular considerado, debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en la Tabla 13.

| Tamices | Porcentaje en peso que pasa ⁽¹⁾ | |
|----------------|--|---------------------|
| | F 8 ⁽²⁾ | F 10 ⁽²⁾ |
| 12,5 mm (1/2") | ... | 100 |
| 9,5 mm (3/8") | 100 | 75-97 |
| 6,3 mm (N° 3) | 60-80 | 40-65 |
| 4,75 mm (N° 4) | 25-40 | 25-40 |
| 2,36 mm (N° 8) | 20-35 | 20-35 |
| 600 µm (N° 30) | 12-25 | 12-25 |
| 75 µm (N°200) | 7-10 | 7-10 |

Tabla 13. Husos granulométricos del esqueleto granular de los microaglomerados asfálticos

⁽¹⁾ Si existe una diferencia entre los pesos específicos de las fracciones utilizadas (incluido el filler) superior al 0,2 gr/cm³, la dosificación se hace en volumen.

⁽²⁾ Se coloca solo la parte de la nomenclatura vinculada al esqueleto granular (tamaño máximo nominal).

6.3.- Criterios para el proceso de diseño

El tipo de esqueleto granular y tipo de ligante asfáltico a emplear en la capa asfáltica en consideración, se definen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares

Los criterios que considerar en el proceso de diseño en laboratorio de la mezcla asfáltica, para la obtención de la Fórmula de Trabajo, para los esqueletos granulares tipo F8 y F10 se resumen en la Tabla 14.

| Parámetro | | Exigencia |
|-----------------|-----------------------------------|-----------|
| Ensayo Marshall | N° golpes por cara ⁽²⁾ | 50 |

| Parámetro | | Exigencia | |
|--|---|--|-----------------------------------|
| IRAM 6845 ⁽¹⁾ | Vacíos en la mezcla ⁽³⁾ | Tipo de mezcla | Vacíos |
| | | F8 / F10 | 5 % - 7 % |
| | Vacíos del agregado mineral (VAM) ⁽³⁾ | Tamaño máximo del agregado pétreo | VAM |
| | | TM 8 mm | ≥ 16 % |
| | | TM 10 mm | ≥ 15 % |
| | Relación Betún-Vacíos (RBV) | RBV (%) | |
| | | Tipo de capa | |
| | | F8 | F10 |
| | | 65 - 75 | 65 - 75 |
| | Resistencia conservada mediante el ensayo de tracción indirecta IRAM 6846-2 | | ≥ 80 % |
| Resistencia a la tracción indirecta IRAM 6846-2 | | Determinación obligatoria ⁽⁴⁾ | |
| Evaluación de la resistencia al ahuellamiento “Wheel Tracking Test” (Norma EN 12697-22 – Procedimiento B) ⁽⁵⁾ | | Requisitos establecidos en la Tabla 15 | |
| Contenido de Cal Hidratada, en peso sobre total del esqueleto granular | Contenido de Cal Hidratada | | |
| | Tipo de capa | Contenido mínimo de Cal Hidratada | Contenido máximo de Cal Hidratada |
| | F8/F10 | 1 % | 3 % |
| Relación “Filler/Asfalto”, en peso | | ≤ 1,7 | |
| Discontinuidad granulométrica ⁽⁶⁾ | | ≤ 10 % | |

Tabla 14. Requisitos del proceso de diseño

⁽¹⁾ La densidad de la probeta debe obtenerse a partir de lo indicado en Procedimiento D de la Norma UNE-EN 12697-6.

⁽²⁾ La temperatura de compactación para la elaboración de las probetas Marshall debe estar comprendida dentro del rango 160°C – 165 °C; o bien la recomendada por el proveedor del ligante asfáltico. Para

mezclas del tipo MAS, las temperaturas de mezclado y de compactación son especificadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

- (3) Se adopta como criterio de diseño para establecer el porcentaje óptimo de asfalto, aquel para el cual el contenido de vacíos es del 6 %.
- ❖ Dicho valor se obtiene de la curva de sensibilidad “contenido de vacíos vs contenido de ligante asfáltico” correspondiente al esqueleto granular adoptado.
 - ❖ Se debe de verificar simultáneamente en la curva de sensibilidad “VAM vs contenido de ligante asfáltico” correspondiente al esqueleto granular adoptado, que dicho contenido de asfalto correspondiente al 6 % de vacíos se encuentre sobre la rama descendente (rama seca) de la gráfica “VAM vs contenido de ligante asfáltico”.
- (4) El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares puede especificar la exigencia a cumplir. Se debe de realizar solo en condición seca.
- (5) Se debe utilizar como metodología de ensayo la descrita en el Procedimiento B en aire para dispositivo pequeño de la Norma EN 12697-22. La duración de este es de 10000 ciclos. La temperatura de ensayo debe ser de 60 °C. Para el moldeo de la probeta de ensayo se deben utilizar los procedimientos establecidos en las Normas EN 12697-32 o EN 12697-33 considerando las temperaturas indicadas en el comentario uno. Se debe informar el porcentaje de vacíos alcanzado en las probetas, el cual debe estar comprendido dentro del rango de menos cinco décimas por ciento (- 0,5%) y más uno por ciento (+ 1 %) respecto del porcentaje de vacíos correspondiente a la Fórmula de Obra adoptada. El espesor de la probeta asfáltica debe ser de cincuenta milímetros (50 mm).
- (6) Referida a la fracción del agregado combinado que pasa por el tamiz IRAM N° 4 (4,75 mm) y es retenida en el tamiz IRAM N° 8 (2,36 mm), respecto del peso total de los agregados que integran la composición granulométrica.

Los requisitos para la resistencia al ahuellamiento se establecen en la Tabla 15.

| Pendiente Media de Deformación (WTS AIRE) [mm/1000 ciclos de carga] en el intervalo de 5000 a 10000 ciclos y Profundidad Media de la Huella (PRD) [%] | |
|---|--|
| Tipo de capa | Clasificación por prestación |
| | P1 |
| F8 | WTS aire $\leq 0,1$ PRD $\leq 8 \%$ |
| F10 | WTS aire $\leq 0,1$ PRD $\leq 8 \%$ |

Tabla 15. Evaluación de la resistencia al ahuellamiento “wheel tracking test” (norma EN 12697-22 – procedimiento b)

6.4.- Presentación de la Fórmula de Obra

La elaboración y colocación regular de la mezcla asfáltica no se debe iniciar hasta que el Director de obra haya aprobado la correspondiente Fórmula de Obra presentada por el Contratista. Para la aprobación de la Fórmula de Obra, es necesario verificar y ajustar la misma en el Tramo de Prueba correspondiente.

La fórmula 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 la mezcla asfáltica, o se excedan sus tolerancias de calidad, la Fórmula 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 “Fórmula de Obra única e inamovible”.

Para todo tipo de mezcla asfáltica, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de obra, puede exigir un estudio de sensibilidad de las propiedades de la mezcla a variaciones de granulometría y contenido de ligante, dentro de las tolerancias establecidas en el presente documento.

Los informes de presentación de la Fórmula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la Tabla 16.

| Parámetro | Información que debe ser consignada |
|--------------------------------|---|
| Agregados y rellenos minerales | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, granulometrías y proporción en peso de cada fracción del agregado y rellenos minerales (filler). ❖ Granulometría de los agregados combinados, incluido el o los rellenos minerales (filler). ❖ 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. ❖ Ensayos realizados sobre la cal hidratada, como mínimo todos los contemplados en la Tabla 9. |

| Parámetro | Información que debe ser consignada |
|---|---|
| Ligante asfáltico, aditivos y/o fibras | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características, hoja técnica del producto, hoja de seguridad y proporción en la Fórmula de Obra aprobada y vigente, respecto de la masa total de la mezcla asfáltica (incluido el o los rellenos minerales) del ligante asfáltico. ❖ Cuando se empleen aditivos y/o fibras, debe indicarse su denominación, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa del ligante asfáltico. |
| Calentamiento y mezclado | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La temperatura máxima y mínima de la mezcla asfáltica a la salida de la planta. Para ello, se puede considerar los valores recomendados por el proveedor del ligante asfáltico empleado. |
| Temperatura de compactación | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe indicarse la temperatura mínima de la mezcla asfáltica al iniciar la compactación y la mínima al terminarla. |
| Ajustes en el Tramo de Prueba | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La fórmula informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el Tramo de Prueba. |
| Parámetros volumétricos ⁽¹⁾ | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre las mezclas asfálticas, como mínimo los contempladas en el Tabla 14. ❖ Análisis de sensibilidad al contenido de ligante asfáltico de los ensayos arriba mencionados. |
| Parámetros mecánicos ⁽¹⁾ | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Ensayos realizados sobre las mezclas asfálticas, como mínimo los contempladas en el Tabla 14. ❖ Análisis de sensibilidad al contenido de ligante asfáltico de los ensayos arriba mencionados. |
| Informe de presentación de la Fórmula de Obra | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Presentar Anexo I. Planilla DNV. |

Tabla 16. Requisitos que debe reunir la fórmula de obra

⁽¹⁾ El análisis de sensibilidad se debe realizar, como mínimo, para los siguientes contenidos de ligante asfáltico: +0,3%; +0,6%; -0,3%; -0,6%. Porcentajes respecto al contenido de ligante asfáltico adoptado para la mezcla, informado en la Fórmula de Obra.

7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.1.- Consideraciones generales

Cuando sea necesario aplicar un producto antiadherente o de limpieza sobre los equipos de elaboración, transporte, extendido o compactación, éste debe ser, en general, una solución jabonosa, un agente tensoactivo u otros productos de verificada experiencia, que garanticen que no son perjudiciales para la mezcla bituminosa ni para el medioambiente, debiendo ser aprobados por el Director de obra. No se

permite, a excepción de autorización del Director de obra, el empleo de productos derivados de la destilación del petróleo.

No se puede utilizar en la ejecución regular de una mezcla bituminosa 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 del ligante asfáltico

Los ligantes asfálticos se deben almacenar en tanques que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 17.

| Características | Requisitos |
|---------------------------|---|
| Tanques de almacenamiento | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Los tanques de almacenamiento de los ligantes asfálticos deben ser, preferiblemente, cilíndricos y verticales y estar térmicamente aislados entre sí y el medio ambiente. ❖ El tanque de almacenamiento debe tener un sistema de calentamiento que permita mantener la temperatura de almacenamiento del ligante asfáltico dentro del entorno indicado por el proveedor del ligante. ❖ Los tanques de almacenamiento deben disponer de un sistema de recirculación. Para el caso de los asfaltos modificados, es deseable contar con un sistema de agitación. ❖ Todas las tuberías directas y bombas, utilizadas para el traspaso del ligante asfáltico desde la cisterna de transporte al tanque de almacenamiento, y de éste al mezclador de la planta o mezclado, deben estar dotados de un sistema que permita la perfecta limpieza y barrido de los conductos después de cada jornada de trabajo. |

Tabla 17. Requisitos que deben cumplir los tanques de almacenamiento de los ligantes asfálticos

7.2.2.- Planta asfáltica

Los Concretos Asfálticos del tipo MAC se deben fabricar en plantas que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 18.

| Características | Requisitos |
|---------------------------|--|
| Capacidad de producción | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Se indica en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, en función del plan de trabajo. |
| Alimentación de agregados | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar con una cantidad de silos de dosificación en frío al menos igual al número de fracciones de los agregados que componen |

| | |
|---|---|
| | <p>la Fórmula de Obra aprobada y vigente, y nunca inferior a tres (3).</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar con dispositivos que eviten la contaminación de las distintas fracciones entre tolvas al momento de efectuar la alimentación de estas. ❖ La planta debe contar con zaranda de rechazo de agregados que excedan el tamaño máximo establecido para el concreto asfáltico en proceso de elaboración. ❖ Las plantas del tipo continuas deben tener un sistema de control que compense en la dosificación la humedad de los agregados. |
| Alimentación del Filler de aporte | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe contar con un sistema de adición controlado. |
| Alimentación de cal | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe contar con un sistema de adición controlado. |
| Calentamiento y mezclado | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe posibilitar la obtención de una mezcla homogénea, con las proporciones ajustadas a la respectiva Fórmula de Obra aprobada y vigente, y a la temperatura adecuada para el transporte y colocación. ❖ La planta debe evitar sobrecalentamientos puntuales que afecten a los materiales. ❖ El proceso de secado y calentamiento de agregados no debe contaminar con residuos de hidrocarburos no quemados a la mezcla. ❖ En plantas del tipo discontinuas “por pastones (batch)”, se debe contar con no menos de cuatro (4) tolvas de almacenamiento de agregados en caliente. |
| Incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Si se prevé la incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets a la mezcla, la planta debe contar un sistema de adición controlado para cada uno de los componentes empleados. |
| Reincorporación de polvos | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar con un sistema para recuperar (evitar la emisión de polvo mineral a la atmósfera) y reincorporar a la mezcla asfáltica, de manera controlada, el polvo recolectado durante el proceso de elaboración de la mezcla. |
| Pesaje de producción | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Las plantas de tipo continuo contarán con una balanza (electrónica o mecánica) para el pesaje completo de los camiones cargados equipada con un sistema automático de registro de las pesadas, con su respectivo sistema de calibración. Las plantas de tipo discontinuo o por pastones deberán contar con pesas de calibración de las respectivas balanzas. |

| | |
|--|--|
| Aspectos ambientales | ❖ La planta debe contar con elementos que permitan cumplimentar con la normativa vigente. |
| Almacenamiento de mezcla elaborada | ❖ La planta debe contar preferiblemente con un silo de almacenamiento de mezcla elaborada de no menos de quince toneladas (15 t) de capacidad. |
| Plantas asfálticas con hornos tipo “secador – mezclador” | ❖ No se encuentran permitidas estos tipos de usinas asfálticas |

Tabla 18. Requisitos que deben cumplir las plantas asfálticas

7.2.3.- Equipos para distribución de riego de adherencia y riego de imprimación

Los equipos de distribución de riego de adherencia e imprimación deben cumplimentar lo establecido en PLIEGO GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES Y CARRETERAS para Sección 4D “Riegos de Adherencia” y Sección 4A “Riegos de Imprimación”.

7.2.4.- Equipos para el transporte de mezcla asfáltica

Los equipos de transporte de mezclas asfálticas deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 19.

| Características | Requisitos |
|-------------------------|--|
| Capacidad de transporte | ❖ El número y capacidad de los camiones debe ser acorde al volumen de producción de la planta asfáltica y a la distancia de transporte, de modo de no frenar el proceso de elaboración y colocación. |
| Caja de transporte | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Se debe aplicar algún agente que evite la adherencia de la mezcla asfáltica a la caja de transporte. Dicho producto debe respetar lo establecido en el Punto 7.1. “Consideraciones generales”. ❖ La forma y altura de los camiones debe ser tal que, durante la descarga en la terminadora, el camión sólo toque a esta a través de los rodillos de empuje provistos a tal efecto. ❖ Para el caso de transporte de mezcla asfáltica para la ejecución de tareas de bacheo, la caja de transporte debe contar con aislamiento térmico en todos sus laterales. |

| Características | Requisitos |
|------------------------|--|
| Cubierta de protección | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La caja de los equipos de transporte debe cubrirse con algún elemento (lona o protector adecuado) que impida la circulación de aire sobre la mezcla asfáltica. ❖ Dicha cubierta debe alcanzar un solape con la caja, tanto lateral como frontalmente, de no menos de cincuenta centímetros (50 cm). La compuerta trasera debe aislarse térmicamente de manera fija. ❖ La cobertura se debe mantener ajustada debidamente durante todo el transporte. ❖ Esto se debe cumplir siempre, independientemente de la temperatura ambiente y/o cualquier otro factor, tanto climático como no climático. Cuando la temperatura ambiente sea inferior a diez grados Celsius (10 °C) se deben agregar cobertores laterales, los mismos pueden ser del mismo material que el cobertor superior. ❖ No se admiten cobertores que permitan la circulación de aire sobre la mezcla (ejemplo: lona tipo “media sombra”). |

Tabla 19. Requisitos que deben cumplir los equipos de transporte de mezcla asfáltica

7.2.5.- Equipos de transferencia. MTV (Material Transfer Vehicle)

Los equipos de transferencia MTV (Material Transfer Vehicle), deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 20. El Director de obra podrá a su criterio evaluar la posibilidad de uso de un potencial equipo de transferencia propuesto por la contratista que no se ajuste por completo a los lineamientos establecidos en la presente Tabla.

| Característica | Requisitos |
|----------------|--|
| Generalidades | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia empleado deberá ser una máquina autopropulsado capaz de recibir la mezcla asfáltica desde los equipos de transporte, almacenarlo y transferirlo a la terminadora sin contacto con esta. ❖ En caso de falla del MTV durante la pavimentación, el contratista deberá suspenderla. Sin embargo, la mezcla en tránsito al momento de la avería podrá colocarse sin el uso del MTV. |
| Capacidad | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia debe tener una capacidad mínima de almacenamiento de 15 toneladas. |

| Característica | Requisitos |
|-----------------------------------|---|
| Accesorio tolva de terminadora | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La terminadora debe estar equipada con un contenedor en su tolva para recibir la mezcla asfáltica directamente a la cinta transportadora de alimentación del equipo de transferencia. ❖ La capacidad mínima de la tolva con el accesorio debe ser de 8 T |
| Sistema de remezclado | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia debe de contar con un sistema de remezclado en la zona de almacenamiento. |
| Capacidad de transporte de cintas | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Las cintas de transporte deben de contar con una capacidad mínima de transporte de 500 T/h |
| Velocidad de trabajo | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo de transferencia debe de contar con la posibilidad de verificar una velocidad de trabajo de hasta 10 m/min. |

Tabla 20. Requisitos que debe cumplir el equipo de transferencia (MTV).

7.2.6.- Equipos de distribución

Los equipos de distribución de la mezcla asfáltica (terminadoras asfálticas), deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 21.

| Característica | Requisitos |
|---|--|
| Sensores de uniformidad de distribución | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe contar con equipamiento que permite tomar referencias altimétricas y de línea, destinadas a proveer regularidad en la superficie de la mezcla distribuida. |
| Alimentación de la mezcla | <ul style="list-style-type: none"> ❖ De poder abastecer de mezcla asfáltica a la caja de distribución de forma constante y pareja. |
| Caja de distribución | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La porción de la caja de distribución que excede el chasis de la terminadora debe contar con un cierre frontal (contraescudo), el cual se debe de utilizar cuando la extensión empleada resulte igual o superior 0.40 m. |
| Tornillos helicoidales | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Los tornillos helicoidales deben tener una extensión tal que sus extremos se encuentren entre diez y treinta y cinco centímetros (10-35 cm) de los bordes de la caja de distribución. ⁽¹⁾ |
| Distribución transversal de la mezcla | <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe contar con sensores y/o algún sistema que permita mantener una altura uniforme de la mezcla asfáltica en todo el ancho de la caja de distribución, coincidente con la posición del eje de los tornillos helicoidales. |

| Característica | Requisitos |
|----------------|--|
| Plancha | <ul style="list-style-type: none"> ❖ La posición altimétrica de la plancha debe poder ser regulada en forma automática mediante sensores referidos a la capa base u otra referencia que permita distribuir la mezcla asfáltica con regularidad a lo largo del perfil longitudinal. ❖ El calentamiento de la plancha debe ser homogéneo, sin sobrecalentamientos localizados en la misma. ❖ La plancha principal y las extensiones telescópicas deben contar con un sistema de precompactación constituido por alguno de estos sistemas (o combinación de estos): barras apisonadoras frontales (tamper), barras de presión en la parte posterior de la plancha o vibración. |

Tabla 21. Requisitos que debe cumplir el equipo de distribución y colocación de mezclas asfálticas

⁽¹⁾ Se podrá exceptuar esta condición en el caso de ensanches para ramas de acceso/egreso de reducida longitud, para terminadoras con plancha telescópica.

7.2.7.- Equipos de compactación

Los equipos de compactación deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 22.

| Característica | Requisitos |
|-------------------------|--|
| Número y tipo de equipo | <ul style="list-style-type: none"> ❖ El número y las características de los equipos de compactación deben ser acordes a la superficie, tipo de mezcla asfáltica, espesor de la capa que se debe compactar y al nivel de producción (ritmo de trabajo). |
| Compactadores metálicos | <ul style="list-style-type: none"> ❖ 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 pueden ser estáticos, vibratorios u oscilatorios. ❖ Los compactadores vibratorios y los oscilatorios deben tener dispositivos automáticos para eliminar la vibración/oscilación al invertir el sentido de su marcha. ❖ Los compactadores deben poder invertir la marcha mediante una acción suave. ❖ Los compactadores deben poder obtener una superficie homogénea, sin |

| | |
|--|---|
| | <p>marcas o desprendimientos en la mezcla asfáltica.</p> <p>❖ El peso mínimo del equipo debe ser de ocho toneladas (8 t).</p> |
|--|---|

Tabla 22. Requisitos que deben cumplir los equipos de compactación de mezclas asfálticas

7.3.- Ejecución de las obras

7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo

Previo colocación de la mezcla asfáltica, la superficie de apoyo se debe encontrar aprobada por el Director de obra, de acuerdo con el Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares de la misma.

La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros, de modo tal que el espesor de colocación de la mezcla se pueda encuadrar dentro de las tolerancias establecidas para este parámetro. Previo a la colocación de la capa asfáltica se debe aplicar el correspondiente riego de adherencia.

La superficie de apoyo debe estar libre de manchas o huellas de suelos cohesivos, los que deben eliminarse totalmente de la superficie.

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 elaboración de la mezcla asfáltica

7.3.2.1.- Alimentación de los agregados

Durante la producción, cada tolva en uso debe mantener un nivel de material entre el cincuenta por ciento (50%) y el cien por ciento (100%) de su capacidad.

7.3.2.2.- Temperatura de almacenamiento del ligante asfáltico

La temperatura del ligante asfáltico en el tanque de almacenamiento debe estar comprendida dentro del rango de temperaturas establecidas por el fabricante.

7.3.2.3.- Temperaturas del proceso

Para el Normal proceso de elaboración de la mezcla asfáltica, se deben respetar las temperaturas establecidas en el Fórmula de Obra aprobada y vigente.

Luego de dosificado el ligante asfáltico, la temperatura máxima de la mezcla asfáltica no debe exceder los ciento noventa grados Celsius (190°C) para el caso de ligantes asfálticos modificados; o los ciento setenta grados Celsius (170°C), para el caso de ligantes asfálticos convencionales.

Para el caso de mezclas asfálticas semicalientes, las temperaturas arriba detalladas se especifican en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

7.3.2.4.- Carga en los equipos de transporte

La carga de la mezcla asfáltica en los equipos de transporte debe realizarse en masa, evitando la descarga de pequeñas cantidades para completar la carga. Se deben formar varias pilas contiguas en la caja de transporte, de manera de minimizar la segregación de la mezcla asfáltica.

7.3.3.- Transporte de la mezcla asfáltica

La mezcla asfáltica se debe transportar en equipos de transporte desde la planta de producción hasta la terminadora o equipo de transferencia.

El transporte se debe realizar en el menor tiempo posible, minimizando pérdida de temperatura de la mezcla asfáltica.

En el momento de la descarga en la terminadora o en el equipo de transferencia, su temperatura no debe ser inferior a la especificada en la Fórmula de Obra. Asimismo, durante todo el proceso de descarga, no se debe quitar la cobertura del equipo de transporte.

7.3.4.- Colocación

La altura de los tornillos helicoidales durante la colocación de la mezcla asfáltica debe ser tal que su parte inferior se sitúe a no más de cinco centímetros del plano de la placa o plancha de la terminadora. Debe procurarse que el tornillo sin fin gire en forma lenta y continua.

La colocación de la mezcla 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 de la terminadora, el desfase con la junta longitudinal de la/las capas inferior y superior y la no coincidencia de la junta longitudinal con alguna huella del tránsito.

Después de haber colocado y compactado una franja, se debe ejecutar la siguiente mientras el borde de la primera se encuentre a una temperatura por encima de la mínima establecida para la compactación; en caso contrario, se debe realizar una junta de acuerdo con lo establecido en el presente documento.

La terminadora se debe regular de forma que la superficie de la capa colocada resulte lisa y uniforme, sin segregaciones ni arrastres, y con un espesor tal que, una vez compactada, se ajuste a la rasante, espesor y sección transversal indicados en los Planos del Proyecto, con las tolerancias establecidas en el presente documento para los mismos. La colocación se debe realizar con la mayor continuidad posible, ajustando la velocidad de la terminadora a la producción de la planta asfáltica, de modo que sea constante y que no se detenga.

En caso de parada, se debe comprobar que la temperatura de la mezcla que quede sin colocar en la tolva de la terminadora y debajo de ésta, no baje de la prescrita en la Fórmula de Obra aprobada y vigente para el inicio de la compactación; de lo contrario, se debe descartar y ejecutar una junta transversal.

7.3.5.- Compactación

La compactación de este tipo de mezclas asfálticas de granulometría discontinua y ejecutadas con ligantes asfálticos modificados se debe hacer con compactadores metálicos. El empleo de los equipos de compactación debe mantener la secuencia de operaciones que se determinó previamente en el respectivo Tramo de Prueba.

La compactación se debe realizar de manera longitudinal, continua y sistemáticamente, acompañando el avance de la terminadora; de acuerdo con el plan de compactación aprobado en el Tramo de Prueba (cantidad y tipo de equipos, número de pasadas, velocidad, etc.).

La inversión de marcha de los equipos de compactación cerca a la terminadora se debe de realizar de tal modo que la dirección del equipo forme con el eje del camino un ángulo de aproximadamente 45°, con el objetivo de facilitar el posterior borrado de la marca que genera la detención del equipo.

Siempre se debe de discontinuar el vibrado u oscilado al momento de invertir el sentido de la marcha.

El peso estático de los equipos o la operación vibratoria u oscilatoria no debe producir la degradación granulométrica de los agregados pétreos. Se debe evitar la detención de los equipos sobre la mezcla caliente.

Los compactadores deben llevar su rueda motriz del lado más cercano a la terminadora; a excepción de los sectores de rampa en ascenso, donde puede invertirse. Los cambios de dirección se deben realizar sobre mezcla ya compactada y los cambios de sentido se deben efectuar con suavidad.

La temperatura de la mezcla al inicio de la compactación debe estar comprendida dentro del rango de temperatura indicado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

Para mezclas asfálticas tipo MAC, se debe suspender la acción de vibrado y/o oscilación de los rodillos metálicos cuando la temperatura de la mezcla sea inferior a cien grados Celsius (100°C).

Para mezclas asfálticas tipo MAS, la temperatura para la cual se debe suspender la acción de vibrado y/o oscilación de los rodillos metálicos se establece en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o, en su defecto, la establece el Director de obra.

7.3.6.- Juntas transversales y juntas longitudinales

Se debe emplear un plan de trabajo que minimice la necesidad de ejecutar juntas de trabajo, tanto transversales como longitudinales.

Cuando resulte necesario ejecutar juntas de trabajo, la formación de estas debe ajustarse a lo siguiente:

7.3.6.1.- Separación de juntas de capas superpuestas

Las juntas transversales de capas superpuestas deben guardar una separación mínima de dos metros (2 m).

Las juntas longitudinales de capas superpuestas deben guardar una separación mínima de quince centímetros (15 cm).

7.3.6.2.- Distancia entre juntas de capas contiguas

Las juntas transversales en capas contiguas se deben distanciar entre sí en más de diez metros (10 m).

7.3.6.3.- Corte de juntas transversales

Se debe producir un corte de la junta transversal aproximadamente vertical en todo el espesor de la capa de manera de eliminar el material que no ha sido densificado. Dicho corte se debe realizar con sierra, con fresadora, o con algún método propuesto por el Contratista, previamente aprobado por el Director de obra.

7.3.6.4.- Corte de juntas longitudinales

Cuando no se trabaje con el sistema “juntas en caliente” el Contratista debe plantear una metodología de trabajo para el tratamiento de las juntas longitudinales que produzca un corte aproximadamente vertical en todo el espesor de la capa, de manera de eliminar el material que no ha sido densificado.

Dicho corte se puede realizar con sierra, con accesorios en los equipos de compactación, con fresadora, o con algún método propuesto por el Contratista, previamente aprobado por el Director de obra.

7.3.6.5.- Compactación de juntas transversales

Las juntas transversales se deben compactar transversalmente con rodillo liso metálico disponiendo los apoyos adecuados fuera de la capa para el desplazamiento del rodillo. Se debe de considerar el esponjamiento de la mezcla asfáltica al inicio de la colocación de la capa asfáltica de manera de minimizar las irregularidades de nivel que perjudicarán la rugosidad de la superficie asfáltica final.

Se debe iniciar la compactación apoyando aproximadamente el noventa por ciento (90%) del ancho del rodillo en la capa ya compactada.

Debe trasladarse paulatinamente el rodillo de modo tal que, en no menos de cuatro pasadas, el mismo termine apoyado completamente en la capa caliente. Cumplimentado este punto, se debe iniciar la compactación en sentido longitudinal.

7.3.6.6.- Compactación de juntas longitudinales y bordes libres

Si la extensión de la mezcla asfáltica se realiza por franjas, en los casos en que la franja a compactar resulte la primera (es decir, sin otras franjas contiguas ya compactadas) o bien sea un borde libre de la calzada, la compactación se debe realizar desde los bordes hacia el centro, apoyando un noventa por ciento (90 %) del ancho del rodillo en la franja y dejando el diez por ciento (10 %) restante del rodillo sin apoyar (“en voladizo”). Esta tarea se debe realizar con el rodillo metálico, sin vibración ni oscilación.

Para los casos en los cuales la franja en ejecución se coloque contigua a otra franja ya compactada, se debe comenzar la compactación de esta apoyando un noventa por ciento (90 %) del ancho del rodillo sobre la franja ya compactada y el por ciento (10 %) restante sobre la franja a compactar. Esta tarea se debe realizar con el rodillo metálico, sin vibración ni oscilación.

Para evitar el efecto “puente” se puede emplear la metodología en la cual la primera pasada del rodillo (sin vibrar) se efectúa sobre la capa caliente en su totalidad, a unos 10 cm de la junta longitudinal.

La metodología de compactación de las juntas longitudinales se debe de adoptar considerando los resultados obtenidos durante la ejecución del tramo de prueba.

7.3.7.- 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 mezclas asfálticas, se debe ejecutar el Tramo de Prueba. El mismo tiene por objetivo efectuar los ajustes y/o correcciones en la Fórmula de Obra, el proceso de elaboración, transporte, distribución y compactación 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 Fórmula 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. Dicha anticipación no debe ser menor a treinta (30) días.

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 noventa toneladas (90 t) de mezcla asfáltica.

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, sobre muestras de mezcla asfáltica sin colocar y/o sobre testigos extraídos.

Una vez obtenidos y analizados los resultados, el Director de obra debe decidir:

- ❖ Si es aceptable o no la Fórmula de Obra. En el primer caso, se puede iniciar la elaboración de la mezcla bituminosa. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la misma, correcciones en el proceso de elaboración, 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 de elaboración, transporte, colocación, compactación y control de dichos procesos.

No se debe proceder a la producción, colocación y compactación de la mezcla asfáltica sin que el Director de obra haya autorizado el inicio de estas.

Los Tramos de Prueba en los que se verifique el cumplimiento de las condiciones de ejecución y puesta en obra de las mezclas asfálticas, 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 correspondiente, pueden ser aceptados como parte integrante de la obra.

9.- LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO

9.1.- Mezclas asfálticas tipo MAC

No se permite la producción y puesta en obra de las mezclas asfálticas tipo MAC en las siguientes situaciones (salvo autorización expresa del Director de obra):

- ❖ Cuando la temperatura ambiente a la sombra resulte inferior a ocho grados Celsius ($< 8^{\circ}\text{C}$). El Director de obra podrá bajar dicho valor límite de temperatura a 5°C si la temperatura está en ascenso.
- ❖ Cuando se produzcan precipitaciones atmosféricas.

Finalizado el proceso de compactación de la capa asfáltica, previa autorización del Director de obra, se puede habilitar la circulación del tránsito sobre la misma cuando se verifique lo siguiente:

- ❖ Cuando la temperatura de la mezcla asfáltica resulte inferior a sesenta grados Celsius (60°C) en todo su espesor; evitando en estos casos los cambios de dirección y paradas del tránsito hasta que la temperatura de la mezcla asfáltica alcance la temperatura ambiente.

9.2.- Mezclas asfálticas tipo MAS

Las condiciones que limitan la puesta en obra de las mezclas asfálticas tipo MAS son especificadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o bien por el Director de obra.

Una vez colocada y compactada la capa de mezcla asfáltica tipo MAS, las condiciones bajo las cuales se puede habilitar al tránsito son especificadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o bien por el Director de obra. Las mismas dependen de la tecnología utilizada para lograr la reducción de las temperaturas de trabajo.

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 elaboración de la mezcla asfáltica 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.
- ❖ Cinco mil toneladas (5.000 t) de mezcla asfáltica colocada.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Control de Calidad: ensayos sobre materiales, proceso de elaboración de la mezcla asfáltica 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 10. “Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada” para la cantidad de muestras, cantidad de testigos, condiciones de ensayo, determinación de los parámetros en estudio y demás consideraciones.

El Director de obra puede disponer el envío de una o más muestras de cualquier material involucrado en la obra (agregados, ligantes asfálticos, mezcla asfáltica, testigos, 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 (para extracción de testigos, macrotextura, determinación de puntos de ensayo, etc.).

En todos los casos, la metodología de muestreo debe ser la establecida por las normas de referencia o la aprobada 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 elaboración y colocación de mezclas asfálticas se organiza por lotes de producción (mezcla asfáltica) y lotes de obra (unidad terminada). A continuación, se definen y especifican los mencionados conceptos y alcance 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:

- ❖ Una cantidad de trescientas toneladas (300 t) de mezcla asfáltica.
- ❖ 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).

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 o lote de mezcla colocada en el camino a la fracción menor que resulte de aplicar los siguientes criterios:

- ❖ Una longitud de quinientos metros (500 m) lineales de construcción.
- ❖ Lo ejecutado con un lote de producción.

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 la mezcla, a cada lote de

producción (en planta asfáltica) se lo debe vincular con el o los lotes de obra correspondientes (colocación en obra) 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 es la que se indica en la Tabla 23.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---|------------------------|--------------------------|
| Partículas trituradas | IRAM 1851 | Cada 300 T recibidas |
| Elongación | IRAM 1687-2 | Cada 600 T recibidas |
| Índice de lajas | IRAM 1687-1 | Cada 600 T recibidas |
| Coefficiente de desgaste Los Ángeles ⁽¹⁾ | IRAM 1532 | Cada 2500 T recibidas |
| Micro Deval ⁽¹⁾ | ASTM D6928 | Cada 2500 T recibidas |
| Polvo adherido | IRAM 1883 | Cada 2500 T recibidas |
| Análisis del estado físico de la roca | IRAM 1702 IRAM 1703 | Cada 5000 T recibidas |
| Coefficiente pulimento acelerado | ASTM D3319 | En el momento del diseño |
| Granulometría | IRAM 1501 IRAM 1505 | Cada 100 T recibidas |
| Durabilidad por ataque con sulfato de sodio | IRAM 1525 | Cada 1200 T recibidas |

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|-----------|-----------------------|
| Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua | IRAM 1533 | Cada 600 T recibidas |
| Degradación en presencia de dimetil – sulfoxide ⁽²⁾ | UY A 26 | Cada 2500 T recibidas |

Tabla 23. Plan de ensayos sobre el agregado grueso.

⁽¹⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”, la frecuencia de ensayo es cada 1500 T.

⁽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 24.

| 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 |
| Plasticidad de la fracción que pasa el tamiz IRAM 425 μm | IRAM 10501 | Cada 2500 T recibidas |
| Granulometría | IRAM 1501 IRAM 1505 | Cada 100 T recibidas |
| Densidad relativa, densidad aparente y absorción de agua | IRAM 1520 | Cada 600 T recibidas |

Tabla 24. 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 y cinco por ciento ($\geq 45 \%$).

10.3.1.3.- Relleno mineral (Filler)

La frecuencia mínima de ensayos para relleno mineral es la que se indica en la Tabla 25.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|---------------|-----------|----------------------|
| Granulometría | IRAM 1505 | Cada 100 T recibidas |

Tabla 25. Plan de ensayos sobre el relleno mineral

10.3.2.- Ligantes asfálticos

10.3.2.1.- Ligante asfáltico modificado

La frecuencia mínima de ensayos para el ligante asfáltico modificado (IRAM 6596) es la que se indica en la Tabla 26.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|------------|----------------------------|
| Viscosidad rotacional a 170°C ⁽¹⁾ | ASTM D4402 | Cada 5 partidas recibidas |
| Recuperación elástica torsional ⁽¹⁾ | IRAM 6830 | Cada 5 partidas recibidas |
| Resto de los parámetros contemplados en la Norma IRAM 6596 ^{(1) (2)} | IRAM 6596 | Cada 10 partidas recibidas |

Tabla 26. Plan de ensayos sobre el ligante asfáltico modificado.

⁽¹⁾ Se debe realizar sobre una muestra representativa del tanque de almacenamiento.

⁽²⁾ El método de ensayo de cada parámetro se indica en la Norma.

10.3.2.2.- Otro tipo de ligante asfáltico

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

10.3.2.3.- Emulsiones asfálticas

Las frecuencias y ensayos para las emulsiones asfálticas deben cumplimentar lo establecido en el PLIEGO GENERAL DE OBRAS PÚBLICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PUENTES Y CARRETERAS para Sección 4D “Riegos de Adherencia”, Sección 4A “Riegos de Imprimación” y Sección 4C “Riegos de Curado”.

10.3.3.- Aditivos, fibras u otros materiales en pellets

El Plan de Ensayos que realizar sobre los aditivos, fibras u otros materiales en pellets, así como también la frecuencia de estos, debe ser propuestos por el Contratista, y aprobado por el Director de obra.

10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de la mezcla asfáltica

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la producción de mezcla asfáltica; la misma se resume en la Tabla 27.

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 mezcla asfáltica, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

| Parámetro | Método | Frecuencia |
|--|--|-----------------------------|
| Contenido de vacíos | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Vacíos del agregado mineral (VAM) | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Porcentaje Relación Betún-Vacíos (RBV) | IRAM 6845 | Cada lote de producción |
| Porcentaje de resistencia conservada mediante el ensayo de Tracción Indirecta | IRAM 6846-2 | Cada 10 lotes de producción |
| Resistencia a tracción indirecta | IRAM 6846-2 | Cada 10 lotes de producción |
| Relación Filler/asfalto en peso | IRAM 1542 | Cada lote de producción |
| Contenido de ligante asfáltico | ASTM D8159 ASTM D2172 y ASTM D6307 | Cada lote de producción |
| Granulometría | IRAM 1501 IRAM 1505 | Cada lote de producción |
| Discontinuidad granulométrica | --- | Cada lote de producción |
| Contenido de agua ⁽¹⁾ | VN-E55 | Cada 10 lotes de producción |
| Medición de la temperatura de la mezcla asfáltica a la salida de planta | --- | Cada equipo de transporte |
| Verificación del aspecto visual de la mezcla a la salida de planta ⁽²⁾ | --- | Cada equipo de transporte |
| Medición de la temperatura de la mezcla asfáltica durante la colocación (en el tornillo sin fin) | --- | Cada equipo de transporte |

Tabla 27. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración de mezcla asfáltica

- ⁽¹⁾ Para el caso en el cual los agregados presenten una absorción superior al 1 %, a consideración del Director de obra, esta determinación se podrá realizar en cada lote de producción. Dicho valor de contenido de agua se debe restar del contenido de asfalto obtenido por el método empleado a efectos de verificar el cumplimiento del Punto 10.1.1.

⁽²⁾ Se debe verificar que no haya segregación, que no haya agregados mal cubiertos de ligante, etc.

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 28.

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 |
|--|-----------|--------------------------|
| Porcentaje medio de vacíos | IRAM 6845 | Cada lote de obra |
| Espesor medio de testigos | --- | Cada lote de obra |
| Macrotextura superficial | IRAM 1850 | Cada lote de obra |
| Determinación del ancho | --- | Cada 100 m |
| Determinación del perfil transversal | --- | Cada 100 m |
| Regularidad superficial (IRI) ⁽¹⁾ | --- | Por tramo ⁽²⁾ |

Tabla 28. Plan de ensayos sobre la unidad terminada

⁽¹⁾ La longitud del tramo es la indicada en el Punto 10. Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada, o bien la estipulada en la especificación técnica particular.

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.- Requisitos del proceso de producción (lote de producción)

11.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)

La determinación del contenido de ligante asfáltico se debe hacer sobre una muestra tomada de una unidad de transporte perteneciente al lote de producción en estudio.

La elección de la unidad de transporte se debe efectuar según lo descrito en el Punto 10.1 “Generalidades”.

El contenido medio de ligante asfáltico del lote de producción en estudio es la media de dos ensayos de contenido de ligante asfáltico sobre la muestra tomada, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a dos y media décimas por ciento (0,25 %).

El contenido medio de ligante asfáltico correspondiente al lote de producción debe encuadrarse dentro de una tolerancia de más o menos tres décimas por ciento ($\pm 0,30$ %) respecto del valor correspondiente a la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

11.1.2.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)

La determinación de los vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta se debe hacer sobre tres (3) probetas Marshall elaboradas de acuerdo con la metodología establecida en la Norma IRAM 6845, empleando la energía y temperatura de compactación indicada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

El porcentaje de vacíos medios de la mezcla asfáltica de planta, correspondiente al lote de producción en estudio, debe encuadrarse dentro de una tolerancia de más o menos dos por ciento (± 2.0 %) respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

11.1.3.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)

Se debe realizar una granulometría para cada ensayo de contenido de ligante asfáltico realizado al lote de producción en estudio.

Se considera granulometría media de los agregados recuperados al promedio de las granulometrías obtenidas en los ensayos realizados sobre el lote de producción en cuestión.

La granulometría media de los agregados pétreos recuperados debe cumplir con las tolerancias admisibles, respecto a la granulometría de la Fórmula de Obra vigente, indicadas en la Tabla 29.

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados pétreos recuperados, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede salirse por fuera del huso granulométrico establecido para la mezcla asfáltica en el Punto 7.2 “Husos granulométricos”.

| | | | | | | | |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|-------------------|------------------|
| 12,5mm (1/2") | 9,5mm (3/8") | 4,75mm (N°4) | 2,36um (N°8) | 600 um (N°30) | 300 um (N°50) | 150 um (N°100) | 75 um (N°200) |
| +/- 5 % | | +/- 4 % | | | | | +/- 2.5% |

Tabla 29. Tolerancias granulométricas de la mezcla de agregados

11.1.4.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)

La determinación de la temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta se debe realizar sobre cada unidad de transporte.

Se debe tomar la temperatura en no menos de tres puntos de la mezcla asfáltica en la unidad de transporte en estudio. Dichos puntos deben encontrarse a una profundidad no menor de cinco centímetros (5 cm) de la superficie del material, y deben estar distanciados entre ellos más de dos metros (2 m).

La temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta de la unidad de transporte en estudio es la media de las mediciones de la temperatura efectuadas, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a diez grados Celsius (10 °C).

La temperatura media de la mezcla asfáltica de cada unidad de transporte debe estar comprendida dentro del rango informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente para el proceso de mezclado.

11.1.5.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (equipo de transporte)

La determinación de la temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación se debe realizar para cada unidad de transporte.

Para cada unidad de transporte, una vez que la misma haya descargado entre el veinticinco por ciento (25 %) y el setenta y cinco por ciento (75 %) de la mezcla asfáltica en la tolva de la terminadora, se debe tomar la temperatura de la mezcla asfáltica en no menos de tres puntos en el tornillo sin fin, a no menos de cinco centímetros (5 cm) de profundidad de la superficie del material.

La temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación de la unidad de transporte en estudio es la media de las mediciones de la temperatura efectuadas, siempre que se verifique que la diferencia entre el mayor y el menor valor resulte ser menor a diez grados Celsius (10 °C).

La temperatura media de la mezcla asfáltica de cada unidad de transporte debe estar comprendida dentro del rango informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente para el proceso de compactación.

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

11.2.1.- Vacíos de aire en la mezcla colocada y compactada (lote de obra)

La determinación de los vacíos de aire en la mezcla asfáltica colocada y compactada se debe hacer sobre testigos extraídos del lote de obra en estudio.

Se deben sacar testigos cada cien metros (100 m) por franja colocada, variando aleatoriamente su ubicación según lo indicado en el Punto 10.1. “Generalidades”. El número de testigos a extraer por lote de obra nunca debe ser inferior a ocho (8).

La compactación de la mezcla asfáltica en la obra debe ser tal que los vacíos medios de los testigos correspondientes al lote de obra en estudio se encuentren comprendidos entre el tres por ciento (3 %) ⁽¹⁾ y el siete por ciento (7 %) ⁽²⁾, con un desvío estándar no superior a dos y medio por ciento (2,5 %).

Simultáneamente, en ningún caso los vacíos medidos en los testigos correspondientes a un lote de obra pueden tener una diferencia de más o menos dos por ciento ($\pm 2,0$ %) respecto del valor de los vacíos medios correspondientes al lote de producción empleado para la ejecución del lote de obra considerado.

Para el cálculo de los vacíos correspondientes a los testigos del lote de obra en estudio, se debe tomar la Densidad Máxima Teórica (Densidad Rice) correspondiente al lote de producción empleado para la construcción del lote de obra de donde se extrajo el testigo.

La determinación de la Densidad Máxima Teórica (Densidad Rice) se debe hacer sobre las muestras empleadas para la determinación del contenido de ligante asfáltico, según la Norma IRAM 6845.

El valor de la Densidad Máxima Teórica (Densidad Rice) del lote de producción en estudio es la media de dos (2) ensayos realizados. Se debe verificar que la diferencia entre el mayor y el menor valor utilizados para el cálculo de la Densidad Rice resulte menor a cinco centésimas de gramo por centímetro cúbico (0,05 g/cm³).

Para la determinación de la densidad de los testigos se debe emplear la metodología descrita en la normativa IRAM-6845-2. ⁽³⁾

⁽¹⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como dos por ciento (2 %).

⁽²⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como ocho por ciento (8 %).

⁽³⁾ Se podrá adoptar una metodología alternativa a la IRAM 6845-2 para la determinación de la densidad de la mezcla compactada del lote, tales como medidores de densidad no nucleares del tipo eléctrico o similares. Previo a ello el Director de Obra debe de aprobar el uso de este, la metodología a emplear y el factor de corrección o ajuste a utilizar, siempre tomando como referencia los valores obtenidos a través del método IRAM 6845-2.

11.2.2.- Espesor (lote de obra)

La determinación del espesor medio del lote de obra en estudio se debe hacer sobre los testigos utilizados para la determinación de los vacíos de aire de la mezcla colocada correspondientes al mencionado lote.

La determinación del espesor se debe realizar con calibre. Cualquier otro método de medición propuesto por el Contratista queda sujeto a la aprobación del Director de obra.

El espesor medio del lote de obra debe ser igual o mayor al espesor teórico de proyecto.

Simultáneamente, se debe cumplimentar que el Coeficiente de variación (Cv) de los espesores de los testigos del lote de obra resulte inferior al veinte por ciento (20 %) ⁽¹⁾.

- ⁽¹⁾ A criterio del Director de obra, se podrán aceptar aquellos lotes de obra cuyo espesor medio del lote resulte igual o mayor al espesor de proyecto y el Coeficiente de variación mayor al 20 %, siempre que se verifique que el 90 % de los testigos extraídos en el lote de obra en estudio presenten espesores individuales superior al espesor de proyecto.

11.2.3.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m)

11.2.3.1.- Ancho

La determinación del ancho de capa asfáltica se debe verificar en perfiles transversales cada cien metro (100 m).

El ancho de cada capa asfáltica considerada en ningún caso debe ser inferior al ancho teórico indicado en los Planos de Proyecto.

11.2.3.2.- Perfil transversal

La verificación del perfil transversal se debe efectuar en perfiles transversales cada cien metros (100 m).

La pendiente de cada perfil transversal no debe ser inferior a dos décimas por ciento (0,2 %) ni superior a cuatro décimas por ciento (0,4 %) de la pendiente transversal establecida en los planos del proyecto.

11.2.4.- Regularidad superficial (tramo)

11.2.4.1.- Medición intermedia

Los considerandos establecidos en el presente punto corresponden a la medición de la rugosidad superficial al momento de verificar la capa asfáltica en ejecución un avance físico del 25 %.

Se debe controlar la regularidad superficial mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI), de acuerdo con el procedimiento vigente de la Dirección Nacional de Vialidad.

Para la determinación del IRI se deben considerar tramos de mil metros (1000 m) de longitud, calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro (hm) del tramo en estudio. Cada uno de los tramos de mil metros (1000 m) involucrados en la longitud de la obra debe cumplir lo especificado en la siguiente Tabla 30. Los requisitos establecidos en la Tabla 30 resultan aplicables en los siguientes casos:

- ❖ Capas de rodamiento en Obras Nuevas.

- ❖ Capas de rodamiento en Obras de Rehabilitación en las que el espesor de las capas de mezcla asfáltica colocadas, sin importar los diferentes tipos de mezcla asfáltica involucradas, es igual o superior a diez centímetros (≥ 10 cm) y dicho espesor no se aplica en una capa única.

Para casos diferentes de los anteriores, como obras de rehabilitación por ejemplo, los requisitos se establecen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

| Porcentaje de hectómetros [%] | Requisitos |
|-------------------------------|----------------|
| 50 | IRI < 1,6 m/km |
| 80 | IRI < 1,8 m/km |
| 100 | IRI < 2,0 m/km |

Tabla 30. Requisitos de IRI

Los requisitos establecidos en la Tabla 30 corresponden al IRI promedio de las mediciones sobre ambas huellas (externa e interna). En los casos en los cuales solo se mida sobre una huella, los requisitos de la presente especificación técnica deben de ser cumplidos por la medición correspondiente a la huella externa.

Los gastos asociados a esta medición de carácter intermedio serán afrontados por la empresa contratista. Para esta medición se podrán emplear equipos clase I y clase III previamente homologados por el MTOP y se tomarán como requisitos los estipulados en la Tabla 30 en el caso de corresponder o en su defecto los obrantes en las especificaciones técnicas particulares.

11.2.4.2.- Medición final

Esta determinación se debe realizar en el período comprendido entre la finalización de la obra en estudio y antes de que la misma alcance seis (6) meses de servicio (habilitada al tránsito).

Se debe controlar la regularidad superficial mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (IRI), de acuerdo con el procedimiento vigente de la Dirección Nacional de Vialidad y empleando un equipo clase I.

Para la determinación del IRI se deben considerar tramos de mil metros (1.000 m) de longitud, calculando un solo valor del IRI para cada hectómetro (hm) del tramo en estudio. Cada uno de los tramos de mil metros (1.000 m) involucrados en la longitud de la obra debe cumplir lo especificado en la Tabla 30. Los requisitos establecidos en la Tabla 30 resultan aplicables en los siguientes casos:

- ❖ Capas de rodamiento en Obras Nuevas.
- ❖ Capas de rodamiento en Obras de Rehabilitación en las que el espesor de las capas de mezcla

asfáltica colocadas, sin importar los diferentes tipos de mezcla asfáltica involucradas, es igual o superior a diez centímetros (≥ 10 cm) y dicho espesor no se aplica en una capa única.

Para casos diferentes de los anteriores, como obras de rehabilitación por ejemplo, los requisitos se establecen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Los requisitos establecidos en la Tabla 30 corresponden al IRI promedio de las mediciones sobre ambas huellas (externa e interna). En los casos en los cuales solo se mida sobre una huella, los requisitos de la presente especificación técnica deben de ser cumplidos por la medición correspondiente a la huella externa.

11.2.4.3.- Capas de base y capas de rodamiento

En las juntas de trabajo transversales de capas contiguas, se deben realizar dos (2) mediciones con la regla de tres metros (3m) de longitud en dos (2) posiciones diferentes:

- ❖ Primera posición: Se apoya la regla en dirección paralela al eje del camino, en posición simétrica sobre la junta transversal, a un metro de uno de los bordes de la faja colocada. Se mide la máxima distancia entre la superficie de la carpeta de rodamiento en estudio y el borde inferior de la regla.
- ❖ Segunda posición: Se apoya la regla en dirección paralela al eje del camino, en posición simétrica sobre la junta transversal, a un metro del otro borde de la faja colocada. Se mide la máxima distancia entre la superficie de la carpeta de rodamiento en estudio y el borde inferior de la regla.

Para todos los casos, los apartamientos entre el borde inferior de la regla y la superficie de la capa deben resultar iguales o menores a cinco milímetros (5 mm).

11.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra o tramo)

Las exigencias vinculadas a este punto aplican sólo a capas de rodamiento.

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 en puntos contiguos a los establecidos para la extracción de testigos.

El valor medio de estas determinaciones mencionadas anteriormente y su respectivo desvío estándar deben cumplimentar los requisitos establecidos en la Tabla 31.

| Característica | Norma | Requisito |
|---------------------------------|--------------------------|--|
| Macrotextura (Círculo de arena) | IRAM 1850 ⁽¹⁾ | Promedio del lote > 0,80 mm Desvío estándar < 0,25 mm |

Tabla 31. Requisito de macrotextura superficial inicial

- ⁽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.

12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo del proceso de producción de la mezcla asfáltica y de la unidad terminada 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) o una unidad de transporte, 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

12.1.1.- Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)

El contenido de ligante asfáltico del lote de producción en estudio debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.1. "Contenido de ligante asfáltico (lote de producción)".

Si el contenido medio de ligante asfáltico del lote de producción no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos tres décimas por ciento ($\pm 0,30$ %) respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos cinco décimas por ciento ($\pm 0,50$ %), se acepta el lote de producción con un descuento del diez por ciento (10 %) sobre la superficie del lote de obra ejecutado con el lote de producción en cuestión siempre que la mezcla asfáltica verifique el resto de las exigencias asociadas a parámetros volumétricos y mecánicos contemplados en la presente especificación técnica.

Si el contenido medio de asfalto 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.

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 asfáltica.

12.1.2.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)

El porcentaje de vacíos medios del lote de producción de la mezcla asfáltica en probetas Marshall debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.2. "Vacíos de aire en la mezcla asfáltica de planta (lote de producción)".

Si el porcentaje medio de vacíos del lote de producción no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos dos por ciento ($\pm 2.0 \%$) respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos tres por ciento ($\pm 3.0 \%$), se acepta el lote de producción, pero corresponde una penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra ejecutado con el lote de producción en estudio.

Si el porcentaje medio de vacíos del lote de producción se encuentra por afuera del entorno de más o menos tres por ciento ($\pm 3.0 \%$) respecto del porcentaje de vacíos informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente, corresponde el rechazo del lote de producción en consideración y por ende del lote de obra con este construido. 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 asfáltica.

12.1.3.- Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)

La aceptación del lote de producción de la mezcla asfáltica en relación con la granulometría de los agregados recuperados se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.3. "Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)".

Si la granulometría media de los agregados recuperados no cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el Punto 11.1.4. Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción), pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 32, se acepta el lote de producción con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra ejecutado con el lote de producción en cuestión siempre que la mezcla asfáltica verifique el resto de las exigencias asociadas a parámetros volumétricos y mecánicos contemplados en la presente especificación técnica.

| | | | | | | | |
|---------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|----------|
| 12,5mm | 9,5mm | 4,75mm | 2,36um | 600 um | 300 um | 150 um | 75 um |
| (1/2") | (3/8") | (N°4) | (N°8) | (N°30) | (N°50) | (N°100) | (N°200) |
| +/- 6 % | | +/- 5 % | | | | | +/- 3,5% |

Tabla 32. Tolerancias granulométricas ampliadas de la mezcla de agregados

Sin perjuicio de lo anterior, la granulometría media de los agregados pétreos, con sus tolerancias, bajo ningún concepto puede resultar por fuera del huso granulométrico establecido para la mezcla asfáltica en el Punto 11.1.3. “Granulometría de los agregados recuperados (lote de producción)”.

Si la granulometría media de los agregados recuperados 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 asfáltica.

12.1.4.- Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)

La aceptación de la unidad de transporte en lo vinculado a la temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.4. “Temperatura de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte)”.

Si la temperatura media de la mezcla asfáltica no verifica lo establecido en el Punto 11.1.4. Temperatura media de la mezcla asfáltica a la salida de la planta (equipo de transporte), pero es inferior a la temperatura máxima indicada en el Punto 7.3.2.3. “Temperaturas del proceso”, puede el Contratista colocarla en obra bajo su responsabilidad; quedando el tramo construido con la mezcla asfáltica de la unidad de transporte observado. Se debe realizar un ensayo de recuperación controlada del ligante asfáltico de la muestra de mezcla asfáltica de la unidad de transporte en estudio.

Sobre el ligante asfáltico recuperado, para el caso de ligantes asfálticos modificados, se debe ejecutar un ensayo de recuperación elástica torsional, según Norma IRAM 6830. Si el resultado del ensayo verifica ser mayor o igual al cincuenta por ciento ($\geq 50\%$), se acepta la unidad de transporte y la fracción de lote de obra ejecutado con aquella. Sobre ambos aplica un descuento del veinte por ciento (20 %).

Si no se cumple lo anteriormente expuesto, se procede al rechazo del lote construido con la unidad de transporte en estudio, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Director de obra, al fresado de la fracción del lote en consideración y a la reposición de la capa asfáltica.

12.1.5.- Temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación (unidad de transporte)

La aceptación de la unidad de transporte en lo vinculado a la temperatura media de la mezcla asfáltica durante la colocación se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.1.5 “Temperatura de la mezcla asfáltica durante la colocación (equipo de transporte)”.

Si no se cumple lo anteriormente expuesto, se procede al rechazo del lote construido con la unidad de transporte en estudio, teniendo el Contratista que proceder, excepto indicación contraria del Director de obra, al fresado de la fracción del lote en consideración y a la reposición de la capa asfáltica.

12.2.- Unidad terminada

12.2.1.- Vacíos de aire en la mezcla asfáltica colocada y compactada (lote de obra)

La aceptación del lote de obra en lo relacionado al porcentaje de vacíos medios de los testigos de la unidad terminada se da si se cumple lo establecido en el Punto 11.2.1. “Vacíos de aire en la mezcla colocada y compactada (lote de obra)”.

Si el porcentaje de vacíos de los testigos del lote de obra en estudio se encuentra comprendido entre el cuatro por ciento (4 %) ⁽¹⁾ y el ocho por ciento (8 %) ⁽²⁾; y el desvío estándar no verifica ser menor a dos por ciento (2,0 %), pero si menor a tres por ciento (3,0 %), corresponde la aceptación del lote con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie de este.

Si el porcentaje de vacíos medios de los testigos del lote de obra en estudio se encuentra comprendido entre el ocho por ciento (8 %) ⁽²⁾ y el diez por ciento (10 %) ⁽⁴⁾; y el desvío estándar es menor a dos por ciento (2,0 %); corresponde la aceptación con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Si el porcentaje de vacíos medios de los testigos del lote de obra en estudio se encuentra comprendido entre el tres por ciento (3 %) ⁽³⁾ y el cuatro por ciento (4 %) ⁽¹⁾; y el desvío estándar es menor a dos por ciento (2,0 %); corresponde la aceptación con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Lo anteriormente expuesto es válido si se verifica que el porcentaje medio de vacíos de los testigos del lote de obra no difieren en más o en menos dos y medio por ciento (± 2.5 %) del valor de vacíos medios correspondiente al lote de producción empleado en la construcción del lote de obra en estudio.

Si el porcentaje de vacíos medios del lote 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 asfáltica.

⁽¹⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como tres por ciento (3 %).

⁽²⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como nueve por ciento (9 %).

⁽³⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como dos por ciento (2 %).

⁽⁴⁾ Para el Tramo de Prueba, este límite se toma como nueve por ciento (11 %).

12.2.2.- Espesor (lote de obra)12.2.2.1.- Para capas de rodamiento

El espesor medio de los testigos del lote de obra debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.2. “Espesor (lote de obra)”.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al espesor de proyecto y se cumplimenta que el coeficiente de variación es mayor al veinte por ciento (20 %) y menor al veinticinco por ciento (30 %), se acepta el lote de obra con una penalidad del cinco por ciento (5 %).

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es inferior al espesor de proyecto o el coeficiente de variación es mayor al veinticinco por ciento (30 %), se rechaza el lote.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponerla; o, previa autorización del Director de obra, colocar de nuevo 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.

12.2.2.2.- Resto de las capas

El espesor medio de los testigos del lote de obra debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.2. “Espesor (lote de obra)”.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al espesor de proyecto y se cumplimenta que el coeficiente de variación es mayor al veinte por ciento (20 %) y menor al treinta por ciento (30 %), se acepta el lote de obra con una penalidad del cinco por ciento (5 %).

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al noventa por ciento (90 %) del espesor de proyecto y el coeficiente de variación (Cv) es inferior al veinte por ciento (20 %), queda a criterio del Director de obra aceptar el lote de obra sin descuento. Esto es factible sólo en el caso de que sea viable la compensación de la merma del espesor de la capa en estudio con un espesor adicional en la capa siguiente por cuenta del Contratista.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al noventa por ciento (90 %) del espesor de proyecto y el coeficiente de variación (Cv) es igual o superior al veinte por ciento (20 %) y menor al treinta por ciento (30 %), queda a criterio del Director de obra aceptar el lote de obra con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio. Para que ello ocurra debe resultar viable la compensación de la merma del espesor de la capa con un espesor adicional en la capa siguiente, por cuenta del Contratista.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra resulta inferior al noventa por ciento (90 %) del espesor de proyecto y el coeficiente de variación resulta superior al veinte por ciento (20 %), se rechaza el lote de obra en estudio. En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponerla; o, previa autorización del Director de obra, colocar de nuevo 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.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m)

Los lugares en los cuales no se cumplan las exigencias establecidas en el Punto 11.2.3. “Ancho y perfil transversal (cada 100 m)” de la presente especificación técnica deben ser corregidos por cuenta del Contratista.

12.2.4.- Regularidad superficial (tramo)

12.2.4.1.- Medición intermedia

Los considerandos establecidos en el presente punto corresponden a la medición de la rugosidad superficial al momento de verificar la capa asfáltica en estudio un avance físico del 25 % tal cual lo planteado en el Punto 11.2.4.1.

Los valores de regularidad superficial sobre el tramo medido deben de cumplimentar lo establecido en el Punto 11.2.4.1. “Medición intermedia del presente documento”.

Si los valores de la regularidad superficial del tramo medido de la capa de rodamiento en estudio exceden los límites establecidos anteriormente, se procede de la siguiente forma:

- ❖ Se efectúa un descuento retroactivo del 10 % del costo del ítem sobre la superficie certificada desde el inicio de la construcción de la capa asfáltica en estudio, teniendo la empresa constructora que efectuar las gestiones pertinentes, a su entero costo, destinadas a cumplimentar los requisitos de rugosidad obrantes en el contrato para el tramo en estudio.
- ❖ Simultáneamente, dicho descuento se mantendrá efectivo sobre las superficies a certificar hasta el momento en el cual la empresa constructora demuestre haber alcanzado a verificar los requisitos de IRI establecidos en la especificación técnica de la capa asfáltica en consideración. Para ello deberá efectuar una nueva medición intermedia a su costo, pudiendo emplear equipos clase I para esta medición homologados por el MTOP, y cumplir en esta nueva medición con las exigencias de rugosidad correspondientes a la especificación técnica de la capa asfáltica en evaluación.

12.2.4.2.- Medición final

Esta determinación se debe realizar en el período comprendido entre la finalización de la obra en estudio y antes de que la misma alcance seis (6) meses de servicio (habilitada al tránsito).

Los valores de regularidad superficial deben de cumplimentar lo establecido en el Punto 11.2.4.2. “Medición final del presente documento”.

Si los valores de la regularidad superficial del tramo de la capa de rodamiento en estudio exceden los límites establecidos anteriormente, se procede de la siguiente manera:

Si el porcentaje de tramos de 1 km que no verifican los requisitos representan menos del diez por ciento ($< 10\%$) de la longitud del tramo en estudio, el Contratista debe corregir, por cuenta propia, los defectos de regularidad superficial en los hectómetros que no verifican el cumplimiento del requisito de IRI. La localización de dichos defectos se debe hacer sobre los perfiles longitudinales obtenidos en la medición de la regularidad superficial.

Si el porcentaje de tramos de 1 km que no verifican los requisitos representan igual o más del diez por ciento ($\geq 10\%$) de la longitud del tramo en estudio, se rechaza el mencionado tramo.

En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponerla; o, previa autorización del Director de obra, colocar de nuevo otra capa similar sobre la rechazada, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga de estructuras. Esto es posible si la capa colocada cumple con el resto de los requisitos establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

Para los casos en los cuales resultan aplicables los requisitos de la Tabla 30, si los valores de la regularidad superficial de la capa de rodamiento en estudio cumplimentan lo establecido en el Punto 11.2.4.2. “Medición final”, y asimismo verifican los requisitos de la Tabla 33, se acepta el mencionado tramo y se aplica una bonificación adicional sobre la superficie de la capa de rodamiento del tramo en cuestión.

El porcentaje de bonificación aplicable será el establecido en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. En caso de no estar expresamente indicado, se entenderá que no corresponde la aplicación de bonificación adicional.

| Porcentaje de hectómetros [%] | Requisitos |
|-------------------------------|------------------|
| | Obra nueva |
| 50 | IRI $< 1,0$ m/km |
| 80 | IRI $< 1,3$ m/km |

| Porcentaje de hectómetros [%] | Requisitos |
|-------------------------------|----------------|
| | Obra nueva |
| 100 | IRI < 1,5 m/km |

Tabla 33. Requisitos de IRI para obra con abono adicional

12.2.4.3.- Capas de base y capas de rodamiento

En relación con las juntas transversales de construcción, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en el Punto 11.2.4.3. “Capas de base y capas de rodamiento”.

Para cada junta: Si en dos (1) de las dos (2) mediciones, los apartamientos entre el borde inferior de la regla y la superficie de la carpeta son mayores a cinco milímetros (5 mm), pero inferiores a siete milímetros (7 mm), se acepta la junta.

Si las juntas transversales de construcción no cumplen con lo expuesto anteriormente se debe proceder a la corrección de estas por cuenta del Contratista.

12.2.5.- 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 11.2.5 “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 noventa por ciento (> 90 %) 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 (< 0,35 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 noventa por ciento (< 90 %) 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 mezcla asfáltica de recibo será medida en peso, expresado en toneladas, con apreciación del décimo de tonelada, y calculado, para cada lote de obra, como el producto de la superficie cubierta, según las características geométricas de proyecto y las modificaciones a las mismas autorizadas previamente por el Director de Obra, por el espesor promedio de la capa correspondiente al lote de obra, determinado en la forma detallada en el Punto 11.2.2 de la presente Sección, y por el peso específico promedio de la mezcla compactada, obtenido de los testigos del lote de obra en cuestión, de acuerdo al Punto 11.2.1.

El espesor promedio que adoptar en el cálculo que antecede no excederá nunca del espesor de proyecto acrecido en el cinco (5%) por ciento de este.

El Director de Obra podrá optar por un método de medición directa del tonelaje de mezcla bituminosa de recibo, colocada en obra, o por otro equivalente basado en los registros de los partes diarios de obra, para cada lote de obra aprobado.

La cantidad de mezcla determinada por cualquiera de los procedimientos detallados en el artículo anterior no podrá nunca exceder el peso conjunto de las cantidades de mezcla entregada, registrados en los partes diarios de la planta mezcladora.

El ligante asfáltico utilizado en la mezcla bituminosa de recibo, será medido en peso, expresado en toneladas, con apreciación del décimo de tonelada, y calculado, para cada lote de obra aprobado, como el producto de las toneladas de mezcla de recibo colocadas en el lote de obra, por el contenido promedio de ligante asfáltico del lote de producción en consideración, determinado en las condiciones del Punto 11.1.1 de la presente Sección.

El Director de Obra podrá optar por un método de medición directa del tonelaje del material bituminoso utilizado en la mezcla bituminosa de recibo, colocada en el lote de obra, o por otro equivalente basado en los registros de los partes diarios de la obra y en las toneladas de mezcla bituminosa asignadas a cada lote de obra aprobado.

El Director de Obra utilizará el primer método de medición indicado salvo que resulte imposible su aplicación circunstancia que se empleará el segundo método previsto en base a las toneladas medidas en planta.

La cantidad de material bituminoso determinado por cualesquiera de los procedimientos previstos en el artículo anterior no podrá exceder al peso conjunto que, de aquel material, hubiere ingresado la obra.

14.- FORMA DE PAGO

Las cantidades de mezcla bituminosa empleada en la ejecución de capas y que hayan merecido la aceptación del Director de Obra, determinadas en la forma establecida en el Punto 13. “Medición” de la presente Sección se pagarán al precio unitario por tonelada, establecido en el contrato para el tipo respectivo, previa aplicación de las penalidades.

En todos los casos, dicho precio será la compensación total de los gastos que se originen en:

- ❖ la limpieza de la superficie a recubrir, previa al esparcido de la mezcla.
- ❖ la adquisición, extracción, acondicionamiento, transporte, almacenamiento, preparación, mezclado, y demás operaciones a que deben ser sometidos los diversos materiales que integran la mezcla, para alcanzar su producción en la forma especificada.
- ❖ la carga, transporte, descarga, colocación, terminación, compactación y demás operaciones ejecutadas con la mezcla para completar la construcción de la capa de base, o de rodadura, en la forma especificada.
- ❖ la adquisición, carga, transporte, descarga, colocación y terminación de los materiales necesarios para ejecutar la regularización de acordamiento, en la forma especificada, de los bordes externos de la capa de mezcla, con las zonas de la carretera adyacentes a ellos
- ❖ la conservación de las obras hasta su recepción definitiva.

De dicho precio se excluyen solamente:

- ❖ los gastos originados en el riego de imprimación o en el riego de adherencia, previos a la colocación de la mezcla asfáltica, y en las etapas constructivas que preceden a dichas operaciones, cuyas bases de pago se estipulan en la especificación técnica del ítem.
- ❖ los gastos originados en la adquisición, carga, transporte, descarga, almacenamiento y preparación del ligante asfáltico, previos al mezclado, que se pagarán por separado, en la forma establecida en el Punto 13.

15.- CONSERVACIÓN

La conservación de cada una de las capas asfálticas contemplada en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de estas 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. Si el deterioro de alguna de las capas ejecutadas afectara la superficie de rodamiento, base, capas intermedias y/o subrasante, 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, como así también de depresiones, de baches aislados y de pequeñas superficies 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.