



PAVIMENTOS DE HORMIGÓN

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

8



Ministerio
de Transporte
y Obras Públicas

DICIEMBRE 2025

Sección 8A – Pavimentos de hormigón

Sección 8B – Recubrimientos de hormigón sobre pavimentos asfálticos

Planos

8A.1 – Tipos de juntas en pavimentos de hormigón

8A.2 – Canastos para pasadores en pavimentos de hormigón

8A.3 – Canastos para barras de unión en pavimentos de hormigón

8A.4 – Esquemas tipo para transiciones en pavimentos de hormigón

8B.1 – Tipos de juntas en recubrimientos no adheridos de hormigón

8B.2 – Canastos para pasadores en recubrimientos no adheridos de hormigón

8B.3 – Canastos para barras de unión en recubrimientos no adheridos de hormigón

8B.4 – Esquemas tipo para transiciones en recubrimientos no adheridos de hormigón

8B.5 – Tipos de juntas en recubrimientos adheridos de hormigón

8B.6 – Esquemas tipo para transiciones en recubrimientos adheridos de hormigón

ÍNDICE

Sección 8.A – Pavimentos de hormigón

ÍNDICE.....	1
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
1.- DESCRIPCIÓN	7
2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN.....	7
3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA.....	7
3.1.- Definiciones.....	7
3.3.- Nomenclatura.....	8
4.- INDICE DE PRESTACIÓN.....	8
5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES.....	9
5.1.- Agregados.....	9
5.1.1.- Características generales.....	9
5.1.2.- Agregados gruesos.....	11
5.1.3.- Agregados finos.....	13
5.1.4.- Requisitos de la combinación de agregados que componen el esqueleto granular.....	14
5.2.- Cementos	15
5.2.1.- Definición y nomenclatura.....	15
5.2.2.- Tipos de cemento y normas de aplicación.....	15
5.2.3.- Provisión y almacenamiento del cemento.....	15
5.3.- Agua.....	16
5.4.- Aditivos y adiciones	16
5.4.1.- Aditivos Químicos.....	16
5.4.2.- Adiciones Minerales Pulverulentas.....	16
5.4.3.- Pigmentos y Colorantes	17
5.5.- Fibras	17
5.5.1.- Microfibras.....	17
5.5.2.- Macrofibras estructurales.....	17
5.6.- Compuestos líquidos formadores de membrana de curado	18
5.7.- Barras	18

5.7.1.- Pasadores.....	18
5.7.2.- Barras de unión.....	19
5.7.3.- Armadura distribuida.....	19
5.8.- Materiales para juntas	19
5.8.1.- Rellenos premoldeados para juntas de dilatación y aislación.....	19
5.8.2.- Materiales para el sellado de juntas.....	20
6.- ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO	21
6.1.- Características generales.....	21
6.2.- Tamaño máximo nominal del Agregado (TM).....	21
6.3.- Curvas Granulométricas.....	22
6.3.1.- Optimización Granulométrica por Curvas Límite	23
6.3.2.- Optimización de granulometría por método Shilstone.....	23
6.3.3.- Optimización de granulometría por método Tarántula.....	24
6.4.- Criterios y requisitos de dosificación	25
6.5.- Presentación de la fórmula de obra.....	27
7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	31
7.1.- Consideraciones generales	31
7.2.- Equipos de obra.....	31
7.2.1.- Silos de almacenamiento del cemento y de las adiciones minerales.....	31
7.2.2.- Planta de Hormigón.....	31
7.2.3.- Equipos para el transporte de la mezcla de Hormigón	33
7.2.4.- Posicionamiento de pasadores y/o barras de unión.....	34
7.2.5.- Equipos de distribución, colocación, vibración y compactación	35
7.2.6.- Equipos para el texturizado.....	40
7.2.7.- Equipos para la distribución del compuesto de curado	40
7.2.8.- Puente de servicio y herramientas manuales.....	41
7.2.9.- Equipos para el aserrado de juntas.....	41
7.2.10.- Equipos para el sellado de juntas.....	42
7.3.- Ejecución de las obras	42
7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo	43
7.3.2.- Transporte de la mezcla de Hormigón.....	43
7.3.3.- Pavimentación con moldes fijos.....	43
7.3.4.- Pavimentación con encofrados deslizantes.....	46
7.3.5.- Texturizado	48

7.3.6.- Protección y curado.....	50
7.3.7.- Juntas de contracción.....	53
7.3.8.- Juntas de construcción.....	53
7.3.9.- Juntas transversales de dilatación	54
7.3.10.- Sellado de juntas.....	54
7.3.11.- Construcción de cordones.....	55
7.3.12.- Construcción de banquinas	55
7.3.13.- Transiciones.....	55
8.- TRAMO DE PRUEBA.....	56
9.- LIMITACIONES POR CLIMA RIGUROSO	58
9.1.- Limitaciones en tiempo frío	58
9.2.- Limitaciones en tiempo caluroso.....	59
9.3.- Tasa de evaporación.....	60
9.4.- Otras limitaciones (lluvia, frente frío, saltos térmicos, entre otros).....	60
10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	61
10.1.- Generalidades.....	61
10.2.- Lotes.....	62
10.2.1.- Definición de lote de producción	62
10.2.2.- Definición de lote de obra.....	63
10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales.....	63
10.3.1.- Agregados.....	64
10.3.2.- Cementos.....	65
10.3.3.- Aditivos Químicos	65
10.3.4.- Adiciones Minerales.....	66
10.3.5.- Fibras, pigmentos colorantes u otros materiales.....	66
10.3.6.- Compuestos líquidos para la formación de membranas	66
10.3.7.- Pasadores, barras de unión, mallas de distribución	67
10.3.8.- Materiales para juntas (selladores, cordones de respaldo, rellenos, capuchones, entre otros)	67
10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración y colocación del Hormigón.....	67
10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	68
10.6.- Archivo de la información.....	69
11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA	69
11.1.- Requisitos del proceso de producción (lote de producción)	69

11.1.1.- Evaluación visual (lote de producción).....	69
11.1.2.- Asentamiento de colocación (lote de producción).....	69
11.1.3.- Aire incorporado (lote de producción).....	69
11.1.4.- Temperatura del hormigón (lote de producción).....	70
11.1.5.- Resistencia a la compresión a 3, 7 y 28 días (lote de producción).....	70
11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra).....	71
11.2.1.- Resistencia a la compresión a los 28 días (lote de obra).....	71
11.2.2.- Espesor (lote de obra).....	74
11.2.3.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m).....	74
11.2.4.- Regularidad superficial (tramo).....	74
11.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra).....	76
11.2.6.- Aspectos superficiales (lote de obra).....	76
12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO.....	77
12.1.- Proceso de producción.....	77
12.1.1.- Asentamiento de colocación (lote de producción).....	77
12.1.2.- Aire Incorporado (lote de producción).....	77
12.1.3.- Temperatura del hormigón (lote de producción).....	77
12.1.4.- Resistencia a la compresión a 28 días (lote de producción).....	77
12.2.- Unidad terminada.....	78
12.2.1.- Resistencia a la compresión a los 28 días (lote de obra).....	78
12.2.2.- Espesor (lote de obra).....	78
12.2.3.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m).....	79
12.2.4.- Regularidad superficial (tramo).....	79
12.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra).....	81
12.2.6.- Defectos visibles (lote de obra).....	82
12.2.7.- Evaluación Integral.....	84
13.- MEDICIÓN.....	84
14.- FORMA DE PAGO.....	84
15.- CONSERVACIÓN.....	85

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación.....	7
Tabla 2. Sistema de designación de los pavimentos de hormigón.....	8
Tabla 3. Índices de prestación.....	8
Tabla 4. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados.....	11
Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos.....	12
Tabla 6.. Requisitos de los agregados gruesos “Tipo Basálticos”	13
Tabla 7. Requisitos de los agregados finos.....	14
Tabla 8. Requisitos de los esqueletos granular.....	14
Tabla 9. Materiales para el sellado de las juntas de pavimentos.....	20
Tabla 10. Requisitos que deben cumplir los selladores de caucho de siliconas.....	21
Tabla 11. Curvas límite según criterio tarántula.....	24
Tabla 12. Criterios de dosificación.....	26
Tabla 13. Información a incluir en la presentación de la fórmula de obra.....	30
Tabla 14. Requisitos para silos para el almacenamiento de cemento y adiciones minerales.....	31
Tabla 15. Plantas dosificadoras de hormigón. Requisitos.....	33
Tabla 16. Plantas elaboradoras de hormigón. Requisitos adicionales.....	33
Tabla 17. Equipos para el transporte del hormigón requisitos.....	34
Tabla 18. Equipo automático para la inserción de pasadores y/o barras de unión. Requisitos.....	35
Tabla 19. Moldes de encofrado para losas de pavimento. Requisitos.....	36
Tabla 20. Vibradores de inmersión. Requisitos.....	37
Tabla 21. Regla o viga vibratoria. Requisitos.....	37
Tabla 22. Terminadora de rodillos. Requisitos.....	38
Tabla 23. Pavimentadora de encofrado deslizantes. Requisitos.....	39
Tabla 24. Fratás metálico. Requisitos.....	39
Tabla 25. Equipos para el texturizado. Requisitos.....	40
Tabla 26. Equipos para la distribución del compuesto de curado. Requisitos.....	40
Tabla 27. Puentes de servicio o para la extensión de membranas de protección. Requisitos.....	41
Tabla 28. Equipos para el aserrado de juntas. Requisitos.....	42
Tabla 29. Equipos para el sellado de juntas. Requisitos.....	42
Tabla 30. Calificación del riesgo de fisuración plástica.....	60
Tabla 31. Plan de ensayos sobre el agregado grueso.....	64
Tabla 32. Plan de ensayos sobre el agregado fino.....	65
Tabla 33. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración y colocación de hormigón.....	68
Tabla 34. Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	69
Tabla 35. Factores de corrección por esbeltez.....	73
Tabla 36. Requisitos de IRI.....	75

Tabla 37. Requisitos de macrotextura inicial por círculo de arena.....	76
Tabla 38. Requisitos ampliados de IRI.....	80
Tabla 39. Requisitos de IRI para obra con bono adicional.....	80

1.- DESCRIPCIÓN

Esta sección comprende a la elaboración, transporte, colocación y compactación de una mezcla de hormigón sobre un sustrato convenientemente preparado, conformando la calzada de un pavimento rígido, con o sin armadura; la terminación superficial y texturizado, el curado y la ejecución y el sellado de juntas; así como otras actividades necesarias para su correcta construcción.

La calzada de hormigón se construirá de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto, estas especificaciones, las Especificaciones Técnicas Particulares y demás documentos del contrato.

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.- Definiciones

Pavimento de Hormigón: Se define como pavimento de hormigón el constituido por un conjunto de losas de hormigón (simple o armado) separadas por juntas longitudinales y transversales, o bien un conjunto de losas continuas de hormigón (continuamente armado). En ambos casos el pavimento se encontrará dotado de juntas longitudinales.

3.2.- Tipos de pavimentos de Hormigón

Hormigón simple con juntas: Pavimento de hormigón que no cuenta con armadura distribuida. Posee juntas transversales a intervalos regulares. La transferencia de cargas entre losas se efectúa por medio de la trabazón entre agregados y, eventualmente, por medio de pasadores de acero.

Hormigón armado con juntas: Pavimento de hormigón que cuenta con armadura distribuida y con juntas transversales a intervalos regulares, en los que la transferencia de cargas entre losas se efectúa por medio de pasadores de acero.

Hormigón continuamente reforzado: Pavimento de hormigón dotado de armadura longitudinal continua, sin juntas transversales de contracción.

3.3.- Nomenclatura

HP	XX	(RR YY)
----	----	---------

Tabla 2. Sistema de designación de los pavimentos de hormigón.

Donde:

HP: Sigla que indica que se trata de un “Hormigón para Pavimento”.

XX: Número que indica el valor medio del módulo de rotura (resistencia a flexión) en MPa, a la edad de veintiocho (28) días, medida según norma UNIT ISO 1920-4.

(RR YY): Indicación correspondiente a que el hormigón se encuentra reforzado con fibras, donde YY es la resistencia residual a flexión (R150,3) en MPa, a la edad de veintiocho (28) días, medida según norma ASTM C 1609.

4.- INDICE DE PRESTACIÓN

Los requisitos de los materiales componentes, de las mezclas elaboradas, como así también de la calidad final del pavimento, se encuentran diferenciados en la presente especificación técnica de acuerdo con el índice de prestación adoptado para cada proyecto.

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

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

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

Tabla 3. Índices de prestación.

5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES

El hormigón estará constituido por una mezcla homogénea de los siguientes materiales componentes: agua, cemento, agregados finos y gruesos. Podrán utilizarse aditivos químicos, adiciones minerales y/o fibras para mejorar sus propiedades. El hormigón tendrá características uniformes y su elaboración, transporte, colocación, compactación y curado se realizarán en forma tal que la calzada terminada reúna las condiciones de resistencia, durabilidad, integridad, textura y regularidad superficial requeridas por estas especificaciones técnicas generales y las particulares que sean de aplicación.

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 agregados deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los requisitos generales que deben cumplir los agregados para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la Tabla 4.

Características	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 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 físico-química. ❖ En aquellos casos que se utilicen agregados gruesos provenientes de hormigón reciclado triturado, los mismos deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. 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.
Reactividad	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los agregados a emplear en la mezcla de hormigón no deben contener sustancias que afecten la resistencia y durabilidad del hormigón, o que ataquen al acero, en cantidades mayores a las establecidas en la presente especificación. ❖ Los agregados no deben contener sustancias que puedan reaccionar desfavorablemente con los álcalis del cemento, en cantidades suficientes como

	<p>para provocar una expansión deletérea en el hormigón.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Todo agregado que de acuerdo con la experiencia recogida en obras realizadas o al ser sometido a los ensayos establecidos al respecto en la norma IRAM 1531 ó IRAM 1512 (según corresponda), sea calificado como reactivo, sólo puede ser empleado si se adoptan las medidas preventivas y recomendaciones de uso incluidas en las mencionadas normas.
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 de la planta de hormigón. ❖ Los agregados se acopiarán y emplearán en forma tal que se evite la segregación de partículas, la contaminación con sustancias extrañas y el mezclado de agregados de distintos tamaños máximos o granulometría. Para el cumplimiento de esta condición deben ser acopiados sobre el terreno firme, bien compactado y nivelado, y con drenajes adecuados tal que permitan la operación de las palas cargadoras sin contaminar el agregado con suelo. Para evitar la contaminación se deberá dejar un “piso de sacrificio” de aproximadamente 30 cm materializado con una porción del mismo agregado, el que no será empleado en ningún caso para elaborar hormigón. En su defecto, podrá ser acopiado sobre un sustrato de hormigón pobre de un espesor no menor de 10 cm, ejecutado sobre suelo compactado. ❖ Para asegurar el cumplimiento de estas condiciones, los ensayos para verificar las exigencias de limpieza y granulometría del agregado se realizarán sobre muestras extraídas según norma UNIT-NM 26, previo al ingreso a la hormigonera. ❖ Los acopios deberán tener forma troncocónica y su altura no deberá superar los 3 metros (3 m). Se considera aceptable la conformación de acopios separados como “pilas de trabajo” siempre que cumplan con dichas condiciones. ❖ 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

	<p>correspondiente a quince (15) días de trabajo para el nivel de producción prevista.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Los acopios deben estar limpios, exentos de terrones de arcilla, materia vegetal u otras materias extrañas que puedan afectar la durabilidad del hormigón o capa con ellos eventualmente ejecutada.
--	--

Tabla 4. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados.

5.1.2.- Agregados gruesos

5.1.2.1.- Definición

Se define como agregado grueso a la proporción de agregado total retenida en el tamiz N°4 (4,75 mm).

Se define como agregado grueso virgen a aquellos que provengan de la trituración de rocas sanas. En estos casos, el agregado es 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 norma IRAM 1531, a excepción de aquellos requisitos que se encuentren mencionados en la presente especificación, los que se consideran prevalentes a la norma mencionada.

Se define como agregado reciclado a aquel resultante del tratamiento de residuos de hormigón utilizado previamente en obras de construcción civil, el que incluye a:

- ❖ los agregados generados en la construcción, demolición, reforma, y reparación de obras de hormigón;
- ❖ los agregados procedentes de la trituración en planta de elementos prefabricados de hormigón;
- ❖ los agregados procedentes de la trituración de restos de hormigón elaborado no colocado en obra, una vez endurecido el material;
- ❖ los agregados recuperados en planta elaboradora de hormigón, por lavado con agua de los restos de hormigón fresco no colocado en obra, y elaborado con agregado grueso mixto.

5.1.2.2.- Requisitos del agregado grueso virgen.

El agregado grueso virgen estará constituido por roca triturada. No se admite el empleo de gravas (canto rodado) ya sea natural o triturada. Los requisitos a cumplir por los agregados gruesos dependen del índice de prestación. Los mismos se establecen en la Tabla 5 y Tabla 6.

Ensayo	Norma	Exigencia	
Contenido de carbonato de calcio en forma de conchillas marinas	IRAM 1649	< 2%	
Elongación	IRAM 1687-2	≤ 30%	
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 25	≤ 30
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles” (1)	IRAM 1532	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 30	≤ 40
Coeficiente de pulimento acelerado	ASTM 3319	Determinación Obligatoria	
Polvo adherido	IRAM 1883	< 1%	
Material fino que pasa tamiz IRAM 75µm	IRAM 1540	< 1,5 %	
Micro Deval (1)	ASTM D-6928	≤ 17	
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria	
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.	
Densidad relativa, densidad aparente y absorción.	IRAM 1533	Determinación obligatoria	
Reactividad	---	Determinación de reactividad según lo establecido en Norma IRAM 1531. En el caso que se demuestren que cuentan con algún grado de reactividad, se deberán presentar cuáles serán las medidas que se adoptarán para mitigarlo y demostrar su efectividad.	

Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos.

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

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

Ensayo	Norma	Exigencia
Coefficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	≤ 20
Micro Deval	ASTM D-6928	≤ 17
Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide	UY A 26	$\leq 60\%$

Tabla 6.. Requisitos de los agregados gruesos “Tipo Basálticos”

5.12.3.- Requisitos del agregado reciclado.

Se podrá emplear un contenido máximo de agregado grueso reciclado proveniente de la trituración de hormigón del 20 %, medido en masa, respecto al agregado grueso total, debiéndose verificar que la mezcla de agregado grueso resultante (agregado combinado) cumplimenta los requisitos citados para agregado grueso virgen de la presente especificación. Solo se admitirá el empleo de porcentajes de reemplazos mayores en el caso que se demuestre mediante ensayos que se obtienen propiedades adecuadas del hormigón en estado fresco y endurecido.

5.1.3.- Agregados finos

5.1.3.1.- Definición

Se define como agregado fino a la proporción de agregado total que pasa el tamiz N° 4 (4,75 mm).

El agregado fino podrá estar conformado íntegramente por arena natural o una combinación de arena natural y arena proveniente de la trituración de rocas. No se admite el uso de agregado reciclado proveniente de la trituración de hormigón como parte del agregado fino.

El agregado fino total contendrá un mínimo de un 25% de agregado fino de origen silíceo.

El agregado fino cumplirá lo especificado en la Norma IRAM 1512, a excepción de aquellos requisitos que se encuentren mencionados en la presente especificación, los que se consideran prevalentes a la norma mencionada.

5.1.3.2.- Requisitos

Los requisitos que cumplir por los agregados finos dependen del índice de prestación. Los mismos se establecen en la Tabla 7.

En caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en esta especificación.

Ensayo	Norma	Exigencia
Equivalente de arena	IRAM 1682	$\geq 75 \%$
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Densidad relativa, densidad aparente y absorción	IRAM 1520	Determinación obligatoria
Material fino que pasa tamiz IRAM 75 μ m	IRAM 1540	$< 3 \%$ $< 5\%$ para arenas de trituración, cuando el índice de plasticidad del material fino (pasa 75 μ m), sea menor o igual que 4.
Reactividad	---	Determinación de reactividad según lo establecido en Norma IRAM 1512. En el caso que se demuestre que cuenta con algún grado de reactividad, se deberán presentar cuáles serán las medidas que se adoptarán para mitigarlo y demostrar su efectividad.

Tabla 7. Requisitos de los agregados finos.

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

La combinación de las diferentes fracciones de agregados que componen el esqueleto granular debe cumplir las prescripciones de la Tabla 8.

Parámetro	Norma	Exigencia	
Módulo de finura del agregado fino ⁽¹⁾	---	$2,3 - 3,2$ ⁽²⁾	
Agregado fino triturado	---	Porcentaje en peso de agregado fino triturado respecto del total del agregado fino ⁽³⁾	
		P1	P2
		$\leq 30\%$	$\leq 40\%$

Tabla 8. Requisitos de los esqueletos granular.

- ⁽¹⁾ Para la determinación de este parámetro se deben utilizar solamente los tamices correspondientes a la serie normal IRAM.
- ⁽²⁾ Sólo se admiten valores por fuera de este rango, previa autorización del Director de Obra, en el caso que el Contratista demuestre mediante ensayos que con el módulo de finura propuesto se obtienen propiedades adecuadas del hormigón resultante en estado fresco y endurecido.
- ⁽³⁾ Los porcentajes indicados pueden incrementarse en hasta un diez por ciento (10 %) por encima de los valores límites establecidos, previa autorización del Director de Obra, en el caso que el Contratista demuestre mediante ensayos que con el porcentaje de reemplazo propuesto se obtienen condiciones de trabajabilidad, durabilidad y resistencia adecuadas.

5.2.- Cementos

5.2.1.- Definición y nomenclatura

Se trata de un conglomerante hidráulico obtenido como producto en una fábrica, que se despacha en estado pulverulento y contiene al Clinker Portland como constituyente principal y necesario.

5.2.2.- Tipos de cemento y normas de aplicación

Para la ejecución del pavimento de hormigón se utilizarán cementos del tipo portland, que cumplan los requisitos de calidad contenidos en la norma UNIT 20.

Cuando se requiera el cumplimiento de propiedades especiales se recurrirá, según corresponda, a cementos que cumplan además con la Norma UNIT 1085, en la/s propiedad/es correspondiente/s.

5.2.3.- Provisión y almacenamiento del cemento.

El cemento debe protegerse de la humedad durante el transporte y el almacenamiento. El cemento entregado a granel se debe almacenar en silos adecuados, limpios, secos y bien ventilados, capaces de protegerlo contra la acción de la intemperie.

Los cementos de distinto tipo, marca o partida se almacenarán separadamente y por orden cronológico de llegada. Su empleo se efectuará en el mismo orden. En el momento de incorporarlo a la mezcladora, el cemento se encontrará en perfecto estado pulverulento.

Si el cemento estuvo almacenado en obra durante períodos mayores de un (1) año en silos metálicos con cierre hermético, o en el momento de ser usado muestra signos inequívocos de prehidratación, antes de su empleo deberá ser ensayado nuevamente para verificar si se cumplen los requisitos de calidad especificados.

5.3.- Agua

El agua empleada para mezclar y curar el hormigón, y para saturar o lavar los agregados cumplirá las condiciones establecidas en la Norma UNIT-NM 137. En el caso que se emplee agua recuperada de procesos de la industria del hormigón, previo a su utilización deberá verificarse que cumple los requisitos establecidos por la citada norma y se repetirá su ensayo con una frecuencia trimestral.

5.4.- Aditivos y adiciones

5.4.1.- Aditivos Químicos

Los aditivos a emplear en la preparación de morteros y hormigones se presentarán en estado líquido o pulverulento y cumplirán las condiciones establecidas en la Norma IRAM 1663. Los aditivos en estado pulverulento previamente a su ingreso a la hormigonera serán disueltos en el agua de mezclado.

En caso de emplearse más de un aditivo, previamente a su uso en obra, el Contratista deberá verificar mediante ensayos que dichos aditivos son compatibles.

Cada aditivo tendrá características y propiedades uniformes durante todo el desarrollo de la obra. En caso de constatar variaciones en las características o propiedades de los contenidos de distintos envases o partidas, se suspenderá su empleo.

5.4.2.- Adiciones Minerales Pulverulentas

Podrán agregarse al hormigón materiales adicionales tales como puzolanas naturales, cenizas volantes, escoria granulada de alto horno, filler calcáreo y humo de sílice, siempre que se demuestre, previamente, mediante ensayos, que su empleo en las cantidades previstas produce el efecto deseado, cumplimentando los requisitos establecidos en la presente especificación.

Las adiciones minerales deben cumplir con las especificaciones de las siguientes normas: UNIT 1047 (Puzolanas y Cenizas Volantes), UNIT 1061 (Escoria granulada de alto horno), UNIT 1014 (Filler calcáreo), ASTM C1240 (Humo de sílice), según corresponda.

Cuando se incorporen adiciones minerales pulverulentas para reemplazos parciales de cemento, el contenido total de las mismas (las incorporadas en el cemento en el caso que las tuviere, sumadas a las incorporadas en la mezcla en forma separada) no debe superar los límites en el contenido máximo de adiciones establecidos por la norma UNIT 20, para el “Nuevo” Tipo de Cemento que se conforma por la combinación del cemento más la adición.

Para el transporte y almacenamiento de las adiciones minerales pulverulentas rigen las mismas disposiciones que para el cemento, establecidas en el Punto 5.2.3.

5.4.3.- Pigmentos y Colorantes

Cuando se empleen pigmentos o colorantes, estos materiales, así como el hormigón que se elabore con ellos, deberán cumplir con los requisitos establecidos en la norma ASTM C979.

5.5.- Fibras

5.5.1.- Microfibras

Podrán incorporarse microfibras (no estructurales) para colaborar en el control de la fisuración plástica; por ejemplo, para atenuar los efectos de la contracción plástica. Estas fibras serán del tipo sintéticas, y su incorporación y mezclado será de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El uso de microfibras no exime al contratista de la implementación de sistemas de protección y curado que prevengan el riesgo de fisuración temprana. Asimismo, debe considerarse que la incorporación de microfibras incide en la demanda de agua de la mezcla y su trabajabilidad.

5.5.2.- Macrofibras estructurales

Podrán agregarse al hormigón fibras del tipo estructural, sintéticas o metálicas. Su incorporación y mezclado será de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

La cantidad de Macrofibras deberá ser suficiente como para alcanzar una resistencia residual que cumpla lo especificado en el Punto 6.4 “Criterios y requisitos de dosificación” o la que establezca la Especificación Técnica Particular. La determinación de la resistencia residual se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C 1609.

Las fibras sintéticas serán Tipo III según la norma ASTM C1116, monofilamento y tendrán una relación de aspecto (longitud / diámetro equivalente) de 60 o mayor. La longitud será de, al menos, una vez y media el tamaño máximo del agregado, salvo que se demuestre mediante ensayos que con una longitud menor de las fibras se alcanza la resistencia residual especificada. Su dosificación no deberá superar los 4 kg/m³, a menos que el contratista pueda demostrar, mediante pruebas en obra, que no se produce aglomeración de las fibras, y que el hormigón así obtenido presenta las características deseadas.

Las fibras metálicas deberán verificar los requisitos establecidos en la norma ASTM A820 y tendrán una relación de aspecto (longitud / diámetro equivalente) de 50 o mayor. Deberán tener una longitud mínima de una vez y media el tamaño máximo del agregado, salvo que se demuestre mediante ensayos que con una longitud menor de las fibras se alcanza la resistencia residual especificada. Su dosificación no deberá superar a los 40 kg/m³, a menos que el contratista pueda demostrar, mediante pruebas en obra, que no se produce aglomeración de las fibras y que el hormigón así obtenido presenta las características deseadas.

5.6.- Compuestos líquidos formadores de membrana de curado

Estos compuestos aplicados sobre la superficie del hormigón fresco, forman una membrana continua que reduce la pérdida de humedad del hormigón durante el período de primer endurecimiento y, al mismo tiempo, la elevación de temperatura por exposición a los rayos solares, como consecuencia de su pigmentación clara, permitiendo además detectar con facilidad las zonas en las que no ha sido aplicada o se encuentra en baja dosis.

Los mismos se encontrarán integrados por una base y un disolvente volátil, que en ningún caso producirán efectos dañinos sobre el hormigón. La base, o porción no volátil, constará de un pigmento blanco, finamente dividido, y un vehículo, que estará compuesto de ceras naturales o sintéticas, o bien de resinas.

Los compuestos que se utilicen deben ser líquidos, opacos y de color blanco. Además deben cumplir con los requisitos establecidos en la norma IRAM 1675 y no deben provocar reacciones desfavorables para el fraguado y el endurecimiento del hormigón.

Una vez finalizada su acción, la mencionada membrana deberá desaparecer de forma progresiva bajo la influencia de los agentes atmosféricos y del uso, sin afectar la coloración de la superficie del pavimento ni sus características de fricción.

La dosis mínima de membrana de curado debe ser la recomendada por el fabricante como dosis efectiva, a la cual debe adicionarse una cantidad suficiente en función de las condiciones climáticas durante la aplicación, las pérdidas por viento y la profundidad de texturizado del pavimento. La dosis máxima es aquella que no permite la formación de la membrana en un tiempo prudente. A excepción de indicación en contrario por el Director de Obra, se debe emplear una dosis mínima mayor a doscientos gramos por metro cuadrado ($> 200 \text{ g/m}^2$).

5.7.- Barras

5.7.1.- Pasadores

Estarán constituidos por barras lisas de acero de sección circular de las dimensiones indicadas en la Especificación Particular y verificarán las características especificadas en la Norma UNIT 34 para Barras de acero de sección circular, laminadas en caliente, de acero Tipo AL -220.

Los pasadores estarán recubiertos en toda su longitud con un producto de consistencia líquida con baja viscosidad (ej.: Aceites, agente desengrasante o similar) que evite su adherencia al hormigón. No está permitido el empleo de grasa para este fin. En el caso que la colocación de los pasadores se realice desde la superficie por un sistema de inserción automática de pasadores (DBI – Dowel Bar Insertor), los mismos

deberán ser previamente pintados íntegramente con una pintura que evite o retrase la formación de óxido (pintura antióxido). En este caso no será necesaria la colocación de un segundo recubrimiento posterior para evitar la adherencia con el hormigón.

Su superficie será lisa y no presentará irregularidades ni resaltos, para lo que sus extremos se cortarán con sierra debiéndose eliminar además las rebabas producto de esta tarea. Al frente de obra se deberán suministrar directamente para su empleo, sin que sean necesarias manipulaciones dimensionales, ni superficiales posteriores.

En las juntas de dilatación, uno de sus extremos se protegerá con un capuchón de longitud comprendida entre cincuenta y cien milímetros (50 a 100 mm), relleno de un material compresible que permita un desplazamiento horizontal igual o superior al ancho del material de relleno de la propia junta. El capuchón podrá ser de cualquier material no putrescible ni perjudicial para el hormigón, y que pueda, además, resistir adecuadamente los efectos derivados de la compactación y vibrado del hormigón al ser colocado. En estos casos, los pasadores deberán contar con una longitud mayor (de 50 a 100 mm), que se dispondrá desde uno de sus extremos para la ubicación del capuchón.

5.7.2.- Barras de unión

Estarán constituidas por barras de acero conformadas, laminadas en caliente y verificarán las características especificadas en la Norma UNIT 843 para aceros Tipo ADN -420. Deben estar libres de grasa y suciedades que impidan o disminuyan su adherencia con el hormigón.

5.7.3.- Armadura distribuida

Estará constituida por barras o mallas de acero, que cumplan con los requisitos establecidos en las normas UNIT 843 y UNIT 845 para las barras de acero tipo ADN 420 o mallas de acero soldadas respectivamente.

5.8.- Materiales para juntas

El contratista propondrá los materiales a utilizar a este efecto, salvo que los mismos sean establecidos en la Especificación Particular. El contratista será responsable de ejecutar los correspondientes ensayos que avalen la calidad de los mismos.

5.8.1.- Rellenos premoldeados para juntas de dilatación y aislación

Relleno premoldeado de madera compresible: Estará constituido por madera blanda fácilmente compresible de peso específico no mayor de 400 kg/m³, que cumpla con la Norma ASTM D545.

Relleno premoldeado fibrobituminoso: Este relleno consistirá en fajas premoldeadas constituidas por fibras de naturaleza celular e imputrescibles, impregnadas uniformemente con betún en cantidades

adecuadas para ligarlas y cumplirá los requisitos de la Norma ASTM D 1751. Para su ensayo se extraerá una muestra de cada lote de 300 m de relleno o fracción menor. Dicha muestra tendrá el espesor y la altura especificados y su largo no será inferior a un metro (1 m). Las muestras se acondicionarán para el transporte de tal modo que no sufran deformaciones o roturas. La unión de dos secciones de rellenos premoldeados fibrobituminosos se realizará a tope.

Relleno premoldeado de policloropreno: Este relleno como así también el adhesivo, deberán cumplir con todos los requisitos exigidos por la Norma ASTM D3542.

5.8.2.- Materiales para el sellado de juntas

El material utilizado para sellado de juntas se encontrará definido en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, y deberá ser suficientemente resistente a los agentes exteriores y capaz de asegurar la estanqueidad de las juntas, sin despegarse de los bordes de las losas.

A excepción de disposición en contrario en las Especificaciones Técnicas Particulares, los materiales aprobados para el sellado de las juntas de pavimentos serán los indicados en la Tabla 9, de acuerdo con el índice de prestación que corresponda.

Índice de prestación	P1	P2
Materiales aprobados para el sellado de juntas	selladores de caucho de siliconas de bajo módulo	selladores de caucho de siliconas de bajo módulo o selladores asfálticos modificados con polímeros

Tabla 9. Materiales para el sellado de las juntas de pavimentos.

El contratista deberá presentar para su aprobación la hoja técnica del producto, la hoja de seguridad y un informe con los resultados de los ensayos físicos y mecánicos que demuestren la aptitud del mismo según los requisitos establecidos en la norma de aplicación en cada caso.

La forma del sellador estará determinada por el ancho de la caja y la profundidad a la que se encuentre el cordón de respaldo. La relación entre el espesor mínimo del sellador y su ancho estará comprendida entre 0,5 y 1,0, según el material utilizado; estando el espesor entre 6,5 mm y 12,7 mm.

La parte superior del sellador deberá ubicarse aproximadamente 6 mm por debajo del borde superior de la junta, para evitar el contacto con el neumático cuando se comprima el material.

Requisitos

Selladores asfálticos modificados con polímeros: Estos selladores deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma IRAM 6838. El tipo de sellador que se debe utilizar es definido en el pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Selladores de caucho de siliconas de bajo módulo: Estos productos deberán ajustarse a la Norma ASTM D5893, salvo indicación en contrario de la presente especificación. El Contratista deberá presentar un informe con los ensayos de calidad que demuestren que el producto propuesto verifica los requisitos establecidos en la presente especificación.

Características	Requisitos
Módulo de deformación	< 0,3 MPa
Elongación de rotura	> 600%
Recuperación elástica luego de la compresión	> 90%
Resistencia al envejecimiento acelerado con exposición severa (ASTM C-793)	No debe presentar signos visibles de deterioro.

Tabla 10. Requisitos que deben cumplir los selladores de caucho de siliconas.

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

6.1.- Características generales

El hormigón diseñado y elaborado, según la Fórmula de Obra aprobada y vigente, debe ser denso y trabajable, de acuerdo con los métodos y equipos que se empleen en la ejecución del proyecto.

6.2.- Tamaño máximo nominal del Agregado (TM)

El tamaño máximo nominal del agregado (TM) debe cumplir con los siguientes requisitos:

- ❖ $TM < 37,5 \text{ mm}$
- ❖ $TM < 1/3 * e$
- ❖ $TM < 3/4 * s$

Donde:

TM: tamaño máximo nominal de la combinación de agregados.

e: espesor de la losa.

s: separación libre horizontal o vertical entre dos barras contiguas de armadura, incluidos los canastos.

6.3.- Curvas Granulométricas

La composición granulométrica de los agregados se determinará clasificándolos de acuerdo con el tamaño de sus partículas, mediante los siguientes tamices de abertura cuadrada: 53 mm; 37,5 mm; 26,5 mm; 19 mm; 13,2 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 600 μ m; 150 μ m; 75 μ m; (según IRAM 1501).

Para determinar las proporciones en que deberán mezclarse los diferentes tamaños se tomarán como criterio general el de obtener la curva que alcance un mayor grado de empaque del esqueleto granular, produciendo el mínimo el contenido de vacíos y que permita alcanzar la trabajabilidad requerida para la ejecución y una mayor estabilidad volumétrica.

Para alcanzar este objetivo se deberá analizar la optimización granulométrica del agregado total mediante diferentes aproximaciones incluyendo la tradicional por el ajuste frente a curvas límites (establecidos en porcentaje -% -de pasa acumulado para cada tamiz), el método Shilstone y el gráfico tarántula, según se detalla en los Puntos 6.3.1, 6.3.2 y 6.3.3.

Para una mejor evaluación y optimización granulométrica, se deberán efectuar los 3 análisis de manera individual. Aun cuando no sea obligatorio que la curva propuesta verifique simultáneamente los 3 criterios, se deberá demostrar mediante ensayos de laboratorio, que con la granulometría propuesta se alcanzan hormigones de trabajabilidad adecuada, con contenidos unitarios de cemento y agua compatibles con las características necesarias para la estructura y los métodos constructivos a utilizar.

La granulometría de los agregados resultante de la combinación de las diferentes fracciones de agregados puede cambiarse, previa autorización del Director de Obra, en el caso que el Contratista demuestre que con la nueva granulometría propuesta se obtienen condiciones de trabajabilidad y resistencia adecuadas, con contenidos unitarios de cemento y agua compatibles con las características necesarias para la estructura y los métodos constructivos a utilizar.

Para TM superiores a 26,5 mm, el agregado grueso estará constituido, por una mezcla de dos fracciones como mínimo. Solamente se permitirá una única fracción en aquellos casos que se demuestre mediante ensayos que la mezcla de hormigón presenta condiciones adecuadas en su estado fresco y endurecido. El agregado fino de la granulometría especificada podrá obtenerse por mezcla de dos o más arenas de distinta granulometría.

Durante el transcurso de la obra, deberá verificarse que se mantiene el módulo de finura del agregado total dentro de una tolerancia de $\pm 0,20$, al informado en la presentación de la fórmula de obra.

6.3.1.- Optimización Granulométrica por Curvas Límite

La granulometría de los agregados resultante de la combinación de las diferentes fracciones de agregados debe representarse en forma gráfica junto con los límites establecidos en los usos granulométricos definidos en la norma IRAM 1627, de acuerdo con el TM del agregado grueso que corresponda.

La granulometría del agregado se considerará satisfactoria si el porcentaje de material que pasa cualquiera de los tamices especificados no excede del 5,0 % del peso de la muestra respecto del límite establecido para el tamiz considerado. Lo dicho tiene validez para cada uno de los tamices establecidos.

En el caso de agregados constituidos por partículas de densidades sustancialmente diferentes la clasificación se hará en volumen, para lo cual las cantidades en masa retenidas sobre cada tamiz se dividirán por la respectiva densidad.

6.3.2.- Optimización de granulometría por método Shilstone

Se deberán determinar el “Factor de Grosor” CF (Coarseness Factor) y el “Factor de Trabajabilidad” WF (Workability Factor), derivados de la graduación de agregados para predecir el grado de trabajabilidad de la mezcla de hormigón, según se indica a continuación:

$$\text{Factor de grosor CF (\%)} = 100 \cdot \frac{\% \text{ Retenido acumulado en tamiz de } 3/8''}{\% \text{ Retenido acumulado en tamiz \#8}}$$

$$\text{Factor de trabajabilidad WF (\%)} = \% \text{ Pasa tamiz \#8}$$

El factor de trabajabilidad (WF) se deberá ajustar considerando el contenido unitario de cemento, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{WFadj (\%)} = \text{WF (\%)} + \text{Adj (\%)}$$

Siendo:

$$\text{Adj (\%)} = \frac{2,5 \cdot (\text{CUC} - 335)}{56}$$

Donde CUC es el contenido unitario de cemento en kg/m³. Con los valores CF y WFadj se ingresa en el gráfico de la Figura 1.

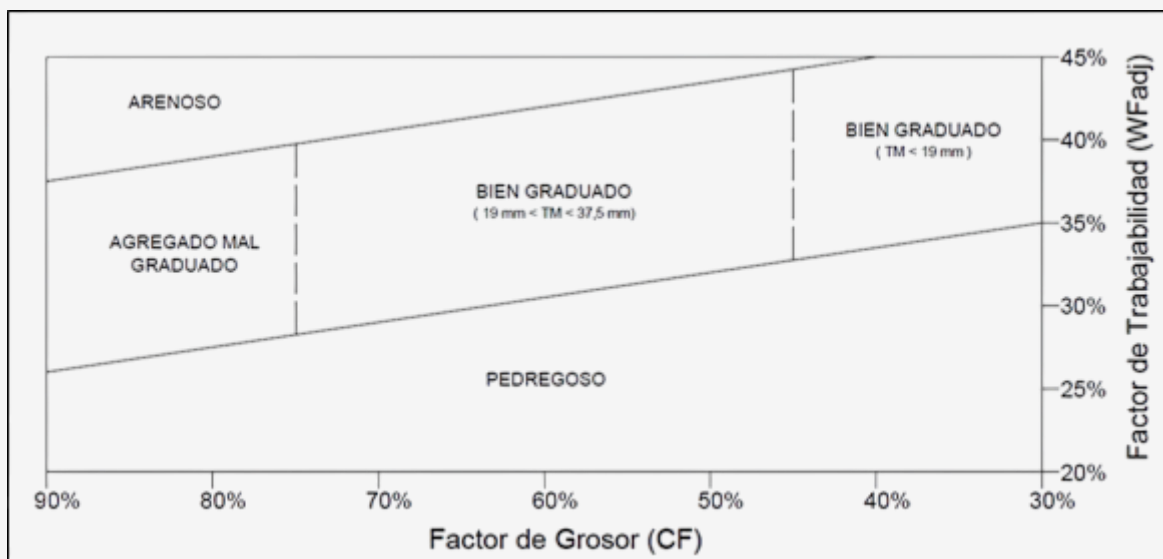


Figura 1. Gráfico de Shilstone.

6.3.3.- Optimización de granulometría por método Tarántula

La granulometría de los agregados resultante de la combinación de las diferentes fracciones de agregados debe representarse considerando el porcentaje (%) retenido individual de cada tamiz. Las curvas límites de retenidos individuales se encuentran establecidas según la Tabla 11.

Abertura - Tamiz	% Retenido Individual	
	Límite superior	Límite superior
1,5"	0%	0%
1"	16%	0%
3/4"	20%	0%
1/2"	20%	4%
3/8"	20%	4%
#4	20%	4%
#8	12%	0%
#16	12%	0%
#30	20%	4%
#50	20%	4%
#100	10%	0%
#200	2%	0%

Tabla 11. Curvas límite según criterio tarántula.

6.4.- Criterios y requisitos de dosificación

Los criterios a considerar en el proceso de diseño en laboratorio del hormigón, destinado a la obtención de la Fórmula de Obra, se resumen en la Tabla 12.

Parámetro	Exigencia	
Relación agua/cemento ⁽¹⁾	Clasificación por Prestación	
	P1	P1
	≤ 0,50	≤ 0,50
Asentamiento inicial (UNIT ISO 1920-2) ⁽²⁾	Determinación obligatoria.	
Asentamiento de colocación (UNIT ISO 1920-2) ⁽³⁾	Tecnología	Asentamiento [cm]
	Tecnología de Alto Rendimiento (TAR)	2 – 5
	Pavimentación con moldes fijos	6 – 10
Resistencia mínima efectiva a compresión a 28 días (UNIT ISO 1920-6)	Clasificación por Prestación	
	P1	P2
	30 MPa	25 MPa
Resistencia potencial a compresión a 28 días (UNIT ISO 1920-4)	Determinación obligatoria	
Módulo de rotura o Resistencia potencial a la flexión a 28 días (UNIT ISO 1920-4)	Clasificación por Prestación	
	P1	P2
	5 MPa	4,5 MPa
Resistencia residual a flexión (R150,3 -ASTM C 1609)	Solo aplica a Hormigones reforzados con fibras. Será igual o superior a un 20 % del Módulo de rotura a flexión o la que establezca en su defecto la especificación técnica particular del proyecto.	
Aire incorporado (UNIT ISO 1920-2)	Determinación obligatoria ⁽⁴⁾	

Parámetro	Exigencia		
Capacidad de exudación (IRAM 1604) ⁽⁵⁾	Clasificación por Prestación		
	P1		P1
	≤ 3%		≤ 3%
	En el caso de que se empleen tecnologías de alto rendimiento (TAR), la capacidad de exudación debe ser menor o igual a tres por ciento (≤ 3%).		
Contenido máximo de ion cloruro soluble en agua (Cl ⁻) en el hormigón endurecido (IRAM 1857) ⁽⁶⁾	Hormigón	Condición de exposición en servicio	Contenido máximo de ion cloruro soluble en agua (Cl ⁻) en el hormigón endurecido (% en masa del cemento)
	Sin armar	Cualquier condición	1,20
	Armado con curado normal	Medio ambiente sin cloruro	0,30
		Medio ambiente con cloruro	0,15

Tabla 12. Criterios de dosificación.

- ⁽¹⁾ Cuando se use cemento portland más una adición mineral incorporada en el momento del mezclado del hormigón, se debe reemplazar la razón “agua/cemento (a/c)” por la razón “agua/ material cementicio [a/(c+x)]”, que tenga en cuenta la suma del cemento portland (c) y la cantidad de la adición incorporada (x).
- ⁽²⁾ Determinado inmediatamente luego de finalizado el mezclado de todos los componentes.
- ⁽³⁾ Determinado según los siguientes criterios:
 Para transporte con mixer: mantener la mezcla tapada, remezclar a los 10, 20 y 30 minutos, y medir asentamiento.
 Para transporte con camión volcador o batea: mantener la mezcla tapada, remezclar a los 30 minutos, y medir asentamiento.
- ⁽⁴⁾ En los casos donde se realice incorporación intencional de aire para mejorar las propiedades en estado fresco de la mezcla, el contenido de aire a especificar deberá ser de $3,5 \pm 1,5\%$
- ⁽⁵⁾ El Director de Obra solo podrá autorizar el empleo de mezclas con una capacidad de exudación superior a la indicada, en aquellas situaciones en donde, por las características particulares del proyecto, se prevea un riesgo significativo de fisuración plástica en la calzada.
- ⁽⁶⁾ Como alternativa, el contenido total de ion cloruro soluble en agua del hormigón endurecido puede estimarse como sumatoria del aporte de sus materiales componentes en el hormigón fresco, según

normas UNIT NM-50, IRAM 1663, NORMA UNIT-NM 137 y UNIT 1013. Si el valor estimado cumple los límites indicados, se puede considerar que el contenido de ion cloruro soluble en agua del hormigón endurecido es menor que el exigido según el párrafo anterior. El valor estimado del contenido total de cloruros, como sumatoria del aporte de sus materiales componentes en el hormigón fresco, es diferente del valor determinado mediante la norma IRAM 1857, debido a que la estimación no tiene en cuenta los cloruros que se fijan durante el proceso de hidratación del ligante (cemento + adiciones minerales), por lo que no puede indicarse una equivalencia generalizada.

6.5.- Presentación de la fórmula de obra

El Contratista determinará las proporciones de los distintos materiales que componen la mezcla o mezclas estudiadas. El hormigón resultante para cada mezcla estudiada (fórmula de obra), cumplirá las condiciones establecidas en esta especificación.

La fabricación y colocación regular del hormigón 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, 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 hormigón, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de Obra, puede exigir un estudio de sensibilidad de las propiedades del hormigón a variaciones de granulometría y contenido de material cementicio, dentro de las tolerancias establecidas en el presente documento.

La dosificación se someterá a consideración del Director de Obra adjuntando, con toda la anticipación necesaria, un informe técnico en el que consten los resultados de los ensayos realizados para determinar las proporciones, que demuestren fehacientemente que las mezclas estudiadas permitirán obtener las características exigidas para el hormigón de obra en el apartado 6.4. Los informes de presentación de la Fórmula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la Tabla 13.

En todos los casos el Director de Obra podrá realizar las observaciones que considere necesarias y solicitar muestras de los materiales a utilizar.

Parámetro	Información que debe ser consignada
Agregados	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características y proporción de cada fracción del agregado. ❖ Densidad relativa y absorción de agua de los distintos agregados. ❖ Granulometría individual de cada fracción de agregados y de los agregados combinados. ❖ Representación gráfica de la composición granulométrica según curvas límites Punto 6.3.1, según gráfico de Shilstone Punto 6.3.2 y según gráfico Tarántula Punto 6.3.3. ❖ Ensayos realizados sobre el agregado grueso, como mínimo todos los contemplados en el Punto 5.1.2. ❖ Ensayos realizados sobre el agregado fino, como mínimo todos los contemplados en el Punto 5.1.3.
CUC (Contenido unitario de Cemento)	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe indicarse el CUC, medido en masa, empleado en la preparación de un metro cúbico (1 m³) de hormigón compactado y, cuando se incorporen intencionalmente, el contenido unitario de las adiciones minerales.
Cemento	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se debe remitir el último certificado de aptitud vigente expedido por el Organismo de Certificación correspondiente. Asimismo, se debe incluir la composición detallada de los componentes principales y minoritarios del cemento. ❖ Debe incluirse la denominación, hoja técnica del producto, la hoja de seguridad y último protocolo de control de calidad en el que consten los resultados de los ensayos físicos, químicos y mecánicos del cemento. Este último informe deberá ser renovado con una periodicidad mensual.
Adiciones minerales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cuando se empleen adiciones debe indicarse su forma de incorporación, denominación, hoja técnica del producto, la hoja de seguridad, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa de cemento. ❖ Cuando se incorporen adiciones minerales en forma separada durante la elaboración del hormigón, debe remitirse junto con la presentación de la Fórmula de Obra un informe con los resultados de ensayos físicos y químicos que demuestren la aptitud de la adición mineral propuesta, de acuerdo a los requisitos establecidos en las normas correspondientes. Este informe de aptitud debe ser renovado mensualmente durante toda la provisión de hormigón. ❖ Además, deberá presentar un informe con los resultados de los ensayos físicos, químicos y mecánicos del material cementicio (cemento base + adiciones incorporadas en forma separada) que demuestren la aptitud de la combinación

Parámetro	Información que debe ser consignada
	propuesta de acuerdo con los requisitos establecidos en la norma UNIT 20. Estos estudios deberán ser renovados con una periodicidad mensual o la que determine el Director de Obra.
CUA (Contenido Unitario de Agua)	❖ Debe indicarse el CUA, medido en masa, empleado en la preparación de un metro cúbico (1 m ³) de hormigón compactado para agregados en condición de saturado a superficie seca.
Aditivos y/o fibras	❖ Cuando se empleen aditivos y/o fibras, debe indicarse su forma de incorporación, denominación, hoja técnica del producto, la hoja de seguridad, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa de cemento o m ³ de hormigón compactado según corresponda.
Masa de la unidad de volumen del hormigón fresco (UNIT-ISO 1920-2)	❖ Se debe informar la masa de la unidad de volumen del hormigón en estado fresco.
Agua de mezclado	❖ Debe indicarse la procedencia y/o fuente del agua de mezclado a emplear en obra y los ensayos de aptitud correspondiente.
Mezclado	❖ Debe indicarse el tiempo requerido para la mezcla de los materiales componentes. Orden de ingreso al mezclador de los materiales componentes.
Temperatura (UNIT ISO 1920-2)	❖ Se debe informar el rango de temperatura del hormigón al momento de la colocación. Se debe informar el rango de temperatura ambiente admisible para la colocación del hormigón.
Resistencia mínima efectiva a compresión (UNIT ISO 1920-6)	❖ Se debe informar la resistencia mínima efectiva a compresión especificada.
Resistencia potencial a compresión (UNIT ISO 1920-4)	❖ Se debe informar la resistencia potencial a compresión a los 7 días y 28 días. En el caso de que se emplee tecnología TAR, se debe informar también la resistencia potencial a compresión a los 3 días.
Resistencia potencial a la flexión a 28 días (UNIT ISO 1920-4)	❖ Se debe informar la resistencia a la flexión a los 28 días.

Parámetro	Información que debe ser consignada
Resistencia residual a flexión (R150,3 - ASTM C 1609)	❖ Solo aplica a hormigones reforzados con Fibras. Se debe informar la resistencia residual a flexión a 28 días.
Aire incorporado (UNIT-ISO 1920-2)	❖ Se debe informar el porcentaje de aire del hormigón. ❖ Se debe informar si el aire intencionalmente incorporado es empleado por cuestiones de trabajabilidad u otros motivos.
Asentamiento (UNIT-ISO 1920-2)	❖ Se debe informar el asentamiento inicial, determinado inmediatamente luego de finalizado el mezclado de todos los componentes. ❖ Se debe informar el asentamiento de colocación, determinado luego de transcurridos treinta (30) minutos desde la determinación del asentamiento inicial, o del tiempo medio estimado de transporte hasta el frente de colocación.
Capacidad y velocidad de exudación (IRAM 1604)	❖ Se debe informar la capacidad y velocidad de exudación.
Tiempo de fraguado (UNIT-ISO 1920-14)	❖ Se debe informar el tiempo de fraguado.
Contenido máximo de ion cloruro soluble en agua (Cl ⁻) en el hormigón endurecido (IRAM 1857)	❖ Se debe informar el resultado del ensayo.
Madurez (ASTM C 1074)	❖ Se debe informar el gráfico de Resistencia vs Madurez, que surge a partir de la norma.
Ajustes en el Tramo de Prueba	❖ La fórmula informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el Tramo de Prueba.

Tabla 13. Información a incluir en la presentación de la fórmula de obra.

A criterio del Director de Obra podrá requerirse que en la presentación de la fórmula se informen los siguientes parámetros adicionales.

- ❖ Contracción por secado (UNIT ISO 1920-8).
- ❖ Módulo de elasticidad estático en compresión (UNIT ISO 1920-10).

- ❖ Coeficiente de Expansión Térmica (AASHTO T 336).

7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.1.- Consideraciones generales

Los equipos, máquinas y herramientas requeridas para el manipuleo de los materiales y del hormigón, y para ejecutar todos los trabajos de obra, deberán reunir las características que aseguren la obtención de la calidad exigida y permitan alcanzar los rendimientos mínimos para cumplir el Plan de Trabajo. No se puede utilizar en la ejecución regular del hormigón 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- Silos de almacenamiento del cemento y de las adiciones minerales

Los cementos y las adiciones minerales se deben almacenar por separado y por tipo, en silos que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 14.

Características	Requisitos
Silos de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El cemento entregado a granel se debe almacenar en silos adecuados, limpios, secos y bien ventilados, capaces de protegerlo contra la acción de la intemperie. Al inicio de la obra y a intervalos no mayores de un (1) año se debe verificar que los silos no permitan el pasaje de agua. ❖ En caso de que se utilice en obra más de un cemento, de tipos o procedencias distintas, o complementariamente, adiciones minerales incorporadas durante la elaboración del hormigón, cada silo debe contar con una identificación unívoca respecto a su contenido, que evite errores de acopio de materiales de distinto tipo u origen en un mismo silo, en forma simultánea.

Tabla 14. Requisitos para silos para el almacenamiento de cemento y adiciones minerales.

7.2.2.- Planta de Hormigón

Planta Dosificadora

Las plantas dosificadoras de hormigón se deben ajustar a los requisitos que se establecen en la Tabla 15.

Características	Requisitos
Capacidad de producción	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta dosificadora será de funcionamiento mecánico y de una capacidad tal que guarde relación con la magnitud de las obras a realizar.

Características	Requisitos
Alimentación de agregados	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar con una cantidad de tolvas de dosificación al menos igual al número de fracciones de los agregados que componen la Fórmula de Obra aprobada, y nunca inferior a dos (2). ❖ 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 nominal establecido para el hormigón en proceso de elaboración.
Alimentación del cemento y de las adiciones minerales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe contar con elementos precisos para calibrar y adicionar la cantidad de cemento y, eventualmente, adiciones minerales que se incorporan al hormigón.
Incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Si se previera la incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets a la mezcla, la planta debe poder dosificarlos con homogeneidad y precisión suficiente; y debe contar con silos de almacenamiento (para cada uno de estos materiales) destinados a tal fin. ❖ Se debe disponer en la planta de un vaso dosificador por cada aditivo a emplear. Los diferentes tipos de aditivos nunca deben mezclarse entre sí antes de su ingreso al hormigón. ❖ Los recipientes donde se acopian los aditivos y los vasos dosificadores deberán estar claramente identificados con el nombre del producto que se está empleando.
Calibración y verificación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El contraste de la indicación de balanzas, caudalímetros y otros dispositivos de medición utilizados para la dosificación de materiales componentes del hormigón se debe realizar, como mínimo, previo al inicio de su uso en la planta, y posteriormente en forma regular según el plan de control de los equipos y con una frecuencia de, como mínimo, seis meses o cuando se detecten indicios de deficiencia en su funcionamiento. Deberá verificarse que la planta dosificadora permite una correcta medición de cada uno de los materiales, con las tolerancias establecidas en la Tabla 7 de la Norma IRAM 1666:2020.
Sistema de registros	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Deberá disponer de un sistema de registro gráfico y/o digital en el que se almacene la identificación de los materiales empleados, los pesos unitarios por cada componente y los contenidos de humedad por cada pastón producido, fecha y hora de despacho, fórmula empleada, y totales diarios de producción

Características	Requisitos
	y consumo de cada componente.
Aspectos ambientales	❖ La planta debe contar con elementos que eviten la emisión de gases nocivos a la atmósfera.

Tabla 15. Plantas dosificadoras de hormigón. Requisitos.

Planta dosificadora y elaboradora.

Las plantas dosificadoras y elaboradoras de hormigón se deben ajustar a los requisitos que se establecen en la Tabla 15 y en la Tabla 16.

Características	Requisitos
Capacidad de producción	❖ En el caso que la colocación sea efectuada por un equipo pavimentador de encofrado deslizante, la planta tendrá una capacidad de producción tal que asegure una velocidad mínima de operación del equipo pavimentador de al menos 1,0 m/min. El suministro del hormigón deberá ser en cantidad necesaria y de características uniformes, de manera tal que la pavimentadora pueda operar a una velocidad constante y sin detenciones.
Mezclado	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta dosificadora y elaboradora de hormigón debe ser capaz de mezclar los agregados, el cemento, el agua y aditivos en forma tal de obtener una masa uniforme y homogénea, con las proporciones ajustadas a la Fórmula de Obra, dentro del período de mezcla especificado y permitir la descarga de la mezcla sin segregación. ❖ La planta debe contar con tambor para mezclado forzado, y ser capaz de realizar el mezclado de cada pastón en un tiempo mínimo de cuarenta (40) segundos, a partir del ingreso de todos los componentes, o el que se requiera para obtener un hormigón de características homogéneas. ❖ La planta debe contar con un amperímetro sensible o dispositivo similar que permita visualizar la potencia insumida por los motores de accionamiento de la amasadora y permita correlacionar la misma con la consistencia de la mezcla de hormigón.

Tabla 16. Plantas elaboradoras de hormigón. Requisitos adicionales.

7.2.3.- Equipos para el transporte de la mezcla de Hormigón

La logística de obra que provea el hormigón deberá tener capacidad de planta y elementos de transporte suficientes como para asegurar una entrega continua. La capacidad de entrega de hormigón durante las

operaciones de hormigonado deberá ser la necesaria como para asegurar el manipuleo, la colocación y la terminación correcta del hormigón.

Los equipos a emplear en el transporte del hormigón desde la planta de hormigón al frente de pavimentación deberán cumplimentar los requisitos establecidos en la Tabla 17 según sea el caso.

Características	Requisitos
Capacidad de transporte	❖ El número y capacidad de los camiones debe ser acorde al volumen de producción de la planta, de modo de no condicionar o interrumpir el proceso de dosificación, elaboración y colocación.
Camiones sin dispositivos mezcladores ni de agitación	❖ Los vehículos de transporte deben tener cajas metálicas, lisas, estancas con aristas y vértices redondeados, y deben estar provistos de puertas estancas que permitan la descarga controlada del hormigón. Asimismo, deben estar provistos de los medios o cubiertas necesarias para proteger al hormigón contra las acciones climáticas y contra toda posibilidad de contaminación con sustancias extrañas.
Camiones motohormigoneros	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cada equipo debe tener adosado en un lugar destacado, una placa metálica que indique claramente el volumen bruto del tambor o contenedor, la capacidad del tambor o contenedor expresada como volumen máximo de hormigón fresco y las velocidades de rotación máxima y mínima del tambor o de las paletas, según corresponda. ❖ Asimismo, cada equipo debe estar equipado con elementos con los cuales se pueda verificar rápidamente el número de giros del tambor o de las paletas, según corresponda.

Tabla 17. Equipos para el transporte del hormigón requisitos.

7.2.4.- Posicionamiento de pasadores y/o barras de unión

7.2.4.1.- Insertor Automático

Los equipos automáticos de inserción de pasadores y/o barras de unión deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 18.

Característica	Requisitos
Posición	❖ El insertor automático debe ser capaz de realizar la inserción de pasadores y/o barras de unión en el hormigón fresco de acuerdo con las tolerancias establecidas en la presente especificación técnica, sin que la pavimentadora se detenga o interrumpa su avance uniforme.
Vibración	❖ El insertor automático de pasadores debe contar con un dispositivo vibratorio que facilite la introducción de pasadores en la mezcla previamente compactada, y el cierre de la impronta provocada por la inserción.
Demarcación de la junta transversal	❖ El equipo debe contar con un dispositivo que señale automáticamente el sitio donde se realiza la inserción de pasadores mediante dos marcas inequívocas a ambos lados de la faja en construcción, en coincidencia con el eje de la junta, a fin de garantizar que las juntas queden centradas sobre ellos con una tolerancia máxima de cincuenta milímetros (± 25 mm) respecto de la posición real. En el caso que el dispositivo no cuente con un sistema de marcado automático, será obligatorio disponer de 1 operador a cada lado del equipo para que realicen el marcado del eje de la junta en forma manual.
Corrección de irregularidades	❖ Tras su paso, deben corregirse las irregularidades producidas en el hormigón fresco, para lo cual debe encontrarse provisto de una viga oscilante u otro dispositivo mecánico automático similar que corrija la impronta originada por la inserción.

Tabla 18. Equipo automático para la inserción de pasadores y/o barras de unión. Requisitos.

7.2.4.2.- Canastos u otros dispositivos para el posicionamiento de pasadores y/o barras de unión

En el caso de realizar la instalación de pasadores y/o barras de unión mediante canastos, los mismos deben realizarse de acuerdo a lo indicado en el Plano N°8A.2. Canasto de pasadores y el en el Plano N°8A.3 Canasto de barras de unión.

En el caso que el contratista proponga otros dispositivos de sujeción para la colocación de pasadores o barras de unión, los mismos deben garantizar igual o superior estabilidad respecto a los canastos especificados. Asimismo, dicho dispositivos deben ser previamente aprobados por el Director de Obra.

7.2.5.- Equipos de distribución, colocación, vibración y compactación

7.2.5.1.- Moldes

Los moldes de encofrado lateral para la ejecución de pavimentos de hormigón con tecnología convencional deberán verificar los requisitos establecidos en la Tabla 19.

Característica	Requisitos
Cantidad	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La cantidad y tipo de moldes debe ser acorde al tamaño y forma de las losas a ejecutar y al volumen de producción de la planta, de modo de no frenar el proceso de dosificación, elaboración y colocación.
Características generales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los moldes deberán ser metálicos de altura igual al espesor de la calzada, rectos, libres de toda ondulación. Deberán además cumplir con las siguientes características: ❖ El ancho de la base del molde debe ser superior a tres cuartos ($\frac{3}{4}$) de la altura. ❖ La longitud del molde debe ser superior a tres (3) metros. ❖ La deformación de la cara superior debe ser inferior a 1 (un) milímetro por cada tres (3) metros. ❖ La deformación (flecha) de la cara lateral del molde debe ser inferior a seis (6) milímetros por cada tres (3) metros. ❖ En el caso de que el molde deba soportar el peso de un equipo o terminadora, el espesor de la chapa debe ser mayor a setenta y nueve décimas de centímetro (7,9 mm).
Unión de secciones	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El dispositivo de unión de secciones o unidades debe ser tal que impida todo movimiento o juego en tales puntos de unión durante el paso del equipo de distribución del hormigón.
Curvas horizontales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ En curvas con radios menores o iguales a treinta (30) metros se deben emplear moldes curvados con radios adecuados. ❖ No se deben utilizar moldes de madera en aquellos sectores en que se deba apoyar la regla vibradora, u otro equipo de compactación o terminación autopropulsado. Sólo pueden utilizarse moldes de madera para contener al hormigón, siempre que se acompañe por fuera con un molde metálico que sirva de apoyo a la regla o equipo utilizado.
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los moldes se deben encontrar limpios, sin restos de hormigón endurecido y lubricados, debiéndose descartar y/o reparar aquellos moldes que presenten abolladuras o defectos.

Tabla 19. Moldes de encofrado para losas de pavimento. Requisitos.

7.2.5.2.- Vibradores de inmersión

Los vibradores de inmersión deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 20.

Característica	Requisitos
Cantidad	❖ Es obligatorio que en el frente de ejecución se cuente con al menos 2 vibradores de inmersión en perfecto estado de funcionamiento.
Masa y vibración	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La masa del elemento vibrante, como así también la frecuencia y amplitud de vibración, debe ser tal que produzca un efecto fluidificante que permita eliminar el aire atrapado, vacíos u oquedades y densificar el hormigón, sin que se produzca segregación de ninguno de sus componentes. ❖ El diámetro mínimo de la aguja vibrante debe ser de veinticinco milímetros (25 mm). ❖ La frecuencia mínima de vibrado debe ser de once mil revoluciones por minuto (11.000 rpm) para vibradores de accionamiento eléctrico; y dieciocho mil revoluciones por minuto (18.000 rpm) para los vibradores de accionamiento neumático.

Tabla 20. Vibradores de inmersión. Requisitos.

7.2.5.3.- Viga o Regla Vibratoria

La viga o regla vibratoria debe ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 21.

Característica	Requisitos
Vibración	❖ La frecuencia y amplitud de vibración, debe ser tal que produzca un efecto fluidificante que permita eliminar el aire atrapado y densificar el hormigón, sin que se produzca segregación de ninguno de sus componentes. La frecuencia de vibración debe ser igual o superior a tres mil quinientas revoluciones por minuto (3.500 rpm) y que asegure el cumplimiento de las condiciones necesarias de terminación.
Apoyo y avance	❖ La viga, regla vibradora o vibrador de superficie se debe apoyar sobre los moldes laterales. Debe contar con malacates u otro dispositivo en ambos extremos que permita lograr un avance uniforme y parejo en toda la sección. Previo al paso de la regla vibratoria, es obligatorio realizar una compactación previa con vibradores de inmersión en toda la superficie del pavimento garantizando una densificación completa en todo el espesor de calzada.

Tabla 21. Regla o viga vibratoria. Requisitos.

7.2.5.4.- Terminadora de rodillos

La terminadora de rodillos debe ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 22.

Característica	Requisitos
Características generales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La terminadora será autopropulsada y podrá desplazarse montada sobre los moldes laterales o contar con encofrados deslizantes. El equipo deberá contar con al menos 2 rodillos metálicos para la terminación superficial del hormigón, los cuales podrán operar en el sentido transversal o longitudinal a la dirección de pavimentación. ❖ Independientemente de si el equipo cuenta con un vibrador adosado al sistema de compactación y terminación, deberá disponerse en el frente de trabajo de al menos 2 vibradores de inmersión para reforzar la compactación del hormigón, en especial en la porción inferior de la losa y los bordes de calzada. La compactación con vibradores de inmersión deberá realizarse inmediatamente antes del paso del equipo terminador.

Tabla 22. Terminadora de rodillos. Requisitos.

7.2.5.5.- Pavimentadora de encofrado deslizantes

Las pavimentadoras de encofrados deslizantes deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 23.

Característica	Requisitos
Calibración y operación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La pavimentadora deberá estar adecuadamente calibrada y en condiciones adecuadas de operación durante toda la ejecución de la obra, con asistencia técnica del representante del fabricante cuando ésta sea requerida. ❖ El operador deberá estar capacitado en la operación del equipo, para lo cual, la empresa contratista deberá informar, previo al inicio de los trabajos, la formación que ha recibido el personal para la operación de pavimentadoras de encofrados deslizantes, así como también el registro de volúmenes ejecutados en obras de estas características.
Guiado	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La pavimentadora debe disponer de un sistema de nivelación y alineamiento por hilos guía ubicado a ambos lados del equipo pavimentador o de sistemas de guiado tridimensional.
Compactación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La pavimentadora debe poder compactar adecuadamente el hormigón fresco en todo el ancho de pavimentación, mediante vibración interna aplicada por elementos dispuestos de forma uniforme con una separación comprendida entre trescientos cincuenta y quinientos milímetros (350 a 500 mm). La separación

	entre el centro del vibrador extremo y la cara interna del encofrado correspondiente no debe exceder de ciento cincuenta milímetros (150 mm). Los vibradores internos utilizados deben poder trabajar en un intervalo de frecuencias de vibración comprendido entre siete mil y doce mil revoluciones por minuto (7 000 a 12 000 rpm).
Terminación e inserción de pasadores y/o barras de unión	❖ En el caso que el equipo pavimentador cuente con dispositivos automáticos para las tareas de inserción de barras (insertor automático de pasadores o barras de unión) o de terminación (fratás automático), los mismos deben cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 18 y/o Tabla 24, respectivamente. Se debe verificar su correcta calibración, verificando que el equipo entrega la calidad de terminación requerida y que las barras se encuentran insertadas en el hormigón de acuerdo con las tolerancias establecidas en las especificaciones técnicas.

Tabla 23. Pavimentadora de encofrado deslizantes. Requisitos.

7.2.5.6.- Fratases

Los fratases deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 24.

Característica	Requisitos
Fratás manual.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El largo de la hoja de cada fratás debe ser de cómo mínimo de 3 metros (3,0 m) y un ancho mínimo de quince centímetros (15 cm). ❖ Los fratases deben ser de material metálico liviano (preferentemente aluminio o magnesio) y deben poder cambiar el ángulo de ataque para avanzar o retroceder en la operación de pasaje transversal sobre la calzada.
Fratás automático	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Deben estar contruidos por material metálico, preferentemente liviano (aluminio o magnesio). El largo de la hoja de cada fratás debe ser de cómo mínimo de 3 metros (3,0 m) y un ancho mínimo de veinte centímetros (20 cm). ❖ El ajuste y calibración del dispositivo se realizará garantizando que el mismo se apoye suavemente sobre la superficie de la calzada, sin generar una presión excesiva que pueda deformar o distorsionar la superficie del hormigón fresco. ❖ Se ajustará el fin de carrera del dispositivo a una separación como mínimo de 20 cm respecto al borde de calzada.

Tabla 24. Fratás metálico. Requisitos.

7.2.6.- Equipos para el texturizado

Los equipos para el texturizado deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 25.

Característica	Requisitos
Características Generales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo para el texturizado será de arrastre o autopulsado. ❖ El mismo debe ejercer una presión constante sobre toda la superficie de hormigón fresco, logrando una textura pareja y uniforme de toda la sección del hormigón. ❖ El equipo a emplear en el texturizado del pavimento deberá ser capaz de producir la textura superficial especificada con un rendimiento igual o superior al que entregue el equipo de pavimentación principal.

Tabla 25. Equipos para el texturizado. Requisitos.

7.2.7.- Equipos para la distribución del compuesto de curado

Los equipos para la distribución de compuesto de curado deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 26.

Característica	Requisitos
Equipos automáticos autopulsados.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los equipos utilizados en la distribución superficial del compuesto de curado deben asegurar una distribución continua y uniforme de la película aplicada, así como la ausencia de zonas deficitarias en dotación, tanto en la superficie como en los bordes laterales de las losas. Además, deben ir provistos de dispositivos que proporcionen una adecuada protección del producto pulverizado contra el viento. El tanque de almacenamiento del producto debe contar con un dispositivo que lo mantenga en continua agitación durante su aplicación.
Puentes de distribución de compuestos de curado	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El puente de curado debe estar montado sobre ruedas de accionamiento mecánico o propulsado de forma manual. El equipo debe contar con picos pulverizadores distribuidos en toda la sección de hormigón y con una bomba con motor para la presurización del circuito de distribución del compuesto.
Pulverizadores (mochila) de accionamiento manual.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los equipos utilizados en la distribución superficial del compuesto de curado deben asegurar una distribución continua y uniforme de la película aplicada. Se debe contar con el número de pulverizadores, en perfecto estado de funcionamiento, que permita seguir el ritmo de ejecución establecido. Dicho número de equipos nunca puede ser inferior a dos (2). Adicionalmente al número de equipos para la normal ejecución de los trabajos, se debe contar con un equipo adicional en las instalaciones del obrador.

Tabla 26. Equipos para la distribución del compuesto de curado. Requisitos.

7.2.8.- Puente de servicio y herramientas manuales

El contratista deberá proveer todas las herramientas manuales necesarias para obtener adecuadas condiciones de terminación del hormigón: incluyendo llanas, frataces, cucharas, baldes, etc.

Se deberá contar en el frente de pavimentación con un puente de servicio móvil que permita acceder al sector central de la calzada si esto resultara necesario. En el caso que se cuenten con equipos de texturizado y/o curado que permiten cumplimentar esta función, el puente de servicio no será requerido.

Se deberá contar con un puente para la extensión de membranas de protección.

Los puentes de servicio y/o para la extensión de membranas de protección, deberán verificar los requisitos establecidos en Tabla 27.

Característica	Requisitos
Puente de servicio.	❖ El puente debe conformar una superficie estable de trabajo, permitiendo el acceso todo el ancho de la faja pavimentada. Puede encontrarse montado sobre ruedas o apoyos fijos
Puentes para la extensión de membranas de curado y protección	❖ El puente de extensión debe estar montado sobre ruedas de accionamiento mecánico o propulsado de forma manual. El equipo debe contar con un rollo en sentido transversal, adosado a una manivela que permita desenrollar la membrana sobre el pavimento, sin que se genere un efecto de arrastre sobre la superficie del mismo.

Tabla 27. Puentes de servicio o para la extensión de membranas de protección. Requisitos.

7.2.9.- Equipos para el aserrado de juntas

Los equipos para el aserrado de juntas deberán verificar los requisitos establecidos en la Tabla 28.

Característica	Requisitos
Cantidad	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se debe contar con el número de equipos de aserrado, en perfecto estado de funcionamiento, que permita cortar las juntas en las dimensiones requeridas en las especificaciones técnicas, siguiendo el ritmo de ejecución establecido y acorde a las condiciones climáticas imperantes. Dicho número de equipos nunca puede ser inferior a dos (2). ❖ Adicionalmente al número de equipos para la normal ejecución de los trabajos, se debe contar con un equipo de aserrado adicional en las instalaciones del obrador.

Equipos para el aserrado de juntas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Las aserradoras deben ser autopropulsadas, las mismas deben tener una potencia mínima de trece caballos de fuerza (13 HP). ❖ El espesor de los discos de corte debe ser de dos milímetros a seis milímetros (2 mm a 6 mm). Las sierras para juntas longitudinales deben estar dotadas de una guía de referencia que asegure la distancia a los bordes del pavimento.
------------------------------------	---

Tabla 28. Equipos para el aserrado de juntas. Requisitos.

7.2.10.- Equipos para el sellado de juntas

Los equipos para el sellado de juntas deberán verificar los requisitos establecidos en la Tabla 29.

Característica	Requisitos
Compresor de aire	❖ El compresor de aire debe tener una capacidad de tanque igual o superior a cien litros (100 lt) y una presión de trabajo igual o superior a cinco bar (5 bar – 0,5 MPa).
Arenador	❖ El arenador debe tener una capacidad de tanque igual o superior a cincuenta litros (50 lt) y una presión de trabajo igual o superior a cinco bar (5 bar – 0,5 MPa).
Hidrolavadora	❖ La hidrolavadora debe tener presión de trabajo de agua regulable de cinco bar (5 bar – 0,5 MPa) a diez bar (10 bar – 1,0 MPa).
Equipo aplicador	❖ El equipo aplicador del material de sello deben ser capaces de realizar la colocación en la posición requerida. Deberá contar con una bomba, capaz de alimentar en forma continua el compuesto a presión y deben llenar completamente el ancho de la junta, en el espesor requerido, sin discontinuidades ni formación de vacíos de aire atrapado.

Tabla 29. Equipos para el sellado de juntas. Requisitos.

7.3.- Ejecución de las obras

Previamente a la iniciación de la construcción de la calzada, y con anticipación suficiente, el Contratista comunicará al Director de Obra la fecha en que se dará comienzo a las operaciones de colocación del hormigón, así como el procedimiento constructivo que empleará.

Antes de iniciar la pavimentación propiamente dicha, se construirá una faja o tramo de prueba para evaluar todos los procesos involucrados en la elaboración, transporte, colocación, terminación, curado y aserrado del hormigón según lo indicado en el Punto 8.

7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo

Antes de dar comienzo a la construcción de la calzada de hormigón, el Director de Obra deberá aprobar por escrito la superficie de apoyo. El Director de Obra podrá exigir al Contratista la presentación de una planilla donde se informe el control planialtimétrico de la superficie de apoyo. Deberá procederse a la eliminación de toda irregularidad de la superficie del pavimento que exceda los veinticinco milímetros (25 mm) de separación respecto de una regla de tres metros (3 m).

Previamente al inicio de la pavimentación, deberá realizarse una profunda limpieza mediante cepillos y soplado con aire comprimido. La superficie deberá encontrarse libre de materiales sueltos o débilmente adheridos, y deberá ser humectada mediante riego de agua, sin encharcar.

7.3.2.- Transporte de la mezcla de Hormigón

El transporte del hormigón hacia el frente de colocación, deberá realizarse en forma continua y sin demoras. Deberán encontrarse claramente definidos los recorridos de la planta al frente de pavimentación, implementando desvíos y/o accesos provisionales para la descarga si fuera necesario, evaluar la interacción con el tránsito propio del camino seleccionado, entre otros.

El Contratista realizará todos los controles que sean necesarios a los efectos de que la mezcla colocada cumpla con todos los requisitos establecidos en estas especificaciones.

En el caso de transporte de mezcla terminada en camiones sin dispositivos de agitación, se limitará el transporte a una distancia máxima de 15 km y a un tiempo máximo de 30 minutos. En el caso de transporte de mezcla mediante el empleo de camiones motohormigoneros, se limitará el transporte a un tiempo máximo de 120 minutos. En función de las condiciones climáticas y la adopción de medidas especiales, el Director de Obra podrá reducir o ampliar estos límites.

7.3.3.- Pavimentación con moldes fijos

7.3.3.1.- Instalación de moldes laterales

Los moldes se deben apoyar perfectamente en sus bases, deben ser unidos entre sí de manera rígida y efectiva, y su fijación al terreno se debe realizar mediante clavos o estacas que impidan toda movilidad de los mismos.

Se permite, a los efectos de ajustarlos a los niveles y pendientes que correspondan, la ejecución de rellenos de mortero de cemento u otro material suficientemente estable bajo sus bases, los que deben realizarse dándoles la firmeza necesaria para evitar asentamientos.

Las juntas o uniones de los moldes se deben controlar y no se admiten resaltos o variaciones, tanto en el alineamiento como en la pendiente.

En las curvas, el Contratista deberá procurar asegurar al máximo la firmeza de los moldes, así como su ajuste al radio correspondiente. Previo a la colocación del hormigón, los moldes deberán encontrarse lubricados con aceite o líquido desencoformante para facilitar su remoción posterior y limpieza.

7.3.3.2.- Pasadores y barras de unión y armadura distribuida

Los pasadores y barras de unión se colocarán con la separación y dimensiones indicadas en la Especificación Particular y mediante canastos y anclajes con la configuración de armado descrita en los Planos N° 8A.2 y N° 8A.3 para la instalación de pasadores y barras de unión respectivamente.

Los pasadores se colocarán de manera tal que resulten longitudinalmente paralelos al eje y a la rasante de la calzada. La máxima desviación, tanto en planta como en alzado, de la posición del eje de un pasador respecto a la teórica será de diez milímetros (10 mm). La máxima desviación angular respecto a la dirección teórica del eje de cada pasador, medida por la posición de sus extremos, será de cinco milímetros (5 mm), medidos antes del vertido del hormigón.

Los canastos deberán anclarse a la base del pavimento, mediante clavos, estacas u otro elemento que permita alcanzar una sujeción total del sistema a la base, y que pueda resistir el empuje del equipo pavimentador durante las operaciones de colocación del hormigón sin que se produzcan desplazamientos de ningún tipo.

Antes o después de la instalación de los canastos de pasadores, se clavará una estaca a cada lado de los bordes de calzada, de manera de identificar claramente la ubicación del eje de la junta transversal. Estas estacas se mantendrán en posición hasta que se efectúe el marcado de la ubicación de las juntas sobre la superficie del pavimento o hasta que se realicen las tareas de aserrado primario.

Las barras de unión se colocarán de manera tal que resulten transversales al eje del pavimento y paralelas a la rasante de la calzada. La máxima desviación en alzado de la posición del eje de una barra de unión respecto a la teórica será de diez milímetros (10 mm), medidos antes del vertido del hormigón.

El “autosuporte” de las barras de unión se encuentra restringido únicamente para aquellos proyectos en los que se contemple la colocación de barras de unión con un diámetro igual o superior de doce milímetros (12 mm).

La armadura distribuida se colocará en las zonas y en la forma que se indique en los Planos. En el caso que no se encuentre establecido su posición respecto a la superficie del pavimento, se ubicará en el espacio comprendido entre el espesor medio de la losa y cinco centímetros (5 cm) por debajo de la superficie expuesta, paralela a la superficie del pavimento. Se encontrará, limpia de óxido, grasa y otras materias que puedan afectar la adherencia del acero con el hormigón.

La armadura se sujetará para impedir todo movimiento durante la puesta en obra del hormigón mediante la instalación de cunas o soportes, los cuales deberán tener la rigidez suficiente y disponerse de forma que no se produzca su movimiento o deformación durante las operaciones previas a la puesta en obra del hormigón, ni durante la ejecución del pavimento.

7.3.3.3.- Colocación, vibración y terminación

El hormigón debe descargarse sobre la superficie de la manera más directa posible y en el sitio más próximo posible a su ubicación definitiva, evitando excesivas alturas de caída que puedan producir segregación del material. En la medida de lo posible, se buscará que el camión ingrese sobre la cancha para efectuar una descarga frontal. Una vez descargado el hormigón, podrá completarse la distribución en forma manual mediante el empleo de palas anchas (de punta cuadrada) de manera de asegurar cargar la cantidad de material justa delante de regla o terminadora.

La tarea de compactación del hormigón se efectuará mediante el empleo de vibradores de inmersión, densificando en forma íntegra y eficaz el hormigón en su totalidad. Al introducirlos en el hormigón, se debe tener especial cuidado con no tocar los moldes, ni las armaduras ya que esto puede producir segregación. La distancia aproximada entre los puntos de inserción debe ser de 7 a 10 veces el diámetro de la aguja, de manera tal que el área de influencia se trasape con la inserción anterior. Los vibradores no deben arrastrarse y nunca ser empleados para distribuir la mezcla.

Los vibradores se deben insertar a distancias uniformemente espaciadas entre sí, con una separación entre los puntos de inserción menor que el diámetro del círculo dentro del cual la vibración es visiblemente efectiva. En cada lugar de inserción, el vibrador debe ser mantenido solamente durante el tiempo necesario y suficiente para producir la compactación del hormigón.

Los vibradores se deben introducir y extraer de la masa de hormigón en posición vertical, y la vibración debe ser interrumpida en el momento que cese el desprendimiento de las grandes burbujas de aire. En ningún caso se deben utilizar los vibradores de inmersión como medio para el desplazamiento del hormigón colocado.

Durante las operaciones de vibrado se debe evitar el contacto de los vibradores con los moldes y armaduras, y que el vibrado produzca la deformación o el desplazamiento de las armaduras respecto del lugar indicado en los planos.

En el caso que el vertido se realice en más de una camada, al vibrar una capa de hormigón, la inmediata inferior aún debe estar en condiciones de ser revibrada. El vibrador debe atravesar la nueva capa totalmente y penetrar en la inferior para asegurar la unión entre ambas, evitando la formación de un plano de junta.

Luego se procederá al paso del equipo terminador o regla vibratoria el que avanzará en forma pareja y uniforme, realizando un desplazamiento tan continuo como sea posible. Deberá verificarse que la regla o terminadora arrastra una pequeña cantidad de material a su paso, verificándose durante su avance un contacto con el hormigón en forma continua y homogénea en toda la sección transversal.

La terminación se realizará mediante el fratasado del hormigón con un elemento de superficie plana, que permita eliminar los puntos altos y rellenar los bajos, sumergir las partículas de agregado más gruesas, remover y corregir pequeñas imperfecciones, y generar mortero en la superficie para el texturizado. Este proceso se debe realizar deslizando el fratas desde el borde más cercano hasta el más lejano, donde se cambia el ángulo de ataque y se vuelve a deslizar en el sentido contrario hasta alcanzar el punto inicial, cuidando de traslapar cada pasada al menos un tercio ($1/3$) del largo del fratas. Para esta tarea se encuentra prohibido el uso de cinta o correa.

Se prohibirá el riego con agua o la extensión de mortero sobre la superficie del hormigón fresco para facilitar su acabado. Donde fuera necesario aportar material para corregir una zona baja, se empleará hormigón aún no extendido.

7.3.4.- Pavimentación con encofrados deslizantes

7.3.4.1.- Sistemas de nivelación y alineación

Sistema de guía por cable

El tendido del hilo se realizará con apoyo topográfico, disponiéndolos a ambos lados del equipo pavimentador mediante la colocación de soportes y pines metálicos.

La separación máxima entre pines será de 7,5 metros en tramos rectos. En zona de curvas verticales y horizontales se reducirá la separación entre pines de manera de poder ejecutar íntegramente los trabajos con la pavimentadora, respetando las condiciones de terminación y calidad requeridas en el presente pliego. Asimismo, durante la jornada de trabajo se deberá revisar y tensar nuevamente los tramos de tendido que se encuentren por delante de la pavimentadora.

El hilo podrá estar constituido por un cable de acero, nylon o polietileno y deberá encontrarse perfectamente tensado durante toda la jornada de pavimentación.

Otros sistemas

Para el posicionamiento y nivelación podrá utilizarse otro tipo de tecnología, tal como el sistema 3D de posicionamiento y guiado sin hilo (3D Stringless Guidance System). En ese caso, deberá verificarse que el sistema de posicionamiento pueda garantizar la correcta alineación y nivelación de los equipos de

pavimentación durante la fase de ejecución con una precisión igual o superior a la que provee el sistema de posicionamiento y guiado con doble hilo guía.

En situaciones en las que resultase conveniente, podrán emplearse patines en lugar de los sensores de nivelación vertical, siempre y cuando estos se deslicen sobre la superficie de una faja adyacente recientemente pavimentada.

7.3.4.2.- Zonas de tracción de orugas

Los caminos o zonas sobre los que se desplazarán las orugas de la pavimentadora estarán suficientemente compactados para permitir su paso sin deformaciones, y se mantendrán limpios. No deberán presentar irregularidades superiores a doce milímetros (12 mm), medidos con regla de tres metros (3 m).

Donde se ejecute una franja junto a otra existente, se podrá usar ésta como zona de tracción para las orugas. En este caso, la primera deberá haber alcanzado una resistencia a compresión igual o superior a la resistencia potencial informada a la edad de siete (7) días en la presentación de la fórmula de obra y se protegerá su superficie de la acción de las orugas interponiendo bandas de goma, tablas de madera u otros materiales adecuados, a una distancia conveniente del borde. Si se observan daños estructurales o superficiales en las zonas de circulación de las orugas, se suspenderá la ejecución, reanudándola cuando el hormigón hubiera adquirido la resistencia necesaria, o adoptando las precauciones suficientes para que no se produzcan daños.

7.3.4.3.- Pasadores y barras de unión

Cuando se empleen pavimentadoras de encofrado deslizante podrá emplearse la técnica de inserción de armaduras en el hormigón fresco como método alternativo a la colocación previa de pasadores con canastos. En este caso, el equipo pavimentador deberá contar con un dispositivo desarrollado para este propósito por el fabricante del equipo pavimentador, que permita insertar los pasadores en forma automatizada sin detenciones y de acuerdo con las tolerancias y requisitos establecidos en esta especificación. Previo al inicio de los trabajos deberá efectuarse la calibración de este dispositivo y repetirse periódicamente, en especial cuando se realicen en el equipo tareas de mantenimiento, ajustes, cambios en el ancho de trabajo o sea trasladado a otro frente de trabajo.

Los pasadores se colocarán paralelos entre sí y al eje de la calzada. La máxima desviación, tanto en planta como en alzado, de la posición del eje de un pasador respecto a la teórica será de veinte milímetros (± 20 mm). La máxima desviación angular respecto a la dirección teórica del eje de cada pasador, medida por la posición de sus extremos, será de diez milímetros (± 10 mm).

Las barras de unión se encontrarán ubicadas perpendiculares al eje de calzada con las separaciones indicadas en los planos con una tolerancia de veinte milímetros (± 20 mm) en alzada y de cincuenta milímetros (± 50 mm) en planta.

En el caso que la colocación de barras de unión o pasadores se realice con canastos, o se incorpore armadura distribuida, será de cumplimentación lo establecido en el Punto 7.3.3.2.

7.3.4.4.- Colocación, vibración y terminación

La ejecución con pavimentadoras de encofrados deslizantes deberá efectuarse a una velocidad constante que asegure una adecuada compactación en todo el espesor de la losa, alcanzar la rasante requerida y su correcta terminación. La descarga y la extensión previa del hormigón en todo el ancho de pavimentación se realizarán de modo suficientemente uniforme para no desequilibrar el avance de la pavimentadora; esta precaución se deberá extremar al hormigonar en rampa.

La terminación se realizará únicamente mediante fratás mecánico, para el cual deberá verificarse que éste se desliza sobre el hormigón ejerciendo una presión similar a la que le proporciona su propio peso, sin generar deformaciones en la superficie de la calzada. En ningún caso, el recorrido del fratás se aproximará a menos de trescientos milímetros (300 mm) del borde de calzada.

La superficie del pavimento no deberá ser retocada, salvo en zonas aisladas, comprobadas con reglas de longitud no inferior a tres (3) metros donde se observen desviaciones superiores a las indicadas en este pliego.

Se prohibirá el riego con agua o la extensión de mortero sobre la superficie del hormigón fresco para facilitar su acabado. Donde fuera necesario aportar material para corregir una zona baja, se empleará hormigón aún no extendido.

7.3.5.- Texturizado

Una vez finalizadas las tareas de terminación se dará a su superficie una textura homogénea, según determine el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y que permita cumplimentar los requisitos de macrotextura establecidos en el Punto 12.2.5.

Según el método a emplear se deberán cumplimentar los requisitos que se indican a continuación

7.3.5.1.- Arpillera húmeda

El texturizado con rastra de arpillera consiste en el arrastre de una tela de este material, sobre la superficie recién terminada del hormigón.

La arpillera deberá contar con, al menos, un pliegue y apoyará sobre la calzada terminada de 45 a 60 cm. Deberá mantenerse limpia y húmeda durante toda la jornada de trabajo, en tanto que se puede usar deshilachada levemente su extremo posterior, para mejorar la profundidad de textura.

7.3.5.2.- Césped sintético

Consiste en el arrastre de una carpeta invertida de césped sintético y se aplica con las mismas técnicas que la arpillera. El césped sintético a emplear deberá verificar las siguientes condiciones:

- ❖ Largo de pelo: entre 15 y 25 mm.
- ❖ Cantidad de pelos por metro cuadrado: Mayor de 50.000.
- ❖ Peso: Mayor de 2350 g/m²

Con el objeto de alcanzar la profundidad de macrotextura establecida en el Punto 12.2.5 o las Especificaciones Técnicas Particulares, se encuentra habilitado el lastre de la manta de césped sintético disponiendo sobre la misma listones o tablas de madera, generando una presión uniforme sobre el pavimento.

El césped apoyará sobre la calzada terminada una longitud de 45 a 60 cm y se mantendrá limpia, eliminando diariamente todo resto de mortero adherido.

7.3.5.3.- Peine transversal

Consiste en el arrastre en el sentido transversal de un implemento tipo peine metálico o plástico que genera una serie de surcos sobre la superficie del pavimento.

A fin de reducir al mínimo la generación de ruido, la textura alcanzada con esta técnica deberá verificar las siguientes condiciones:

- ❖ Espaciamiento:
 - Uniformemente espaciados cada 13 mm, o
 - Separaciones variables de 10 a 75 mm
- ❖ Profundidad del dibujo: De 1,5 a 3 mm
- ❖ Ancho de canales: 3 mm
- ❖ Orientación del patrón: Esviación 1:6.

Con anterioridad a la ejecución de esta técnica se deberá aplicar un texturizado con arpillera húmeda o césped sintético.

7.3.5.4.- Peine longitudinal:

Consiste en el arrastre en el sentido longitudinal de un implemento tipo peine metálico o plástico que genera una serie de surcos sobre la superficie del pavimento. La textura alcanzada con esta técnica deberá verificar el siguiente patrón:

- ❖ Espaciamiento de pines: Uniformemente espaciados cada 13 mm.
- ❖ Profundidad del dibujo: De 1,5 a 3 mm
- ❖ Ancho de canales: 3 mm

Con anterioridad a la ejecución de esta técnica se deberá aplicar un texturizado previo con arpillera húmeda o césped sintético.

7.3.5.5.- Cepillo:

El cepillado puede efectuarse deslizando en el sentido longitudinal o transversal a la dirección de circulación, un cepillo en forma manual o mecánica, creando pequeñas crestas sobre la superficie del pavimento.

El bloque que contiene las cerdas deberá ser de madera, aluminio, o plástico (polietileno de alta densidad), siendo recomendable principalmente estos últimos ya que no se pudren ni deforman en contacto con la humedad.

Las cerdas pueden estar constituidas por pelos de caballo, polipropileno o nylon.

7.3.6.- Protección y curado7.3.6.1.- Condiciones generales

Siempre que sea necesario, durante el primer período de endurecimiento se protegerá el hormigón fresco contra el lavado por lluvia, la desecación rápida -especialmente en condiciones de baja humedad relativa del aire, fuerte insolación o viento- y los enfriamientos bruscos o congelación.

El Contratista realizará la protección y curado del hormigón de modo de asegurar que tenga la resistencia especificada y se evite la fisuración y agrietamiento de las losas.

El tiempo de curado no será menor de diez (10) días. En caso de bajas temperaturas se aumentará el tiempo de curado en base a las temperaturas medias diarias. El período de curado se aumentará en un número de días igual al de aquéllos en que la temperatura media diaria del aire en el lugar de ejecución de la calzada haya descendido debajo de los cinco grados Celsius (5 °C), entendiendo como temperatura media diaria al promedio entre la máxima y mínima del día. A estos efectos el Director de Obra llevará un registro de las temperaturas máximas y mínimas diarias.

7.3.6.2.- Métodos de curado

El método de curado empleado por el Contratista deberá resultar efectivo bajo cualquier condición climática. Al sólo juicio del Director de Obra, éste podrá ordenar el cambio de método de curado ante fisuración incipiente o cualquier otro defecto atribuible a esta causa.

El curado del pavimento se realizará mediante la aplicación de compuestos líquidos formadores de membrana cumpliendo los lineamientos establecidos en la presente especificación. Alternativamente, para la pavimentación de áreas pequeñas o tareas de reconstrucción de losas, se admitirá el empleo de film de polietileno o arpillera de yute o mantas geotextil como método de curado del pavimento, según los requisitos establecidos en los apartados correspondientes, debiéndose incorporar además métodos de protección adicionales que prevengan la formación de fisuras a edad temprana hasta la aplicación de las membranas de protección.

Compuestos líquidos formadores de membrana

El compuesto de curado deberá cumplir los requisitos incluidos en el Punto 5.6 de la presente especificación.

Si se emplea como único método de protección y curado, se utilizará un compuesto formador de membrana de resina en base a solvente que cumpla con la Norma IRAM 1675 (compuestos tipo B).

No se admitirá el empleo de productos de formación de membrana de base acuosa a menos que su aplicación sea complementada con otro método de protección (por ejemplo, aspersión de una fina niebla de agua sobre la superficie del pavimento, incorporación de pantallas de protección, aplicación de un retardador de evaporación, etc) y se garantice una adecuada protección frente a la fisuración plástica y un curado adecuado del hormigón.

El producto de curado será aplicado en toda la superficie del pavimento asegurando una pulverización del producto en un rocío fino, de forma continua y uniforme en las proporciones indicadas por el fabricante y aprobadas por el Director de Obra. Esta dotación no será inferior a doscientos gramos por metro cuadrado (200 g/m²) o al doble de la dosis mínima recomendada por el fabricante, lo que resulte mayor. Al aplicar el producto sobre el hormigón, según la dosificación especificada, deberá apreciarse visualmente la uniformidad de su distribución sobre la superficie y bordes.

El producto de curado se deberá volver a aplicar sobre los bordes de las juntas recién aserradas y sobre las zonas mal cubiertas o donde, por cualquier circunstancia, la película formada se haya deteriorado durante el período de curado.

Además de los controles iniciales establecidos en el Punto 5.6, se deberán realizar controles de su desempeño en obra (por ejemplo, tiempo de secado al tacto, elasticidad de la membrana), de manera de detectar cambios en las características del producto.

El equipamiento a emplear para la distribución del compuesto deberá verificar lo establecido en el Punto 7.2.7.

Deberán controlarse los consumos diarios de producto y durante el tramo de prueba, y luego periódicamente, se efectuarán controles de la dosis efectiva aplicada sobre el pavimento. Deberá verificarse que la dosis efectiva de producto no sea inferior a la recomendada por el fabricante ni superior al doble de la dotación mínima requerida. La determinación de la dosis efectiva puede realizarse aplicando el producto sobre la superficie de una chapa de 1 m², con la misma dosis y equipamiento utilizado en el hormigón. La dosis efectiva se obtiene de la diferencia de peso entre la chapa y la chapa con el producto aplicado. En el caso que la distribución se realice con un equipo automatizado, la chapa debe colocarse sobre el pavimento de manera tal que no dañe la textura superficial e interponiendo una arpillera u otro material similar que impida la adherencia entre con el hormigón.

Lámina de polietileno, arpillera de yute húmeda o geotextil

En aquellos casos en los que se emplea este sistema como método de protección y curado del hormigón, deberá complementarse con la aplicación de medidas de protección temprana para evitar el secado prematuro del hormigón. Culminadas las operaciones de acabado superficial, se debe mantener húmeda la superficie del pavimento mediante una fina niebla de agua.

Cuando el hormigón haya alcanzado suficiente resistencia, se procede a humedecer hasta que escurra el agua sobre la superficie y se dispone la membrana de protección cubriendo toda la superficie del pavimento. El contratista deberá prever su eventual retiro y reaplicación de la protección para la realización de las tareas de aserrado de juntas en el caso que sea necesario.

En el caso del film de polietileno, este debe lastrarse convenientemente y conservarse para que durante el período de curado no se separe de la superficie del pavimento. La lámina de polietileno contará con un espesor mínimo de cincuenta micrómetros (50 µm) y su provisión se hará en cantidad suficiente para realizar el curado continuo durante siete (7) días como mínimo.

7.3.6.3.- Protección de la calzada después de la construcción

Luego de su construcción, el hormigón endurecido, será protegido contra los efectos perjudiciales de la acción del tránsito y de otras circunstancias que puedan afectarlo desfavorablemente.

Toda losa o porción de calzada que, por cualquier causa, hubiese resultado perjudicada, será reparada, o removida y reemplazada por el Contratista, sin compensación alguna.

7.3.7.- Juntas de contracción

Para controlar la fisuración de las losas, se ejecutarán juntas de los tipos y dimensiones indicados en los planos y en las Especificaciones Técnicas Particulares.

Junto con la metodología constructiva el Contratista informará con la debida anticipación la secuencia de aserrado de juntas y el tiempo máximo para efectuarlas. El Contratista será totalmente responsable de las consecuencias que las demoras en el aserrado produzcan a la calzada. En el caso que los planos del proyecto no lo contemplen, también deberá presentar un plano de distribución de juntas por cada intersección.

Las juntas a plano de debilitamiento, tanto transversales como longitudinales, deberán ser ejecutadas cortando una ranura en el pavimento mediante máquinas aserradoras. Las ranuras deberán ejecutarse con una profundidad mínima de un tercio ($1/3$) del espesor de la losa, y su ancho será el mínimo posible que pueda obtenerse con el tipo de sierra usada, pero en ningún caso excederá de seis milímetros (6 mm). Deberán responder a lo indicado en el Plano N°8A.1 para los tipos de Juntas transversales de contracción con pasadores (Tipo A-1) y sin pasadores (Tipo A-2), o a lo indicado para juntas longitudinales de contracción o articulación con barras de unión (Tipo C-1) y sin barras de unión (C-2). La distancia máxima entre juntas no deberá ser mayor de 4,5 metros, salvo disposición en contrario de las Especificaciones Técnicas Particulares.

El momento óptimo para realizar el aserrado es tan pronto el hormigón adquiera suficiente resistencia para obtener un corte sano sin desprendimiento de áridos de los labios de la junta. El contratista contará con el equipamiento suficiente y el personal disponible para poder efectuar esta tarea en todas las juntas aserradas, sin que se produzcan demoras ni interrupciones.

7.3.8.- Juntas de construcción

7.3.8.1.- Juntas transversales de construcción

Estas juntas sólo se construirán cuando el trabajo se interrumpa por más de treinta minutos y al terminar cada jornada de trabajo. Se deberá hacer coincidir las juntas de construcción con juntas de contracción previstas en el proyecto. El Contratista deberá disponer de los moldes y elementos de fijación adecuados para la conformación de estas juntas, según Plano N° 8A.1 (Tipo B). Asimismo, cuando se pavimente en fajas se deberán hacer coincidir perfectamente con alguna de las juntas transversales de la faja adyacente.

7.3.8.2.- Juntas longitudinales de construcción de borde recto, ensambladas o de borde libre

Este tipo de junta se construirá como y donde lo indique el proyecto. Deberán responder a lo indicado en el Plano N°8A.1 para este tipo de juntas, según cuenten o no con barras de unión y/o ensambladura (Tipo D-1, D-2 o D-3).

7.3.9.- Juntas transversales de dilatación

Las juntas transversales de dilatación se construirán en los lugares que indiquen los planos del proyecto. Deberán responder a lo indicado en el Plano N°8A.1 para las juntas Tipo E. El material de relleno será cualquiera de los especificados en 5.8.1.

7.3.10.- Sellado de juntas

Todas las juntas de pavimento serán cajeadas mediante aserrado, con el objetivo de que el sellador cuente con el ancho suficiente como para mantener la máxima elongación y compresión prevista en servicio dentro de los límites establecidos por el fabricante. El ancho mínimo de la caja debe calcularse a partir de los máximos movimientos esperados en servicio desde el preciso momento en el que se realiza la instalación.

El máximo ancho de cajeo de junta será de diez milímetros (10 mm), en tanto que se encuentra prohibido la realización de biselados en las juntas de pavimento.

Si el cajeo de la junta se realiza por aserrado húmedo, una vez finalizada esta operación se procederá al hidrolavado de la junta con una presión de agua deberá entre de 0,5 y 0,7 MPa.

Si el cajeo de la junta se realiza en seco, se completará la operación mediante soplado con aire a 0,5 MPa de presión.

En el cajeo que se efectúe por aserrado húmedo, una vez que la caja se encuentre en condición de seca al aire, se procederá a texturizar ambas caras de la junta mediante arenado. Para ello se deberán efectuar, al menos, una pasada en cada pared del reservorio, sosteniendo la boquilla en ángulo y en forma perpendicular a la junta, arenando los veinticinco milímetros (25 mm) superiores de la caja. Luego de finalizado el texturizado, se procederá al soplado con aire a presión (0,5 MPa), a fin de eliminar restos de arena, suciedad y polvo de la junta y de la superficie del pavimento, provistos por la tarea anterior o el propio tránsito de obra.

Para la aplicación del material de sello, las caras de la junta deberán tener su superficie limpia, libre de polvo o partículas sueltas. No se recomienda utilizar solventes para la eliminación de aceites u otras sustancias ya que pueden introducir los contaminantes dentro de la estructura de poros del hormigón.

Una vez que la caja se encuentre en condición de seca al aire, se procederá a la instalación del sellador, siguiendo las recomendaciones del fabricante. En aquellas juntas que ya han sido tratadas previamente, pero que han quedado abiertas durante la noche o por períodos prolongados se deberá repetir la limpieza con chorro de aire antes de proceder con la instalación.

La aplicación tendrá lugar colocando un cordón de respaldo de material compresible constituido por espuma de poliuretano, espuma de polietileno u otro material compatible, que siga las recomendaciones del fabricante del sellador y cumpla la misma función. Su diámetro será como mínimo 25 % mayor que el ancho de la junta.

No se permitirá la colocación de material endurecido o vulcanizado.

En el caso de que los bordes de la junta se encuentren dañados por astillamientos u otra causa, se repararán mediante el empleo de mortero a base de resina epoxi y arena fina.

Previo al inicio de los trabajos de sellado, el contratista procederá a la instalación del material de sello en un tramo de prueba en una sección no menor de cincuenta metros (50 m) a determinar por el Director de Obra, con el procedimiento, equipamiento y personal propuesto. Una vez efectuada las operaciones de sellado y transcurrido el tiempo de curado mínimo establecido por el fabricante se evaluarán las operaciones de instalación mediante el ensayo indicado en la Norma IRAM 45619 en el Punto 8.2 Ensayo en obra “pull test”. Este ensayo se realizará en al menos 10 sitios ubicados aleatoriamente dentro del tramo o sección de prueba. En el caso que al menos 1 de los ensayos no haya resultado satisfactorio, el contratista deberá revisar los procedimientos de limpieza y preparación de la junta y repetir la evaluación en una nueva sección de prueba.

7.3.11.- Construcción de cordones

En el caso que en el proyecto se indique la construcción de cordones estos se ejecutarán conforme a lo indicado en las Especificaciones Técnicas Particulares.

7.3.12.- Construcción de banquetas

Las banquetas se terminarán totalmente, antes de que la calzada se libere al tránsito, ejecutándose el trabajo de modo de no dañar el borde de las losas.

7.3.13.- Transiciones

7.3.13.1.- Entre pavimentos de hormigón

En el caso que en el proyecto se indique la ejecución de una sección de transición con otro pavimento de hormigón esta se ejecutará conforme a lo indicado en el Plano N°8A.4 para transiciones de este tipo.

7.3.13.2.- Con pavimento flexible

En el caso que en el proyecto se indique la ejecución de una sección de transición con un pavimento flexible esta se ejecutará conforme a lo indicado en el Plano N°8A.4 para transiciones de este tipo y según corresponda al nivel de tránsito pesado previsto.

7.3.13.3.- Con losas de aproximación

En el caso que en el proyecto se indique la ejecución de una sección de transición con losas de aproximación esta se ejecutará conforme a lo indicado en el Plano N°8A.4 para transiciones con losas de aproximación de puentes.

7.3.13.4.- Con estructuras fijas

En el caso que en el proyecto se indique la ejecución de una sección de transición con estructuras fijas esta se ejecutará mediante la materialización de una junta de aislación en todo el perímetro de la estructura según lo indicado en el Plano N°8A.1 para juntas de aislación con sobre-espesor de hormigón (Tipo F-1) si se prevé la circulación del tránsito a través de esta sección o sin sobre-espesor de hormigón (Tipo F-2) si no se prevé la circulación del tránsito.

8.- TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de los pavimentos de hormigón, 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 dosificación, mezclado, carga, transporte, descarga, distribución, colocación y alineación de pasadores y/o barras de unión, vibración, terminación, texturizado, aserrado de juntas, curado y protección 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. Debe permitir efectuar la totalidad de los ensayos involucrados y los ajustes derivados del análisis de dichos resultados.

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

El Tramo de Prueba puede ser ejecutado sobre la calzada de hormigón principal, o bien sobre calzadas complementarias a la misma (colectoras, carriles auxiliares, etc.).

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 hormigón fresco y/o sobre testigos extraídos.

En el tramo de prueba se comprobará que:

- ❖ La Fórmula de Obra propuesta es adecuada para los medios disponibles en obra y reúne las características de calidad requeridas en estado fresco y endurecido.
- ❖ El hormigón conserva sus propiedades adecuadamente durante las operaciones de transporte desde la planta al sitio.
- ❖ Los medios de vibración serán capaces de compactar adecuadamente el hormigón en todo el espesor del pavimento.
- ❖ Se podrán cumplir las especificaciones de macrotextura y regularidad superficial.
- ❖ El proceso de protección y curado del hormigón fresco será adecuado.
- ❖ Las juntas se puedan ejecutar correctamente.
- ❖ Existe una adecuada alineación y posicionamiento de la totalidad de las armaduras insertas en el hormigón.
- ❖ Se alcanzan las resistencias mecánicas especificadas en esta especificación.

En el caso que no se cumplimente alguno de estos puntos de manera satisfactoria, se realizarán los ajustes que se consideren necesarios y se repetirá la ejecución de un nuevo Tramo de Prueba.

No se puede proceder a la dosificación, mezclado, transporte, colocación, vibración, terminación y texturizado del hormigón sin que el Director de Obra haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del Tramo de Prueba.

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

9.- LIMITACIONES POR CLIMA RIGUROSO

Previo a la ejecución del pavimento, el contratista deberá analizar la posible incidencia de cualquier combinación de factores climáticos adversos (temperaturas extremas, lluvia, altas tasas de evaporación, altos gradientes térmicos) que pudieran ocurrir durante la construcción o en las 24 h subsiguientes, y puedan perjudicar la calidad del hormigón fresco o endurecido. El contratista deberá prever la aplicación de las medidas de protección necesarias para resguardar el hormigón de calzada de cualquier factor climático que pudiera afectar la calidad final del pavimento, o suspender las tareas de colocación hasta que las condiciones climáticas mejoren.

Para el análisis de comportamiento a edad temprana y la evaluación de potenciales riesgos, podrán emplearse herramientas de simulación, como por ejemplo Hiperpav u otros modelos de riesgo.

No deberá transcurrir más de una hora (1 h) entre la fabricación del hormigón y su terminación. El Director de Obra podrá aumentar este plazo hasta un máximo de dos horas (2 h), si se adoptan precauciones para retrasar el fraguado del hormigón o si las condiciones de humedad y temperatura son favorables.

En ningún caso se colocarán en obra pastones que evidencien una pérdida significativa de la trabajabilidad requerida.

Salvo que se instale una iluminación suficiente, a criterio del Director de Obra, el hormigonado del pavimento se detendrá con la antelación suficiente para que el acabado se pueda concluir con luz natural.

9.1.- Limitaciones en tiempo frío

Las operaciones de mezclado y colocación del hormigón serán interrumpidas cuando la temperatura ambiente, a la sombra lejos de toda fuente de calor, sea 5 °C o menor y esté en descenso. Dichas operaciones no serán reiniciadas hasta que la temperatura ambiente a la sombra sea 5 °C y esté en ascenso.

Se suspenderá la puesta en obra siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados Celsius (0 °C). En los casos que, por absoluta necesidad, se realice la puesta en obra en tiempo con previsión de heladas, será obligatoria la aplicación de un geotextil o manta térmica sobre el pavimento una vez que se produzca la formación (condición de seco al tacto) de la membrana de curado. El contratista deberá analizar además la necesidad de aplicar medidas de protección adicionales para garantizar que durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

9.2.- Limitaciones en tiempo caluroso

Se considera como tiempo caluroso a cualquier combinación de factores climáticos que, asociados a la alta temperatura ambiente, condiciones ventosas y/o de baja humedad relativa, tienda a perjudicar la calidad del hormigón fresco o endurecido, o contribuya al desarrollo de propiedades anormales del mismo. En condiciones de tiempo cálido el contratista deberá considerar la aplicación de las siguientes medidas de protección:

- ❖ Mantener los agregados saturados mediante riego periódico.
- ❖ Humedecer la superficie de apoyo para reducir su temperatura y evitar que absorba agua de la mezcla.
- ❖ Reducir la temperatura del hormigón fresco mediante la incorporación de hielo en reemplazo parcial o total del agua de mezclado.
- ❖ Colocar pantallas contra los rayos del sol.
- ❖ Prestar especial atención en las tareas de curado. Aplicarlo inmediatamente luego de finalizada la terminación del hormigón. Eventualmente, en caso de atrasarse, se puede evaluar el empleo de neblinas o retardadores de evaporación.
- ❖ Monitorear la evolución de las temperaturas del ambiente y del pavimento durante las primeras 24 o 36 horas.
- ❖ Restringir los horarios de hormigonado para reducir la temperatura máxima a alcanzar por el pavimento y los gradientes térmicos que se generan en las primeras horas.
- ❖ Incorporar cubiertas a los camiones o tolvas para proteger el hormigón del asoleamiento.
- ❖ Trabajar con la menor cantidad de agua y asentamiento posibles, que permitan una colocación y terminación adecuadas.
- ❖ Se deben tomar las medidas necesarias que permitan controlar el primer enfriamiento de modo tal que el gradiente de temperatura no supere los 3 °C por hora, o un total de 28 °C durante las primeras 24 horas, para reducir los riesgos de fisuración térmica.

La temperatura del hormigón, en el momento de su colocación sobre la superficie de apoyo de la calzada, será siempre menor de 32 °C. Durante el hormigonado en tiempo caluroso, cuando la temperatura de colocación sea de 32 °C o más, sólo se permitirá la colocación del hormigón si se cuenta con una autorización expresa del Director de Obra para la colocación de hormigón con estas temperaturas, debiendo la contratista haber presentado las medidas y medios que implementará para protegerlo de

los gradientes térmicos y de las altas tasas de evaporación. No se admitirá la colocación de hormigones con temperaturas superiores a los 35 °C.

9.3.- Tasa de evaporación

El contratista deberá estimar las máximas tasas de evaporación previstas durante el periodo de hormigonado (a partir de los datos de temperatura del hormigón, temperatura ambiente, velocidad del viento y humedad relativa) y calificar el riesgo de fisuración plástica según la Tabla 30.

Tasa de evaporación	Riesgo de fisuración plástica
0-0,25 kg/m ²	Bajo-moderado
0,25 – 0,50 kg/m ²	Moderado-alto
> 0,5 kg/m ²	Muy alto

Tabla 30. Calificación del riesgo de fisuración plástica.

El contratista deberá informar los métodos de protección y curado previstos y considerará para tasas de evaporación mayores de 0,5 kg/m² la aplicación de medidas adicionales a la aplicación de la membrana de curado si fuera necesario.

Si aparecen fisuras plásticas o se observa un riesgo inminente de aparición (desecamiento de la superficie, demoras en el tiempo de fraguado, etc.) es obligatorio la aplicación de medidas adicionales que permitan reducir la tasa de evaporación y se prevenga la manifestación de fisuras plásticas con la confiabilidad necesaria.

9.4.- Otras limitaciones (lluvia, frente frío, saltos térmicos, entre otros)

Se interrumpirá la ejecución cuando sea inminente la caída de precipitaciones con una intensidad tal que pudiera provocar la deformación del borde de las losas o la pérdida de la textura superficial del hormigón fresco.

Ante la eventual caída de precipitaciones, advenimiento de un frente frío o gradientes térmicos significativos, el contratista deberá prever la aplicación de un geotextil, arpillera u otro tipo de manta que permita proteger al hormigón de las inclemencias climáticas. Este cobertor deberá proveerse en el ancho completo de calzada y será capaz de cubrir toda sección de pavimento que no haya alcanzado el fraguado inicial del hormigón. Para su aplicación sobre el hormigón fresco, deberá verificarse previamente que se haya formado (condición de seco al tacto) la membrana de curado.

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 dosificación, mezclado, transporte, colocación, vibración, terminación, texturizado, curado y protección del hormigón, del hormigón 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 del presente documento.
- ❖ Listado de equipos, instrumentos y elementos con los que cuenta el Laboratorio de Obra necesarios para realizar todos los ensayos previstos en las especificaciones y en las frecuencias establecidas 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.
- ❖ Veinte mil metros cúbicos (20.000 m³) de hormigón colocado.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Calidad: ensayos sobre materiales, ensayos de control de producción en el proceso de elaboración de la mezcla de hormigón y de la unidad terminada en 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 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 muestra de cualquier material involucrado en la obra (agregados, cementos, probetas de hormigón, testigos, etc.) a un laboratorio independiente 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 del parámetro considerado.

Para determinar el equipo de transporte (o de la amasada) sobre el cual efectuar el muestreo para el control de un lote de producción, se debe emplear el sistema de muestreo aleatorio descrito en la Norma ASTM D-3665. El mismo método se debe utilizar para determinar los puntos sobre la calzada donde efectuar el control de un lote de obra (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 el manual del 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 los hormigones se organiza por lotes de producción (mezcla fresca) 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 define como lote de producción a todo hormigón elaborado con la misma fórmula (dosificación) y equipamiento independientemente del sitio donde se realice su colocación. A los efectos del control de producción se considerará como lote de producción inicial, al menor que resulte de aplicar los dos (2) criterios siguientes:

- ❖ 1000 m³ de producción

❖ Producción de una jornada

En caso de que se produzca alguna detención superior a una hora (> 1h) en el proceso de elaboración del hormigón, sin importar el motivo (lluvia, desperfectos mecánicos, logística, etc.), se debe considerar un nuevo lote de producción.

La numeración de los lotes de producción debe ser acumulativa, comenzando con el número uno (1), que le corresponde al Tramo de Prueba.

10.2.2- Definición de lote de obra

Se considerará como lote de obra, que se aceptará o rechazará como una unidad individual, al menor que resulte de aplicar los criterios siguientes al pavimento de hormigón:

- ❖ Quinientos metros (500 m) de calzada.
- ❖ 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 fabricación de la mezcla, a cada lote de producción (en planta) 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

El Contratista tomará muestras de todos los materiales que intervendrán en la elaboración del hormigón, materiales de toma de juntas, material de curado, aceros, etc. y efectuará los ensayos correspondientes, los que deberán cumplir las exigencias establecidas. Los resultados de estos deberán archivar y estarán a disposición del Director de Obra cuando este lo requiera.

El Director de Obra en cualquier momento podrá verificar los valores informados por el Contratista e independientemente realizar los ensayos que estime conveniente para verificar la calidad de los materiales y del hormigón.

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.- Agregados10.3.1.1.- Agregados gruesos

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados gruesos es la que se indica en la Tabla 31.

Parámetro	Método	Frecuencia
Contenido de carbonato de calcio en forma de conchillas marinas	IRAM 1649	Mensual
Elongación	IRAM 1687-2	Semanal
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Semanal
Coeficiente de desgaste Los Ángeles (1)	IRAM 1532	Trimestral
Coeficiente de pulimento acelerado	ASTM 3319	Semestral
Polvo adherido	IRAM 1883	Semanal
Micro Deval (1)	ASTM D-6928	Trimestral
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Semestral
Limpieza (2)	---	Diaria
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Diaria
Módulo de finura y tamaño máximo	IRAM 1505	Diaria
Densidad relativa, densidad aparente	IRAM 1533	Semanal
Absorción de agua	IRAM 1533	Semanal
Degradación en presencia de dimetil – sulfoxide (3)	UY A 26	Trimestral
Resto de los ensayos contemplados en la norma IRAM 1531	Según norma	Trimestral

Tabla 31. Plan de ensayos sobre el agregado grueso.

- (1) En el caso de agregados “tipo basálticos”, la frecuencia de ensayo es de treinta (30) días.
- (2) La determinación de la limpieza se realiza visualmente.
- (3) Sólo aplica a agregados que provienen de yacimientos “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 32.

Parámetro	Método	Frecuencia
Equivalente de arena	IRAM 1682	Semanal
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Diaria
Módulo de finura y tamaño máximo	IRAM 1505	Diaria
Densidad relativa, densidad aparente	IRAM 1533	Semanal
Absorción de agua	IRAM 1533	Semanal
Resto de los ensayos contemplados en la norma IRAM 1512	Según norma	Trimestral

Tabla 32. Plan de ensayos sobre el agregado fino.

10.3.2.- Cementos

Durante la recepción de los cementos, deberá verificarse que éstos se adecuan al tipo de cemento y procedencia indicados expresamente en la fórmula de obra. Asimismo, para cada partida de cemento que ingrese a la obra deberá identificarse el silo donde se realiza el almacenamiento.

Con una frecuencia que designe el Director de Obra, se deberán tomar muestras duplicadas de 5 kg (en envases de doble bolsa de 200 micrómetros y cierre con precintos plásticos) desde el camión tolva, y serán debidamente conformadas e identificadas por el Director de Obra y el Contratista, procediéndose a la reserva de las mismas por un período de 30 días en perfecto estado de conservación. Los grupos quedarán en poder de la Contratista y del Director de Obra, y de ser necesario su análisis, las muestras serán ensayadas en un laboratorio de acreditada experiencia, quedando a cargo de la Contratista los costos que ello demandare.

10.3.3.- Aditivos Químicos

Cada lote que ingrese a la obra deberá acompañarse con la presentación del protocolo de calidad del fabricante en el que consten los resultados de ensayo de pH, el residuo por secado en estufa y la densidad del producto a $20 \pm 1^\circ\text{C}$. Se verificará que los datos suministrados se ajusten a los valores indicados en la hoja técnica del producto con las tolerancias indicadas en la Norma IRAM 1663.

Con una frecuencia que designe la Director de Obra, se deberán tomar muestras duplicadas de 500 cm³ de cada partida de aditivo (en envases plásticos herméticos y sin uso previo) debidamente conformadas

e identificadas por el Director de Obra y el Contratista, procediéndose a la reserva de las mismas por un período de 30 días. Los grupos de muestras quedarán en poder de la Contratista y el Director de Obra, y de ser necesario su análisis, las muestras serán ensayadas a través de un laboratorio de acreditada experiencia, quedando a cargo de la Contratista los costos que ello demandare.

10.3.4.- Adiciones Minerales

Durante la recepción de las adiciones minerales, deberá verificarse que su designación y procedencia se correspondan con los indicados expresamente en la fórmula de obra, debiéndose identificar adicionalmente el silo donde se realiza el almacenamiento.

Con una frecuencia que designe el Director de Obra se deberán tomar muestras duplicadas de 5 kg (en envases herméticos) debidamente conformadas e identificadas por el Director de Obra y el Contratista, procediéndose a la reserva de las mismas hasta finalizar el Período de Conservación. Los grupos quedarán en poder de la Contratista y el Director de Obra, y de ser necesario su análisis, las muestras serán ensayadas en un laboratorio de acreditada experiencia, quedando a cargo de la Contratista los costos que ello demandare.

10.3.5.- Fibras, pigmentos colorantes u otros materiales.

En el caso de que se utilicen fibras, pigmentos colorantes, u otros materiales que no se encuadraran dentro de los listados precedentemente, el contratista deberá proponer al Director de Obra, el Plan de Ensayos a realizar sobre los mismos.

10.3.6.- Compuestos líquidos para la formación de membranas

Durante la recepción de los compuestos para la formación de membranas de curado, deberá verificarse que éstos se adecuan a lo especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y que satisfacen los requisitos y demás condiciones exigidas en la presente Instrucción.

El contratista deberá presentar previo al inicio de los trabajos, la hoja técnica del producto, la hoja de seguridad y un informe con los resultados de ensayos que demuestren la aptitud de esta según los requisitos establecidos en la norma IRAM 1675.

Con una frecuencia que designe el Director de Obra, se deberán tomar muestras duplicadas de cada partida de membrana de 500 cm³ (en envases herméticos) debidamente conformadas e identificadas por el Director de Obra y el Contratista, procediéndose a la reserva de estas por un período de 30 días. Los grupos quedarán en poder de la Contratista y del Director de Obra, y de ser necesario su análisis, las muestras serán ensayadas a través de un laboratorio de acreditada experiencia, quedando a cargo de la Contratista los costos que ello demandare.

10.3.7.- Pasadores, barras de unión, mallas de distribución

Durante la recepción de las armaduras, deberá verificarse que éstos se adecuan a lo especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y que satisfacen los requisitos y demás condiciones exigidas en la presente Instrucción.

El Plan de Ensayos a realizar sobre las armaduras, así como también la frecuencia de los mismos, debe ser propuesto por el Contratista, y aprobado por el Director de Obra.

10.3.8.- Materiales para juntas (selladores, cordones de respaldo, rellenos, capuchones, entre otros)

El Plan de Ensayos a realizar sobre los materiales que se empleen para la conformación y sellado de juntas, así como también la frecuencia de los mismos, debe ser propuestos por el Contratista, y aprobado por el Director de Obra.

10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración y colocación del Hormigón

La frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la producción del hormigón se indica en la Tabla 33.

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

Parámetro	Método	Frecuencia
Aspecto	---	Cada equipo de transporte
Asentamiento inicial (1)	UNIT ISO 1920-2	Los primeros tres equipos de transporte al iniciar la jornada.
Asentamiento de colocación (2)	UNIT ISO 1920-2	Los primeros tres equipos de transporte, luego se repite: ❖ Cada 100 m ³ o fracción ❖ Cuando se moldean probetas ❖ Los tres equipos de transporte siguientes a un caso No Conforme.
Aire incorporado (2) (3)	UNIT ISO 1920-2	
Temperatura del hormigón fresco (2)	UNIT ISO 1920-2	
Capacidad y velocidad de exudación	IRAM 1604	Mensual
Tiempo de fraguado	IRAM 1662	Trimestral

Granulometría de la combinación de agregados	IRAM 1505	Mensual
PUV	UNIT ISO 1920-2	Diario
Resistencia a la compresión a los 3 días (4)	UNIT ISO 1920-4	Cada lote de producción
Resistencia a la compresión a los 7 días	UNIT ISO 1920-4	Cada lote de producción
Resistencia a la compresión a los 28 días	UNIT ISO 1920-4	Cada lote de producción
Resistencia a la flexión a 28 días	UNIT ISO 1920-4	Semanal
Resistencia residual a flexión a 28 días (R150,3)	ASTM C 1609	Semanal (Solo aplica a hormigones reforzados con fibras)
Temperatura ambiente, humedad relativa ambiente, e intensidad del viento en el frente de pavimentación.	---	Cada dos (2) horas

Tabla 33. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración y colocación de hormigón.

- (1) La determinación del asentamiento inicial se debe hacer sobre las tres primeras amasadas del lote, inmediatamente luego de finalizado el proceso de mezclado.
- (2) Medido previa colocación en obra.
- (3) Aplica a hormigones con aire intencionalmente incorporado, sino control diario.
- (4) Sólo aplica a proyectos donde se utilice Tecnología de Alto Rendimiento (TAR).

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 34.

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	UNIT ISO 1920-6	Cada lote de obra
Resistencia a la compresión a los 28 días	UNIT ISO 1920-6	Cada lote de obra

Macrotextura superficial inicial	IRAM 1850	Cada lote de obra
Determinación del ancho	---	Cada 100 m
Determinación del perfil transversal	---	Cada 100 m
Regularidad superficial (IRI)	---	Por tramo ⁽¹⁾

Tabla 34. Plan de ensayos sobre la unidad terminada.

⁽¹⁾ La longitud del tramo es la indicada en el Punto 11.2.4 o bien la aprobada por el Director de Obra.

10.6.- Archivo de la información

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

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

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

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

11.1.1.- Evaluación visual (lote de producción)

La evaluación visual se debe hacer sobre cada unidad de transporte, previa colocación del hormigón en obra. El hormigón debe presentar un aspecto homogéneo, sin segregación, exudación, o presencia de elementos extraños tales como troncos u otros objetos que no formen parte de la mezcla.

11.1.2.- Asentamiento de colocación (lote de producción)

El asentamiento de colocación deberá cumplimentar los siguientes requisitos:

- ❖ Más o menos un centímetro (1 cm) respecto del valor correspondiente a la Fórmula de Obra aprobada y vigente si el asentamiento declarado es inferior o igual a cinco centímetros (5 cm).
- ❖ Más o menos dos centímetros (2 cm) respecto del valor correspondiente a la Fórmula de Obra aprobada y vigente si el asentamiento declarado es mayor o igual a cinco centímetros (5 cm).

11.1.3.- Aire incorporado (lote de producción)

Aplica para hormigones con aire intencionalmente incorporado.

El porcentaje de aire incorporado debe encuadrarse dentro de una tolerancia de más o menos uno y medio por ciento (1,5 %) respecto del valor correspondiente a la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

11.1.4.- Temperatura del hormigón (lote de producción)

La temperatura debe ser medida en el seno del hormigón, a no menos de 7,5 centímetros (7,5 cm) de la superficie del mismo. La temperatura del hormigón fresco, previa su colocación en obra, debe estar comprendida dentro del rango de temperaturas de colocación informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente y de acuerdo a lo establecido en el Punto 9 de la presente especificación.

11.1.5.- Resistencia a la compresión a 3, 7 y 28 días (lote de producción)

La determinación de la resistencia de rotura a compresión se debe hacer sobre cada lote de producción. El moldeo de probetas se debe realizar previa colocación del hormigón en obra, sobre al menos dos (2) unidades de transporte. De cada muestra se moldearán al menos 2 probetas por ensayo y por edad.

Se deben realizar ensayos de resistencia de rotura a compresión utilizando probetas cilíndricas normales de quince centímetros (15 cm) de diámetro y treinta centímetros (30 cm) de altura, las que deben ser moldeadas y curadas de acuerdo con lo establecido en las normas UNIT ISO 1920-3.

Si la totalidad de las partículas del agregado grueso que se utiliza para elaborar el hormigón pasan por el tamiz IRAM de 26,5 mm, se puede determinar su resistencia de rotura a compresión por ensayo de al menos 3 probetas cilíndricas normales de diez centímetros (10 cm) de diámetro y veinte centímetros (20 cm) de altura, las que deben ser moldeadas y curadas de acuerdo con lo establecido en las normas UNIT ISO 1920-3.

Las probetas deben ser ensayadas a compresión hasta la rotura, de acuerdo con lo establecido en la norma UNIT ISO 1920-4. Salvo indicación contraria del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o del Director de Obra, la edad de ensayo debe ser a veintiocho (28) días y a siete (7) días. En el caso de utilizar tecnología TAR (tecnología de alto rendimiento), también se debe ensayar a los tres (3) días.

Se debe adoptar como resultado de resistencia a la compresión al valor medio de las resistencias a la compresión individuales de las probetas moldeadas con la misma muestra de hormigón y ensayadas a la misma edad. Se debe cumplir que la diferencia entre las resistencias extremas del grupo que constituye cada ensayo, sea menor del 15 % de la resistencia media de las probetas que constituyen el grupo. Si dicho valor resultara mayor, se debe rechazar el ensayo correspondiente y se deben investigar los procedimientos de moldeo, curado y ensayo de las probetas, con el objeto de analizar si los mismos se están realizando en un todo de acuerdo con las normas. En el caso de que el grupo esté constituido por tres (3) probetas, si la diferencia entre las resistencias extremas es mayor del 15 %, pero las resistencias de dos (2) de ellas difieren en menos del 10 % con respecto a su resistencia promedio, se puede descartar

el tercer resultado y aceptar el ensayo, tomando como resistencia del mismo el promedio de las dos aceptadas.

La resistencia media de rotura a compresión a los veintiocho días (28) días de cada lote de producción será el promedio de los resultados de resistencia a compresión a los veintiocho días (28) días determinados para cada muestra extraída del lote de producción. La misma debe ser mayor que el noventa por ciento (90 %) de la resistencia potencial a la compresión a los veintiocho días (28) días informada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

La resistencia media de rotura a compresión a los siete días (7) días de cada lote de producción será el promedio de los resultados de resistencia a compresión a los siete días (7) días determinados para cada muestra extraída del lote de producción. La misma debe ser mayor que el noventa por ciento (90 %) de la resistencia potencial a la compresión a los siete días (7) días informada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

En el caso de que se emplee tecnología de alto rendimiento (TAR), la resistencia media de rotura a compresión a los tres días (3) días de cada lote de producción será el promedio de los resultados de resistencia a compresión a los tres días (3) días determinados para cada muestra extraída del lote de producción. La misma debe ser mayor que el noventa por ciento (90 %) de la resistencia potencial a la compresión a los tres días (3) días informada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

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

11.2.1.- Resistencia a la compresión a los 28 días (lote de obra)

La determinación de la resistencia a la compresión a los veintiocho (28) días se debe hacer sobre no menos de cinco (5) testigos extraídos del pavimento, del lote de obra en estudio.

Los testigos se deben extraer después que el hormigón tenga una edad de veintiún (21) días contados a partir del momento de su colocación y con una anticipación no menor a 48 horas a la edad de ensayo, según la norma UNIT ISO 1920-6. Cuando la temperatura media diaria sea inferior a cinco grados Celsius (5 °C), se debe aumentar el número de días para el calado de testigos, así como para su ensayo a compresión, en un número igual a la cantidad de días en que la temperatura media no superó los cinco grados Celsius (5°C).

Luego de extraído e identificados los testigos, se deben mantener sumergidos en agua saturada de hidróxido de calcio, a una temperatura de veintitrés más menos dos grados Celsius (23 ± 2 °C).

El ensayo para determinar la resistencia de rotura a compresión se debe realizar a la edad de veintiocho (28) días efectivos, que comprenden los veintiocho (28) días iniciales más el número de días en que se prolongó el curado por exposición a temperatura ambiente menor a cinco grados Celsius (5°C).

Los testigos deben tener un diámetro de como mínimo tres (3) veces el tamaño máximo del agregado grueso utilizado y un máximo de quince centímetros (15,0 cm) aproximadamente. Las perforaciones se deben realizar de manera perpendicular a la superficie de la calzada de hormigón, evitando las zonas de juntas, pasadores y barras de unión. No se permite realizar nuevas extracciones de testigos, excepto en los casos en que los mismos presenten defectos, o signos de alteración.

Dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h) de realizada las extracciones, el Contratista debe rellenar las perforaciones con hormigón de las características especificadas para la construcción de la calzada de hormigón. El mismo se debe compactar, enrasar y curar adecuadamente, en la forma especificada.

La preparación de bases de los testigos, y el ensayo de resistencia de rotura a compresión, se deben realizar de acuerdo con lo indicado en las Norma UNIT ISO 1920-6.

Cuando se emplee mortero de cemento Portland para preparar las bases de los testigos, previamente al ensayo a compresión, y luego de la preparación de las bases, se lo debe sumergir en agua saturada de hidróxido de calcio, a veintitrés más menos dos grados Celsius (23 ± 2 °C), durante no menos cuarenta horas (40 h), y se lo debe ensayar a compresión inmediatamente después de haberlo extraído del agua, previo secado de las bases. En ningún caso el espesor de cada base de mortero de cemento será mayor de 5 mm.

Cuando se emplee mortero de azufre, para preparar las bases de los testigos, los mismos deben ser tratados en la forma que a continuación se indica. Cuatro (4) horas antes de realizar el ensayo a compresión se lo debe extraer del agua y se deben secar sus extremos mediante una tela adecuada. Luego el testigo se debe exponer horizontalmente al aire del laboratorio, hasta que el color del hormigón indique que los extremos del mismo están superficialmente secos. Inmediatamente después se debe proceder a la preparación de las bases de ensayo y después que éstas han sido preparadas, los testigos deben permanecer en período de espera de, por lo menos, dos (2) horas, a los efectos de posibilitar el suficiente endurecimiento del mortero de azufre antes de realizar el ensayo a compresión. En ningún caso, el espesor de cada base de mortero de cemento o de azufre será mayor de cinco milímetros (5,0 mm). Después de preparadas las bases con mortero de azufre, las mismas no se deben poner en contacto con agua ni con una fuente de humedad.

Cualquiera sea el mortero empleado, después de preparadas las bases se debe evitar el secado del testigo. Por tal motivo, la superficie lateral se debe envolver con una arpillera húmeda, o con película de polietileno, hasta el momento de ensayo.

En aquellas situaciones, donde por causas de fuerza mayor no sea posible ensayar a la edad de veintiocho (28) días en el laboratorio de obra, el contratista debe derivar el ensayo de los testigos a un laboratorio de acreditada experiencia para su ensayo a la edad indicada, en cumplimiento de lo descrito en el Punto 10.1 del presente pliego. Si esto no resulta posible, y se conviene el ensayo a una edad posterior, la resistencia obtenida debe ser reducida para obtener la resistencia equivalente a la edad de veintiocho (28) días.

Los testigos se deben ensayar a la compresión de acuerdo con lo establecido por la norma UNIT ISO 1920-6, determinándose la resistencia específica de rotura a la compresión.

Si el cociente entre la altura y el diámetro medio del testigo es menor que 2,0, y los testigos han sido preparados mediante el encabezado con mortero de azufre o cemento, o mediante el pulido de sus caras, la resistencia efectiva de rotura a la compresión del testigo ensayado debe corregirse multiplicándola por los factores que se indican en la Tabla 35, expresando el resultado con aproximación a una décima de megapascal (0,1 MPa). Para valores de las relaciones entre la altura y el diámetro medio que no figuren comprendidos entre los de la Tabla 35. Factores de corrección por esbeltez, los factores de corrección se deben obtener por interpolación lineal.

Solo se admite el ensayo de testigos con cabezales con pads de neoprene si la relación de esbeltez del testigo es igual a 2,0.

h/d	Factor de corrección
2,00	1,00
1,75	0,98
1,50	0,96
1,25	0,93
1,00	0,87

Tabla 35. Factores de corrección por esbeltez.

La resistencia efectiva a la compresión a los veintiocho (28) días de cada uno de los testigos debe ser igual o superior a la resistencia mínima efectiva a la compresión especificada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

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 la resistencia a compresión. La determinación del espesor se debe realizar con calibre. Cualquier otro método de medición propuesto por el Contratista queda sujeto a la aprobación de la Directorde 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 diez por ciento (10 %)

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

La determinación del ancho de la capa de hormigón se debe verificar en perfiles transversales cada cien metros (100 m). El ancho de cada capa 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. Índice de Regularidad Internacional (IRI)

Los considerandos establecidos en el presente punto corresponden a la medición de la rugosidad superficial al momento de alcanzar la calzada 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 Tabla 36.

Porcentaje de hectómetros [%]	Requisitos	
	P1	P2
50	IRI \leq 1,9 m/km	IRI $<$ 2,4 m/km
80	IRI \leq 2,2 m/km	IRI $<$ 2,7 m/km

100	IRI < 2,5 m/km	IRI < 3,0 m/km
-----	----------------	----------------

Tabla 36. Requisitos de IRI.

Los requisitos establecidos en la Tabla 36 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 36 en el caso de corresponder o en su defecto los obrantes en las Especificaciones Técnicas Particulares.

11.2.4.2.- Medición final. Índice de Regularidad Internacional (IRI)

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 (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 Tabla 36.

Los requisitos establecidos en la Tabla 36 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- Juntas transversales de construcción

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

- ❖ Primera posición: Se apoya un extremo de la regla en dirección paralela al eje del camino, en coincidencia con la junta. Se mide la máxima distancia entre la superficie de la calzada en estudio y el borde inferior de la regla.
- ❖ Segunda posición: Se apoya un extremo de la regla en dirección paralela al eje del camino y en coincidencia con la junta transversal, pero en sentido opuesto a la primera medición. Se mide la

máxima distancia entre la superficie en estudio y el borde inferior de la regla.

- ❖ Tercera posición: Se apoya la regla en dirección paralela al eje del camino, en posición simétrica sobre la junta transversal. Se mide la máxima distancia entre la superficie de en estudio y el borde inferior de la regla.

Estas operaciones se deben realizar en tres sectores: una en cada huella y otra en la interhuella. 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 cuatro milímetros (4 mm).

11.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra)

La superficie debe presentar un aspecto homogéneo y uniforme, libre de segregaciones de agregados y de descascaramientos; 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 37.

Característica	Norma	Rango de resultado
Macrotextura (Círculo de arena)	IRAM 1850	Promedio del lote > 0,35 mm
		Desvío estándar < 0,15 mm

Tabla 37. Requisitos de macrotextura inicial por círculo de arena.

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

11.2.6.- Aspectos superficiales (lote de obra)

La evaluación visual del lote de obra, o de un área parcial del mismo, debe mostrar homogeneidad y no se debe observar ningún tipo de defecto de compactación o terminación, descascaramientos, fisuras o ningún otro defecto.

12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada y del proceso de producción del hormigón se aplican sobre los lotes definidos en el Punto 10.2.

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 (demolición, tratamiento de los productos generados de la demolición, reposición de la losa, etc.) están a cargo del Contratista.

12.1.- Proceso de producción

12.1.1.- Asentamiento de colocación (lote de producción)

El asentamiento de colocación del hormigón fresco, previa colocación en obra, debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.2. Si el asentamiento no verifica lo mencionado anteriormente, corresponde el rechazo de la unidad de transporte, por lo cual no se debe colocar en obra.

12.1.2.- Aire Incorporado (lote de producción)

Aplica para hormigones con aire intencionalmente incorporado. El contenido de aire en el hormigón fresco, previa colocación en obra, debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.3. Si el contenido de aire en el hormigón fresco del equipo de transporte no verifica lo mencionado anteriormente corresponde el rechazo de la unidad de transporte, por lo cual no se debe colocar en obra.

12.1.3.- Temperatura del hormigón (lote de producción)

La temperatura del hormigón fresco del equipo de transporte, previa colocación en obra, debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.4. Si la temperatura del hormigón fresco del equipo de transporte no verifica lo mencionado anteriormente, corresponde el rechazo de la unidad de transporte, por lo cual no se debe colocar en obra.

12.1.4.- Resistencia a la compresión a 28 días (lote de producción)

La resistencia media de rotura a compresión a la edad de 28 días del lote de producción debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.5 para la edad correspondiente. En el caso que no verifique esta condición el lote de obra ejecutado con este lote de producción quedará identificado como “observado”.

En forma permanente se monitoreará que se mantiene la relación flexión- compresión correspondiente a la fórmula de obra aprobada y vigente, sin que se comprometa el cumplimiento de las resistencias a compresión y flexión especificadas en el proyecto. En el caso que se detecten desvíos que puedan comprometer la cumplimentación de estos requisitos, el Director de Obra podrá solicitar la paralización

de las tareas de ejecución, hasta tanto se determinen las causas y se adopten las medidas necesarias para la corrección de los mismos.

12.2.- Unidad terminada

12.2.1.- Resistencia a la compresión a los 28 días (lote de obra)

La resistencia a compresión a la edad de 28 días del lote de obra debe cumplimentar lo establecido en el en el Punto 11.2.1.

Si solo uno (1) de los testigos calados en el lote en estudio, no cumple el requisito de resistencia efectiva especificada, pero se verifica que su resistencia es superior al noventa por ciento (90 %) de la resistencia efectiva especificada en la Fórmula de obra aprobada y vigente, se procederá a realizar la extracción de cinco (5) testigos adicionales sobre el lote en estudio. Si en esta nueva tanda, la resistencia efectiva a la compresión de cada uno de los testigos es igual o superior a la resistencia mínima efectiva a la compresión especificada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente, se acepta el lote de obra.

Si dos (2) o más testigos no cumplen lo establecido en el Punto 11.2.1, pero se verifica que la resistencia efectiva a la compresión a los veintiocho (28) días de cada uno de los testigos del lote en estudio es superior al noventa por ciento (90 %) de la resistencia efectiva especificada, se acepta el lote de obra con un descuento por penalidad del quince por ciento (15 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

En el caso que los resultados de los testigos del lote en estudio no permitan su encuadre dentro de los requisitos de aceptación, o aceptación con descuento, se rechaza el lote de obra. El Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, a la demolición del lote en consideración y a la reposición de la calzada de hormigón.

12.2.2.- Espesor (lote de obra)

El espesor medio de los testigos del lote de obra debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.2.

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 diez por ciento (10 %) y menor al veinte por ciento (20 %), se acepta el lote de obra con un descuento por penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio. En tanto que 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 %), se acepta el lote de obra con un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es inferior al espesor de proyecto se rechaza el lote. En este caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, a la demolición del lote en consideración y a la reposición de la calzada de hormigón.

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 de la presente especificación técnica deben ser corregidos por cuenta del Contratista.

12.2.4.- Regularidad superficial (tramo)

12.2.4.1- Medición Intermedia. Índice de Regularidad Internacional (IRI)

Los considerandos establecidos en el presente punto corresponden a la medición de la rugosidad superficial al momento de verificar la calzada 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 del presente documento.

Si los valores de la regularidad superficial del tramo medido 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 calzada de hormigón 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 calzada 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 calzada de hormigón en evaluación.

12.2.4.2- Medición final. Índice de Regularidad Internacional (IRI)

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 11.2.4.1 del presente documento.

Si los valores de la regularidad superficial del tramo en estudio exceden los límites establecidos, pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 38, se acepta el tramo con un descuento por penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie de la calzada de rodamiento del tramo en estudio.

Porcentaje de hectómetros [%]	Requisitos	
	P1	P2
50	IRI < 2,4 m/km	IRI < 2,9 m/km
80	IRI < 2,8 m/km	IRI < 3,3 m/km
100	IRI < 3,0 m/km	IRI < 3,5 m/km

Tabla 38. Requisitos ampliados de IRI.

Si los valores de la regularidad superficial del tramo en estudio no verifican los límites establecidos en la Tabla 38, el tramo se considerará rechazado. En este caso el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, a la demolición del tramo en consideración y a la reposición de la calzada de hormigón, a menos que el contratista opte por realizar la corrección del perfil longitudinal mediante la técnica de diamond grinding.

El Contratista debe corregir, por su cuenta, las ondulaciones puntuales o depresiones que retengan agua en la superficie de la calzada.

Si los valores de la regularidad superficial del tramo en estudio cumplimentan lo establecido en el Punto 11.2.4 y simultáneamente verifican los requisitos de la Tabla 39, 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	
	P1	P2
50	IRI < 1,4 m/km	IRI ≤ 1,9 m/km
80	IRI < 1,7 m/km	IRI ≤ 2,2 m/km
100	IRI < 2,0 m/km	IRI < 2,5 m/km

Tabla 39. Requisitos de IRI para obra con bono adicional.

Sea cual fuera la calificación de la regularidad superficial del pavimento, el contratista podrá optar por aplicar la técnica de Diamond Grinding, para evitar el rechazo del tramo, evitar la aplicación de descuentos y/o calificar para el bono adicional, siempre y cuando el Director de Obra así lo aprueba, y se verifique que estas intervenciones no comprometen la cumplimentación de los requisitos de espesor mínimo establecidos en esta especificación.

12.2.4.3 Juntas transversales

En relación a las juntas transversales, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en 11.2.4.3 para juntas transversales de construcción.

Para cada junta: Si en tres (3) de las nueve (9) mediciones, los apartamientos entre el borde inferior de la regla y la superficie de la carpeta son mayores a cuatro milímetros (4 mm), pero inferiores a siete milímetros (7 mm), se acepta la junta.

Si las juntas transversales 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 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 por penalidad 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 calzada en cuestión, se aplica un descuento por penalidad 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 es inferior al noventa por ciento ($< 90\%$) del mínimo especificado o el desvío estándar es igual o superior a tres décimas de milímetro ($> 0,3\text{ mm}$), se rechaza el lote de obra en estudio debiendo procederse a su reconstrucción.

En el caso que no se verifiquen los requisitos de la macrotextura superficial, el contratista podrá optar por aplicar la técnica de Diamond Grinding o Grooving, para evitar el rechazo del tramo o la aplicación de descuentos, siempre y cuando el Director de Obra así lo aprueba, y se verifique que estas

intervenciones no comprometen la cumplimentación de los requisitos de espesor mínimo establecidos en esta especificación.

12.2.6- Defectos visibles (lote de obra)

Todos los descascamientos, saltaduras y nidos de abeja de la superficie deberán ser reparados antes de la recepción definitiva de la obra a satisfacción del Director de Obra, empleando técnicas que aseguren la durabilidad de las reparaciones.

Para su aceptación, las losas que presenten defectos deberán ser tratadas, según sea el caso, de acuerdo con lo establecido en los siguientes apartados. Las losas que se encuentren afectadas por fisuración plástica, o reciban alguna corrección o tratamiento por defectos visibles, recibirán un descuento del diez (10%) por ciento de la superficie de las losas afectadas.

La recepción definitiva de una losa fisurada y no demolida no se efectuará más que si, al final del periodo de garantía, las fisuras no se han agravado ni han originado daños a las losas vecinas. En caso contrario, el Director de Obra podrá ordenar la total demolición y posterior reconstrucción de las losas afectadas.

12.2.6.1.- Fisuras plásticas

Las fisuras plásticas que se produzcan cuyo espesor no supere los 0,2 mm no serán necesario reparar, ni aplicar ningún tipo de reparación.

En aquellas fisuras cuya abertura supere los 0,2 mm, se deberá extraer un testigo de aquélla que presente una mayor longitud, para determinar la profundidad de penetración. Si dicho valor supera la mitad del espesor de la losa, las fisuras deberán rellenarse con metacrilato de alto peso molecular u otro material de baja viscosidad que permita el relleno de la fisura por inyección a gravedad. En caso contrario, quedará a criterio del Director de Obra si deberán o no intervenir. Para aquellas losas en las que se observe un agravamiento del cuadro de fisuración antes de la puesta en servicio, el Director de Obra podrá ordenar la total demolición y posterior reconstrucción de las losas afectadas.

12.2.6.2.- Fisuras transversales no controladas

Las fisuras transversales que comprometan todo el espesor y se ubiquen en el tercio central de la losa deberán cajearse y sellarse. Si además se trata de un pavimento con pasadores, deberá restaurarse la transferencia de carga mediante la colocación de 3 pasadores por cada zona de huellas usando la técnica de Dowel Retrofit.

Aquellas fisuras que crucen o terminen en una junta transversal y se desarrollen sobre la zona de influencia de los pasadores (si cuenta con los mismos), deberán cajearse y sellarse, y se deberá tratar con epoxi la porción no fisurada de la junta aserrada.

Las fisuras que se desarrollen en forma relativamente paralela y a menos de 1,5 metros de la junta transversal se deberá realizar una reparación en espesor total para reemplazar el sector afectado por la fisura.

12.2.6.3.- Daño en junta aserrada o fisura transversal

Los despostillamientos, de entre 30 y 75 mm de ancho, que se encuentren en los bordes de las juntas, deberán repararse mediante la técnica de reparación en espesor parcial. Lo mismo ocurrirá con los despostillamientos presentes en las fisuras, siempre que éstas no sean reparadas por otro motivo.

Aquéllos despostillamientos de menos de 30 mm de ancho serán rellenados con material de sellado o, a criterio del Director de Obra, reparados mediante la técnica de reparación en espesor parcial.

12.2.6.4.- Fisuras longitudinales no controladas

Las fisuras longitudinales serán penalizadas con un descuento de dos (2,0) metros cuadrados por metro lineal de fisura y deberán ser reparadas.

Aquellas fisuras que sean relativamente paralelas a la junta longitudinal y se encuentren a menos de 0,3 m de ella, pudiendo cruzar o terminar en dicha junta, deberán ser cajeadas y selladas, así como también se deberá tratar con epoxi la porción no fisurada de la junta longitudinal.

En los casos que las fisuras que se encuentren en zona de huellas (de 0,3 a 1,5 m de la junta) y sean relativamente paralelas a la junta se deberá remover y reemplazar la losa, salvo que el Director de Obra decida que se realice en su lugar una reparación con la técnica de cosido cruzado.

Cuando las fisuras se encuentren a más de 1,5 m de la junta, se deberá realizar el cosido cruzado de ella y el sellado de la junta longitudinal.

12.2.6.5.- Daño en junta aserrada o fisura longitudinal

Los despostillamientos que se encuentren en los bordes de las juntas, deberán repararse mediante la técnica de reparación en espesor parcial. Lo mismo ocurrirá con los despostillamientos presentes en las fisuras, siempre que éstas no sean reparadas por otro motivo.

12.2.6.6.- Fisuras no controladas diagonales

Aquellas losas que presenten una fisura que comprometa todo el espesor de la losa y que no califique como fisura transversal o longitudinal, deberán repararse con la técnica de reparación en espesor total.

12.2.6.7.- Fisuras múltiples no controladas

Las losas que presenten más de una fisura en profundidad total que dividan a la losa en tres (3) o más partes deberán ser reemplazadas en su totalidad. Cuando el sector no afectado guarde una relación de esbeltez menor a 1,25 (largo / ancho), y a criterio del Director de Obra, en lugar de reemplazar la losa se

podrá realizar una reparación en espesor total, colocando una malla de refuerzo en la zona a reparar si ésta última no cumple la relación de esbeltez.

12.2.7- Evaluación Integral

Para aquellos lotes de obra o tramos que en los Puntos 12.2.1, 12.2.2, 12.2.4 y 12.2.5 fueran calificados como de rechazo, el contratista deberá presentar una evaluación integral de las condiciones que el mismo presenta en términos de capacidad estructural, regularidad y fricción y los desvíos respecto a lo especificado en el proyecto. A partir de esta evaluación integral, el Director de Obra determinará el grado de afectación en las condiciones estructurales y funcionales especificadas y definir si el lote de obra o tramo puede ser aceptado con una condición de descuento acorde al déficit que presenta, o si finalmente deberá ser reconstruido en forma integral.

13.- MEDICIÓN

La ejecución del pavimento de hormigón según se encuentra contemplado en el presente documento se mide en metros cuadrados (m²) ejecutados. Los valores surgen del producto entre la longitud de cada tramo de camino por el ancho establecido para el mismo.

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

14.- FORMA DE PAGO

El pago se efectúa por metro cuadrado de superficie terminada, medida en la forma establecida en el Punto 13, y de acuerdo con los precios unitarios de contrato para este ítem.

Dicho precio corresponde a la compensación total por las siguientes tareas:

- ❖ Acondicionamiento de la superficie de base / subbase y toda tarea preliminar a la ejecución del pavimento de hormigón.
- ❖ La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los agregados.
- ❖ La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los cementos y adiciones minerales.
- ❖ La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los aditivos, fibras u otros materiales a incorporar.
- ❖ La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de las barras de acero.
- ❖ La provisión, carga, transporte, descarga y acopio del agua de mezclado.
- ❖ El proceso de dosificación y elaboración del hormigón.
- ❖ Los procesos involucrados en la carga, transporte, descarga, colocación (del hormigón, de

pasadores y/o barras de unión y/o de mallas de acero), compactación, curado, protección, aserrado del hormigón y sellado de juntas.

- ❖ Las posibles correcciones de los defectos constructivos.
- ❖ La señalización y conservación de los desvíos durante la ejecución de los trabajos.
- ❖ Todo otro trabajo, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución y conservación del ítem según lo especificado.

No se abonan los sobreanchos, o sobreespesores por corrección de mermas en capas subyacentes, ni los aumentos de espesor por correcciones superficiales.

15.- CONSERVACIÓN

La conservación del pavimento de hormigón contemplado en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de este 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 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 de hormigón haya sido librada al tránsito público en forma total o parcial.

La reconstrucción de las partes arriba mencionadas, se debe realizar de acuerdo a 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 8.B – Recubrimientos de hormigón sobre pavimentos asfálticos

ÍNDICE.....	1
ÍNDICE DE TABLAS.....	5
1.- DESCRIPCIÓN	7
2.- NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN	7
3.- DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA.....	7
3.1.- Definiciones.....	7
3.2.- Tipos de recubrimientos.....	8
3.3.- Nomenclatura.....	8
4.- INDICE DE PRESTACIÓN	8
5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES.....	9
5.1.- Agregados.....	9
5.1.1.- Características generales.....	9
5.1.2.- Agregados gruesos.....	11
5.1.2.3.- Requisitos del agregado reciclado.....	13
5.1.3.- Agregados finos.....	14
5.1.4.- Requisitos de la combinación de agregados que componen el esqueleto granular	15
5.2.- Cementos.....	15
5.2.1.- Definición y nomenclatura.....	15
5.2.2.- Tipos de cemento y normas de aplicación.....	16
5.2.3.- Provisión y almacenamiento del cemento.....	16
5.3.- Agua.....	16
5.4.- Aditivos y adiciones.....	16
5.4.1.- Aditivos Químicos.....	16
5.4.2.- Adiciones Minerales Pulverulentas.....	17
5.4.3.- Pigmentos y Colorantes.....	17
5.5.- Fibras.....	17
5.5.1.- Microfibras.....	17
5.5.2.- Macrofibras estructurales	18
5.6.- Compuestos líquidos formadores de membrana de curado.....	18
5.7.- Barras.....	19

5.7.1.- Pasadores.....	19
5.7.2.- Barras de unión.....	20
5.7.3.- Armadura distribuida	20
5.8.- Materiales para juntas.....	20
5.8.1.- Rellenos premoldeados para juntas de dilatación y aislación.....	20
5.8.2.- Materiales para el sellado de juntas.....	20
6.- ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE TRABAJO	22
6.1.- Características generales.....	22
6.2.- Tamaño máximo nominal del Agregado (TM).....	22
6.3.- Curvas Granulométricas.....	22
6.3.1.- Optimización Granulométrica por Curvas Límite	23
6.3.2.- Optimización de granulometría por método Shilstone	24
6.3.3.- Optimización de granulometría por método Tarántula	24
6.4.- Criterios y requisitos de dosificación	25
6.5.- Presentación de la fórmula de obra.....	27
7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	31
7.1.- Consideraciones generales.....	31
7.2.- Equipos de obra	32
7.2.1.- Silos de almacenamiento del cemento y de las adiciones minerales	32
7.2.2.- Planta de Hormigón.....	32
7.2.3.- Equipos para el transporte de la mezcla de Hormigón.....	34
7.2.4.- Posicionamiento de pasadores y/o barras de unión.....	35
7.2.5.- Equipos de distribución, colocación, vibración y compactación	36
7.2.6.- Equipos para el texturizado.....	40
7.2.7.- Equipos para la distribución del compuesto de curado.....	41
7.2.8.- Puente de servicio y herramientas manuales.....	41
7.2.9.- Equipos para el aserrado de juntas.....	42
7.2.10.- Equipos para el sellado de juntas.....	42
7.3.- Ejecución de las obras.....	43
7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo.....	43
7.3.2.- Transporte de la mezcla de Hormigón.....	45
7.3.3.- Pavimentación con moldes fijos	46
7.3.4.- Pavimentación con encofrados deslizantes	49
7.3.5.- Texturizado.....	51

73.6.- Protección y curado.....	53
73.7.- Juntas de contracción.....	55
73.8.- Juntas de construcción.....	56
73.9.- Juntas transversales de dilatación (aplica únicamente a recubrimientos no adheridos de hormigón).....	56
73.10.- Acondicionamiento y Sellado de Juntas.....	57
73.11.- Construcción de cordones.....	58
73.12.- Construcción de banquetas.....	58
73.13.- Transiciones.....	58
8.- TRAMO DE PRUEBA.....	59
9.- LIMITACIONES POR CLIMA RIGUROSO.....	61
9.1.- Limitaciones en tiempo frío.....	61
9.2.- Limitaciones en tiempo caluroso.....	62
9.3.- Tasa de evaporación.....	63
9.4.- Otras limitaciones (lluvia, frente frío, saltos térmicos, entre otros).....	63
10.- PLAN DE CONTROL DE CALIDAD.....	64
10.1.- Generalidades.....	64
10.2.- Lotes.....	65
10.2.1.- Definición de lote de producción.....	65
10.2.2.- Definición de lote de obra.....	66
10.3.- Plan de ensayos sobre los materiales.....	66
10.3.1.- Agregados.....	67
10.3.2.- Cementos.....	68
10.3.3.- Aditivos Químicos.....	68
10.3.4.- Adiciones Minerales.....	69
10.3.5.- Fibras, pigmentos colorantes u otros materiales.....	69
10.3.6.- Compuestos líquidos para la formación de membranas.....	69
10.3.7.- Pasadores, barras de unión, mallas de distribución.....	70
10.3.8.- Materiales para juntas (selladores, cordones de respaldo, rellenos, capuchones, entre otros).....	70
10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración y colocación del Hormigón.....	70
10.5.- Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	71
10.6.- Archivo de la información.....	72
11.- REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA.....	72

11.1.- Requisitos del proceso de producción (lote de producción).....	72
11.1.1.- Evaluación visual (lote de producción).....	72
11.1.2.- Asentamiento de colocación (lote de producción).....	72
11.1.3.- Aire incorporado (lote de producción).....	73
11.1.4.- Temperatura del hormigón (lote de producción).....	73
11.1.5.- Resistencia a la compresión a 3, 7 y 28 días (lote de producción).....	73
11.1.6 Adherencia Hormigón – Asfalto en recubrimientos adheridos.....	74
11.2.- Requisitos de la unidad terminada (lote de obra).....	75
11.2.1.- Resistencia a la compresión a los 28 días (lote de obra).....	75
11.2.2.- Espesor (lote de obra).....	77
11.2.3.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m).....	78
11.2.4.- Regularidad superficial (tramo).....	78
11.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra).....	80
11.2.6.- Aspectos superficiales (lote de obra).....	80
12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO.....	80
12.1.- Proceso de producción.....	81
12.1.1.- Asentamiento de colocación (lote de producción).....	81
12.1.2.- Aire Incorporado (lote de producción).....	81
12.1.3.- Temperatura del hormigón (lote de producción).....	81
12.1.4.- Resistencia a la compresión a 28 días (lote de producción).....	81
12.1.5.- Adherencia Hormigón – Asfalto en recubrimientos adheridos.....	82
12.2.- Unidad terminada.....	82
12.2.1.- Resistencia a la compresión a los 28 días (lote de obra).....	82
12.2.2.- Espesor (lote de obra).....	82
12.2.3.- Ancho y perfil transversal (cada 100 m).....	83
12.2.4.- Regularidad superficial (tramo).....	83
12.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra).....	85
12.2.6.- Defectos visibles (lote de obra).....	86
12.2.7.- Evaluación Integral.....	88
13.- MEDICIÓN.....	88
14.- FORMA DE PAGO.....	88
15.- CONSERVACIÓN.....	89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Normas técnicas de aplicación.....	7
Tabla 2. Sistema de designación de los recubrimientos de hormigón.....	8
Tabla 3. Índices de prestación.....	9
Tabla 4. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados.....	11
Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos.....	13
Tabla 6. Requisitos de los agregados gruesos “Tipo basálticos”.....	13
Tabla 7. Requisitos de los agregados finos.....	15
Tabla 8. Requisitos del esqueleto granular.....	15
Tabla 9. Materiales para el sellado de las juntas de pavimentos.....	21
Tabla 10. Requisitos que deben cumplir los selladores de caucho de siliconas.....	22
Tabla 11. Curvas límite según criterio tarántula.....	25
Tabla 12. Criterios de dosificación.....	27
Tabla 13. Información a incluir en la presentación de la fórmula de obra.....	31
Tabla 14. Requisitos para silos para el almacenamiento de cemento y adiciones minerales.....	32
Tabla 15. Plantas dosificadoras de hormigón. Requisitos.....	33
Tabla 16. Plantas elaboradoras de hormigón. Requisitos adicionales.....	34
Tabla 17. Equipos para el transporte del hormigón. Requisitos.....	35
Tabla 18. Equipo automático para la inserción de pasadores y/o barras de unión. Requisitos.....	36
Tabla 19. Moldes de encofrado para losas de recubrimiento. Requisitos.....	37
Tabla 20. Vibradores de inmersión. Requisitos.....	38
Tabla 21. Regla o viga vibratoria. Requisitos.....	38
Tabla 22. Terminadora de rodillos. Requisitos.....	39
Tabla 23. Pavimentadora de encofrado deslizantes. Requisitos.....	40
Tabla 24. Fratás metálico. Requisitos.....	40
Tabla 25. Equipos para el texturizado. Requisitos.....	40
Tabla 26. Equipos para la distribución del compuesto de curado. Requisitos.....	41
Tabla 27. Puentes de servicio o para la extensión de membranas de protección. Requisitos.....	42
Tabla 28. Equipos para el aserrado de juntas. Requisitos.....	42
Tabla 29. Equipos para el sellado de juntas. Requisitos.....	43
Tabla 30. Calificación del riesgo de fisuración plástica.....	63
Tabla 31. Plan de ensayos sobre el agregado grueso.....	67
Tabla 32. Plan de ensayos sobre el agregado fino.....	68
Tabla 33. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración y colocación del hormigón.....	71
Tabla 34. Plan de ensayos sobre la unidad terminada.....	72
Tabla 35. Factores de corrección por esbeltez.....	77
Tabla 36. Requisitos de IRI.....	78

Tabla 37. Requisitos de macrotextura inicial por círculo de arena.....80

Tabla 38. Requisitos ampliados de IRI.....84

Tabla 39. Requisitos de IRI para obra con bono adicional.85

1.- DESCRIPCIÓN

Esta sección comprende a la elaboración, transporte, colocación y compactación de una mezcla de hormigón sobre un pavimento asfáltico existente, convenientemente preparado y acondicionado en función a la consideración o no de la adherencia requerida en el diseño estructural, incluyendo su densificación, terminación superficial y texturizado, el curado y la ejecución y el sellado de juntas; así como otras actividades necesarias para su correcta construcción.

La nueva calzada de hormigón así conformada, recibirá la denominación de Whitetopping Adherido o Whitetopping No Adherido según corresponda y se construirá de acuerdo con los alineamientos, cotas, secciones y espesores indicados en los planos del proyecto, estas especificaciones, las especificaciones particulares y demás documentos del contrato.

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.- Definiciones

Se define como Recubrimiento de Hormigón sobre asfalto a la rehabilitación de un pavimento asfáltico existente, mediante la ejecución de un refuerzo estructural en hormigón, conocido internacionalmente como Whitetopping. Según la consideración de adherencia establecida por diseño estructural podrá tratarse de un Recubrimiento adherido (Whitetopping Adherido o Whitetopping delgado) o Recubrimiento No Adherido (Whitetopping No Adherido o Whitetopping Convencional).

3.2.- Tipos de recubrimientos

Recubrimiento Adherido: Ejecución de un recubrimiento estructural de hormigón adherido intencionalmente con el pavimento asfáltico existente. Este tipo de soluciones se emplean cuando el pavimento asfáltico existente cuenta con capacidad adicional para soportar cargas, permitiendo que mediante la incorporación de una capa de refuerzo de hormigón adherida intencionalmente al asfalto, pueda conformarse una nueva estructura monolítica hormigón- asfalto capaz de soportar las futuras cargas de tránsito.

Recubrimiento No Adherido: Ejecución de un recubrimiento de hormigón ejecutado directamente sobre un pavimento asfáltico existente, previamente preparado y acondicionado. Este tipo de soluciones se emplean cuando el pavimento asfáltico existente cuenta deterioros significativos. Esencialmente se diseñan como un pavimento de hormigón nuevo sobre una base estable, suponiendo una condición de no adherencia entre las capas.

3.3.- Nomenclatura

TWT/WT	XX	(RR YY)
--------	----	---------

Tabla 2. Sistema de designación de los recubrimientos de hormigón.

Donde:

TWT/WT: Sigla que indica que se trata de un Recubrimiento Adherido de Hormigón sobre asfalto (TWT Whitetopping Delgado) o Recubrimiento No Adherido de Hormigón sobre asfalto (WT-Whitetopping Convencional).

XX: Número que indica el valor medio del módulo de rotura (resistencia a flexión) en MPa, a la edad de veintiocho (28) días, medida según norma UNIT ISO 1920-4.

(RR YY): Indicación correspondiente a que el hormigón se encuentra reforzado con fibras, donde YY es la resistencia residual a flexión (R150,3) en MPa, a la edad de veintiocho (28) días, medida según norma ASTM C 1609.

4.- INDICE DE PRESTACIÓN

Los requisitos de los materiales componentes, de las mezclas elaboradas, como así también de la calidad final del recubrimiento, se encuentran diferenciados en la presente especificación técnica de acuerdo con el índice de prestación adoptado para cada proyecto.

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

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

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

Tabla 3. Índices de prestación.

5.- REQUISITOS DE LOS MATERIALES

El hormigón estará constituido por una mezcla homogénea de los siguientes materiales componentes: agua, cemento, agregados finos y gruesos. Podrán utilizarse aditivos químicos, adiciones minerales y/o fibras para mejorar sus propiedades. El hormigón tendrá características uniformes y su elaboración, transporte, colocación, compactación y curado se realizarán en forma tal que la calzada terminada reúna las condiciones de resistencia, durabilidad, integridad, textura y regularidad superficial requeridas por estas especificaciones técnicas generales y las particulares que sean de aplicación.

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 agregados deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los requisitos generales que deben cumplir los agregados para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la Tabla 4.

Características	Requisitos
Procedencia	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 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 físico-química. ❖ En aquellos casos que se utilicen agregados gruesos provenientes de hormigón reciclado triturado, los mismos deben cumplir las exigencias

Características	Requisitos
	establecidas en la presente especificación técnica. 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.
Reactividad	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los agregados a emplear en la mezcla de hormigón no deben contener sustancias que afecten la resistencia y durabilidad del hormigón, o que ataquen al acero, en cantidades mayores a las establecidas en la presente especificación. ❖ Los agregados no deben contener sustancias que puedan reaccionar desfavorablemente con los álcalis del cemento, en cantidades suficientes como para provocar una expansión deletérea en el hormigón. ❖ Todo agregado que de acuerdo con la experiencia recogida en obras realizadas o al ser sometido a los ensayos establecidos al respecto en la norma IRAM 1531 ó IRAM 1512 (según corresponda), sea calificado como reactivo, sólo puede ser empleado si se adoptan las medidas preventivas y recomendaciones de uso incluidas en las mencionadas normas.
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 de la planta de hormigón. ❖ Los agregados se acopiarán y emplearán en forma tal que se evite la segregación de partículas, la contaminación con sustancias extrañas y el mezclado de agregados de distintos tamaños máximos o granulometría. Para el cumplimiento de esta condición deben ser acopiados sobre el terreno firme, bien compactado y nivelado, y con drenajes adecuados tal que permitan la operación de las palas cargadoras sin contaminar el agregado con suelo. Para evitar la contaminación se deberá dejar un “piso de sacrificio” de aproximadamente 30 cm materializado con una porción del mismo agregado, el que no será empleado en ningún caso para elaborar hormigón. En su defecto, podrá ser acopiado sobre un sustrato de hormigón pobre de un espesor no menor de 10 cm, ejecutado sobre suelo compactado. ❖ Para asegurar el cumplimiento de estas condiciones, los ensayos para verificar las exigencias de limpieza y granulometría del agregado se realizarán sobre muestras extraídas según norma UNIT-NM 26, previo al ingreso a la hormigonera. ❖ Los acopios deberán tener forma troncocónica y su altura no deberá superar los 3 metros (3 m). Se considera aceptable la conformación de

Características	Requisitos
	<p>acopios separados como “pilas de trabajo” siempre que cumplan con dichas condiciones.</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 del hormigón o capa con ellos eventualmente ejecutada.

Tabla 4. Requisitos para el aprovisionamiento y acopio de agregados.

5.1.2.- Agregados gruesos

5.1.2.1.- Definición

Se define como agregado grueso a la proporción de agregado total retenida en el tamiz N°4 (4,75 mm).

Se define como agregado grueso virgen a aquellos que provengan de la trituración de rocas sanas. En estos casos, el agregado es 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 norma IRAM 1531, a excepción de aquellos requisitos que se encuentren mencionados en la presente especificación, los que se consideran prevalentes a la norma mencionada.

Se define como agregado reciclado a aquel resultante del tratamiento de residuos de hormigón utilizado previamente en obras de construcción civil, el que incluye a:

- ❖ Los agregados generados en la construcción, demolición, reforma, y reparación de obras de hormigón
- ❖ Los agregados procedentes de la trituración en planta de elementos prefabricados de hormigón
- ❖ los agregados procedentes de la trituración de restos de hormigón elaborado no colocado en obra, una vez endurecido el material

- ❖ Los agregados recuperados en planta elaboradora de hormigón, por lavado con agua de los restos de hormigón fresco no colocado en obra, y elaborado con agregado grueso mixto.

5.12.2.- Requisitos del agregado grueso virgen.

El agregado grueso virgen estará constituido por roca triturada. No se admite el empleo de gravas (canto rodado) ya sea natural o triturada. Los requisitos a cumplir por los agregados gruesos dependen del índice de prestación. Los mismos se establecen en la Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos.

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

y Tabla 6.

Ensayo	Norma	Exigencia	
Contenido de carbonato de calcio en forma de conchillas marinas	IRAM 1649	< 2%	
Elongación	IRAM 1687-2	≤ 30%	
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 25	≤ 30
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles" (1)	IRAM 1532	Clasificación por prestación	
		P1	P2
		≤ 30	≤ 40
Coeficiente de pulimento acelerado	ASTM 3319	Determinación Obligatoria	
Polvo adherido	IRAM 1883	< 1%	
Material fino que pasa tamiz IRAM 75μm	IRAM 1540	< 1,5 %	
Micro Deval (1)	ASTM D-6928	≤ 17	
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria	

Ensayo	Norma	Exigencia
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Densidad relativa, densidad aparente y absorción.	IRAM 1533	Determinación obligatoria
Reactividad	---	Determinación de reactividad según lo establecido en Norma IRAM 1531. En el caso que se demuestren que cuentan con algún grado de reactividad, se deberán presentar cuáles serán las medidas que se adoptarán para mitigarlo y demostrar su efectividad.

Tabla 5. Requisitos de los agregados gruesos.

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

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

Ensayo	Norma	Exigencia
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	≤ 20
Micro Deval	ASTM D-6928	≤ 17
Degradación en presencia de dimetil - sulfoxide	UY A 26	$\leq 60\%$

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

5.1.2.3.- Requisitos del agregado reciclado.

Se podrá emplear un contenido máximo de agregado grueso reciclado proveniente de la trituración de hormigón del 20 %, medido en masa, respecto al agregado grueso total, debiéndose verificar que la mezcla de agregado grueso resultante (agregado combinado) cumpla los requisitos citados para agregado grueso virgen de la presente especificación. Solo se admitirá el empleo de porcentajes de reemplazos mayores en el caso que se demuestre mediante ensayos que se obtienen propiedades adecuadas del hormigón en estado fresco y endurecido.

5.1.3.- Agregados finos

5.1.3.1.- Definición

Se define como agregado fino a la proporción de agregado total que pasa el tamiz N° 4 (4,75 mm).

El agregado fino podrá estar conformado íntegramente por arena natural o una combinación de arena natural y arena proveniente de la trituración de rocas. No se admite el uso de agregado reciclado proveniente de la trituración de hormigón como parte del agregado fino.

El agregado fino total contendrá un mínimo de un 25% de agregado fino de origen silíceo.

El agregado fino cumplirá lo especificado en la Norma IRAM 1512, a excepción de aquellos requisitos que se encuentren mencionados en la presente especificación, los que se consideran prevalentes a la norma mencionada.

5.1.3.2.- Requisitos

Los requisitos que cumplir por los agregados finos dependen del índice de prestación. Los mismos se establecen en la Tabla 7.

En caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en esta especificación.

Ensayo	Norma	Exigencia
Equivalente de arena	IRAM 1682	$\geq 75 \%$
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Densidad relativa, densidad aparente y absorción	IRAM 1520	Determinación obligatoria
Material fino que pasa tamiz IRAM 75 μ m	IRAM 1540	$< 3 \%$ $< 5\%$ para arenas de trituración, cuando el índice de plasticidad del material fino (pasa 75 μ m), sea menor o igual que 4.

Ensayo	Norma	Exigencia
Reactividad	---	Determinación de reactividad según lo establecido en Norma IRAM 1512. En el caso que se demuestre que cuenta con algún grado de reactividad, se deberán presentar cuáles serán las medidas que se adoptarán para mitigarlo y demostrar su efectividad.

Tabla 7. Requisitos de los agregados finos.

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

La combinación de las diferentes fracciones de agregados que componen el esqueleto granular debe cumplir las prescripciones de la Tabla 8

Parámetro	Norma	Exigencia	
Módulo de finura del agregado fino ⁽¹⁾	---	2,3 – 3,2 ⁽²⁾	
Agregado fino triturado	---	Porcentaje en peso de agregado fino triturado respecto del total del agregado fino ⁽³⁾	
		P1	P2
		≤ 30%	≤ 40%

Tabla 8. Requisitos del esqueleto granular.

- ⁽¹⁾ Para la determinación de este parámetro se deben utilizar solamente los tamices correspondientes a la serie normal IRAM.
- ⁽²⁾ Sólo se admiten valores por fuera de este rango, previa autorización del Director de Obra, en el caso que el Contratista demuestre mediante ensayos que con el módulo de finura propuesto se obtienen propiedades adecuadas del hormigón resultante en estado fresco y endurecido.
- ⁽³⁾ Los porcentajes indicados pueden incrementarse en hasta un diez por ciento (10 %) por encima de los valores límites establecidos, previa autorización del Director de Obra, en el caso que el Contratista demuestre mediante ensayos que con el porcentaje de reemplazo propuesto se obtienen condiciones de trabajabilidad, durabilidad y resistencia adecuadas.

5.2.- Cementos

5.2.1.- Definición y nomenclatura

Se trata de un conglomerante hidráulico obtenido como producto en una fábrica, que se despacha en estado pulverulento y contiene al Clinker Portland como constituyente principal y necesario.

5.2.2.- Tipos de cemento y normas de aplicación

Para la ejecución del pavimento de hormigón se utilizarán cementos del tipo portland, que cumplan los requisitos de calidad contenidos en la norma UNIT 20.

Cuando se requiera el cumplimiento de propiedades especiales se recurrirá, según corresponda, a cementos que cumplan además con la Norma UNIT 1085, en la/s propiedad/es correspondiente/s.

5.2.3.- Provisión y almacenamiento del cemento.

El cemento debe protegerse de la humedad durante el transporte y el almacenamiento. El cemento entregado a granel se debe almacenar en silos adecuados, limpios, secos y bien ventilados, capaces de protegerlo contra la acción de la intemperie.

Los cementos de distinto tipo, marca o partida se almacenarán separadamente y por orden cronológico de llegada. Su empleo se efectuará en el mismo orden. En el momento de incorporarlo a la mezcladora, el cemento se encontrará en perfecto estado pulverulento.

Si el cemento estuvo almacenado en obra durante períodos mayores de un (1) año en silos metálicos con cierre hermético, o en el momento de ser usado muestra signos inequívocos de prehidratación, antes de su empleo deberá ser ensayado nuevamente para verificar si se cumplen los requisitos de calidad especificados.

5.3.- Agua

El agua empleada para mezclar y curar el hormigón, y para saturar o lavar los agregados cumplirá las condiciones establecidas en la Norma UNIT-NM 137. En el caso que se emplee agua recuperada de procesos de la industria del hormigón, previo a su utilización deberá verificarse que cumple los requisitos establecidos por la citada norma y se repetirá su ensayo con una frecuencia trimestral.

5.4.- Aditivos y adiciones

5.4.1.- Aditivos Químicos

Los aditivos a emplear en la preparación de morteros y hormigones se presentarán en estado líquido o pulverulento y cumplirán las condiciones establecidas en la Norma IRAM 1663. Los aditivos en estado pulverulento previamente a su ingreso a la hormigonera serán disueltos en el agua de mezclado.

En caso de emplearse más de un aditivo, previamente a su uso en obra, el Contratista deberá verificar mediante ensayos que dichos aditivos son compatibles.

Cada aditivo tendrá características y propiedades uniformes durante todo el desarrollo de la obra. En caso de constatarse variaciones en las características o propiedades de los contenidos de distintos envases o partidas, se suspenderá su empleo.

5.4.2.- Adiciones Minerales Pulverulentas

Podrán agregarse al hormigón materiales adicionales tales como puzolanas naturales, cenizas volantes, escoria granulada de alto horno, filler calcáreo y humo de sílice, siempre que se demuestre, previamente, mediante ensayos, que su empleo en las cantidades previstas produce el efecto deseado, cumplimentando los requisitos establecidos en la presente especificación.

Las adiciones minerales deben cumplir con las especificaciones de las siguientes normas: UNIT 1047 (Puzolanas y Cenizas Volantes), UNIT 1061 (Escoria granulada de alto horno), UNIT 1014 (Filler calcáreo), ASTM C1240 (Humo de sílice), según corresponda.

Cuando se incorporen adiciones minerales pulverulentas para reemplazos parciales de cemento, el contenido total de las mismas (las incorporadas en el cemento en el caso que las tuviere, sumadas a las incorporadas en la mezcla en forma separada) no debe superar los límites en el contenido máximo de adiciones establecidos por la norma UNIT 20, para el “Nuevo” Tipo de Cemento que se conforma por la combinación del cemento más la adición.

Para el transporte y almacenamiento de las adiciones minerales pulverulentas rigen las mismas disposiciones que para el cemento, establecidas en el Punto 5.2.3.

5.4.3.- Pigmentos y Colorantes

Cuando se empleen pigmentos o colorantes, estos materiales, así como el hormigón que se elabore con ellos, deberán cumplir con los requisitos establecidos en la norma ASTM C979.

5.5.- Fibras

5.5.1.- Microfibras

Podrán incorporarse microfibras (no estructurales) para colaborar en el control de la fisuración plástica; por ejemplo, para atenuar los efectos de la contracción plástica. Estas fibras serán del tipo sintéticas, y su incorporación y mezclado será de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

El uso de microfibras no exime al contratista de la implementación de sistemas de protección y curado que prevengan el riesgo de fisuración temprana. Asimismo, debe considerarse que la incorporación de microfibras incide en la demanda de agua de la mezcla y su trabajabilidad.

5.5.2.- Macrofibras estructurales

Podrán agregarse al hormigón fibras del tipo estructural, sintéticas o metálicas. Su incorporación y mezclado será de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

La cantidad de Macrofibras deberá ser suficiente como para alcanzar una resistencia residual que cumpla lo especificado en el Punto 6.4 “Criterios y requisitos de dosificación” o la que establezca la Especificación Técnica Particular. La determinación de la resistencia residual se realizará siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C 1609.

Las fibras sintéticas serán Tipo III según la norma ASTM C1116, monofilamento y tendrán una relación de aspecto (longitud / diámetro equivalente) de 60 o mayor. La longitud será de, al menos, una vez y media el tamaño máximo del agregado, salvo que se demuestre mediante ensayos que con una longitud menor de las fibras se alcanza la resistencia residual especificada. Su dosificación no deberá superar los 4 kg/m³, a menos que el contratista pueda demostrar, mediante pruebas en obra, que no se produce aglomeración de las fibras, y que el hormigón así obtenido presenta las características deseadas.

Las fibras metálicas deberán verificar los requisitos establecidos en la norma ASTM A820 y tendrán una relación de aspecto (longitud / diámetro equivalente) de 50 o mayor. Deberán tener una longitud mínima de una vez y media el tamaño máximo del agregado, salvo que se demuestre mediante ensayos que con una longitud menor de las fibras se alcanza la resistencia residual especificada. Su dosificación no deberá superar a los 40 kg/m³, a menos que el contratista pueda demostrar, mediante pruebas en obra, que no se produce aglomeración de las fibras y que el hormigón así obtenido presenta las características deseadas.

5.6.- Compuestos líquidos formadores de membrana de curado

Estos compuestos aplicados sobre la superficie del hormigón fresco, forman una membrana continua que reduce la pérdida de humedad del hormigón durante el período de primer endurecimiento y, al mismo tiempo, la elevación de temperatura por exposición a los rayos solares, como consecuencia de su pigmentación clara, permitiendo además detectar con facilidad las zonas en las que no ha sido aplicada o se encuentra en baja dosis.

Los mismos se encontrarán integrados por una base y un disolvente volátil, que en ningún caso producirán efectos dañinos sobre el hormigón. La base, o porción no volátil, constará de un pigmento blanco, finamente dividido, y un vehículo, que estará compuesto de ceras naturales o sintéticas, o bien de resinas.

Los compuestos que se utilicen deben ser líquidos, opacos y de color blanco. Además deben cumplir con los requisitos establecidos en la norma IRAM 1675 y no deben provocar reacciones desfavorables para el fraguado y el endurecimiento del hormigón.

Una vez finalizada su acción, la mencionada membrana deberá desaparecer de forma progresiva bajo la influencia de los agentes atmosféricos y del uso, sin afectar la coloración de la superficie del recubrimiento ni sus características de fricción.

La dosis mínima de membrana de curado debe ser la recomendada por el fabricante como dosis efectiva, a la cual debe adicionarse una cantidad suficiente en función de las condiciones climáticas durante la aplicación, las pérdidas por viento y la profundidad de texturizado del recubrimiento. La dosis máxima es aquella que no permite la formación de la membrana en un tiempo prudente. A excepción de indicación en contrario por el Director de Obra, se debe emplear una dosis mínima mayor a doscientos gramos por metro cuadrado ($> 200 \text{ g/m}^2$).

5.7.- Barras

5.7.1.- Pasadores

Estarán constituidos por barras lisas de acero de sección circular de las dimensiones indicadas en la Especificación Particular y verificarán las características especificadas en la Norma UNIT 34 para Barras de acero de sección circular, laminadas en caliente, de acero Tipo AL -220.

Los pasadores estarán recubiertos en toda su longitud con un producto de consistencia líquida con baja viscosidad (ej.: Aceites, agente desengrasante o similar) que evite su adherencia al hormigón. No está permitido el empleo de grasa para este fin. En el caso que la colocación de los pasadores se realice desde la superficie por un sistema de inserción automática de pasadores (DBI – Dowel Bar Inserter), los mismos deberán ser previamente pintados íntegramente con una pintura que evite o retrase la formación de óxido (pintura antióxido). En este caso no será necesaria la colocación de un segundo recubrimiento posterior para evitar la adherencia con el hormigón.

Su superficie será lisa y no presentará irregularidades ni resaltos, para lo que sus extremos se cortarán con sierra debiéndose eliminar además las rebabas producto de esta tarea. Al frente de obra se deberán suministrar directamente para su empleo, sin que sean necesarias manipulaciones dimensionales, ni superficiales posteriores.

En las juntas de dilatación, uno de sus extremos se protegerá con un capuchón de longitud comprendida entre cincuenta y cien milímetros (50 a 100 mm), relleno de un material compresible que permita un desplazamiento horizontal igual o superior al ancho del material de relleno de la propia junta. El capuchón podrá ser de cualquier material no putrescible ni perjudicial para el hormigón, y que pueda, además,

resistir adecuadamente los efectos derivados de la compactación y vibrado del hormigón al ser colocado. En estos casos, los pasadores deberán contar con una longitud mayor (de 50 a 100 mm), que se dispondrá desde uno de sus extremos para la ubicación del capuchón.

5.7.2.- Barras de unión

Estarán constituidas por barras de acero conformadas, laminadas en caliente y verificarán las características especificadas en la Norma UNIT 843 para aceros Tipo ADN 420. Deben estar libres de grasa y suciedades que impidan o disminuyan su adherencia con el hormigón.

5.7.3.- Armadura distribuida

Estará constituida por barras o mallas de acero, que cumplan con los requisitos establecidos en las normas UNIT 843 y UNIT 845 para las barras de acero tipo ADN 420 o mallas de acero soldadas respectivamente.

5.8.- Materiales para juntas

El contratista propondrá los materiales a utilizar a este efecto, salvo que los mismos sean establecidos en la Especificación Particular. El contratista será responsable de ejecutar los correspondientes ensayos que avalen la calidad de los mismos.

5.8.1.- Rellenos premoldeados para juntas de dilatación y aislación

Relleno premoldeado de madera compresible: Estará constituido por madera blanda fácilmente compresible de peso específico no mayor de 400 kg/m³, que cumpla con la Norma ASTM D545.

Relleno premoldeado fibrobituminoso: Este relleno consistirá en fajas premoldeadas constituidas por fibras de naturaleza celular e imputrescibles, impregnadas uniformemente con betún en cantidades adecuadas para ligarlas y cumplirá los requisitos de la Norma ASTM D 1751. Para su ensayo se extraerá una muestra de cada lote de 300 m de relleno o fracción menor. Dicha muestra tendrá el espesor y la altura especificados y su largo no será inferior a un metro (1 m). Las muestras se acondicionarán para el transporte de tal modo que no sufran deformaciones o roturas. La unión de dos secciones de rellenos premoldeados fibrobituminosos se realizará a tope.

Relleno premoldeado de policloropreno: Este relleno como así también el adhesivo, deberán cumplir con todos los requisitos exigidos por la Norma ASTM D3542.

5.8.2.- Materiales para el sellado de juntas

En proyectos de recubrimientos adheridos, salvo disposición en contrario en las especificaciones particulares, no se ejecutará el cajeado ni sellado de las juntas de contracción y construcción del

recubrimiento. La totalidad de las juntas de recubrimiento deberán estar ejecutadas (juntas de contracción) o repasadas (construcción) con un aserrado delgado ($< 3\text{mm}$).

En proyectos de recubrimientos no adheridos, salvo disposición en contrario en las especificaciones técnicas particulares, se deberán sellar la totalidad de las juntas de recubrimiento, siendo los materiales aprobados para el sellado de las juntas de recubrimientos los indicados en la Tabla 9, de acuerdo con el índice de prestación que corresponda.

Índice de prestación	P1	P2
Materiales aprobados para el sellado de juntas	selladores de caucho de siliconas de bajo módulo	selladores de caucho de siliconas de bajo módulo o selladores asfálticos modificados con polímeros

Tabla 9. Materiales para el sellado de las juntas de pavimentos.

El contratista deberá presentar para su aprobación la hoja técnica del producto, la hoja de seguridad y un informe con los resultados de los ensayos físicos y mecánicos que demuestren la aptitud del mismo según los requisitos establecidos en la norma de aplicación en cada caso.

La forma del sellador estará determinada por el ancho de la caja y la profundidad a la que se encuentre el cordón de respaldo. La relación entre el espesor mínimo del sellador y su ancho estará comprendida entre 0,5 y 1,0, según el material utilizado; estando el espesor entre 6,5 mm y 12,7 mm.

La parte superior del sellador deberá ubicarse aproximadamente 6 mm por debajo del borde superior de la junta, para evitar el contacto con el neumático cuando se comprima el material.

Requisitos

Selladores asfálticos modificados con polímeros: Estos selladores deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma IRAM 6838. El tipo de sellador que se debe utilizar es definido en el pliego de especificaciones Técnicas Particulares.

Selladores de caucho de siliconas de bajo módulo: Estos productos deberán ajustarse a la Norma ASTM D5893, salvo indicación en contrario de la presente especificación. El Contratista deberá presentar un informe con los ensayos de calidad que demuestren que el producto propuesto verifica los requisitos establecidos en la presente especificación.

Características	Requisitos
Módulo de deformación	$< 0,3 \text{ MPa}$
Elongación de rotura	$> 600\%$

Recuperación elástica luego de la compresión	> 90%
Resistencia al envejecimiento acelerado con exposición severa (ASTM C-793)	No debe presentar signos visibles de deterioro.

Tabla 10. Requisitos que deben cumplir los selladores de caucho de siliconas.

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

6.1.- Características generales

El hormigón diseñado y elaborado, según la Fórmula de Obra aprobada y vigente, debe ser denso y trabajable, de acuerdo con los métodos y equipos que se empleen en la ejecución del proyecto.

6.2.- Tamaño máximo nominal del Agregado (TM)

El tamaño máximo nominal del agregado (TM) debe cumplir con los siguientes requisitos:

- ❖ $TM < 37,5 \text{ mm}$
- ❖ $TM < 1/3 * e$
- ❖ $TM < 3/4 * s$

Donde:

TM: tamaño máximo nominal de la combinación de agregados.

e: espesor de la losa.

s: separación libre horizontal o vertical entre dos barras contiguas de armadura, incluidos los canastos.

6.3.- Curvas Granulométricas

La composición granulométrica de los agregados se determinará clasificándolos de acuerdo con el tamaño de sus partículas, mediante los siguientes tamices de abertura cuadrada: 53 mm; 37,5 mm; 26,5 mm; 19 mm; 13,2 mm; 9,5 mm; 4,75 mm; 2,36 mm; 1,18 mm; 600 μm ; 150 μm ; 75 μm ; (según IRAM 1501).

Para determinar las proporciones en que deberán mezclarse los diferentes tamaños se tomarán como criterio general el de obtener la curva que alcance un mayor grado de empaque del esqueleto granular, produciendo el mínimo el contenido de vacíos y que permita alcanzar la trabajabilidad requerida para la ejecución y una mayor estabilidad volumétrica.

Para alcanzar este objetivo se deberá analizar la optimización granulométrica del agregado total mediante diferentes aproximaciones incluyendo la tradicional por el ajuste frente a curvas límites

(establecidos en porcentaje -% -de pasa acumulado para cada tamiz), el método Shilstone y el gráfico tarántula, según se detalla en los Puntos 6.3.1, 6.3.2 y 6.3.3.

Para una mejor evaluación y optimización granulométrica, se deberán efectuar los 3 análisis de manera individual. Aun cuando no sea obligatorio que la curva propuesta verifique simultáneamente los 3 criterios, se deberá demostrar mediante ensayos de laboratorio, que con la granulometría propuesta se alcanzan hormigones de trabajabilidad adecuada, con contenidos unitarios de cemento y agua compatibles con las características necesarias para la estructura y los métodos constructivos a utilizar.

La granulometría de los agregados resultante de la combinación de las diferentes fracciones de agregados puede cambiarse, previa autorización del Director de Obra, en el caso que el Contratista demuestre que con la nueva granulometría propuesta se obtienen condiciones de trabajabilidad y resistencia adecuadas, con contenidos unitarios de cemento y agua compatibles con las características necesarias para la estructura y los métodos constructivos a utilizar.

Para TM superiores a 26,5 mm, el agregado grueso estará constituido, por una mezcla de dos fracciones como mínimo. Solamente se permitirá una única fracción en aquellos casos que se demuestre mediante ensayos que la mezcla de hormigón presenta condiciones adecuadas en su estado fresco y endurecido. El agregado fino de la granulometría especificada podrá obtenerse por mezcla de dos o más arenas de distinta granulometría.

Durante el transcurso de la obra, deberá verificarse que se mantiene el módulo de finura del agregado total dentro de una tolerancia de $\pm 0,20$, al informado en la presentación de la fórmula de obra.

6.3.1.- Optimización Granulométrica por Curvas Límite

La granulometría de los agregados resultante de la combinación de las diferentes fracciones de agregados debe representarse en forma gráfica junto con los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en la norma IRAM 1627, de acuerdo con el TM del agregado grueso que corresponda.

La granulometría del agregado se considerará satisfactoria si el porcentaje de material que pasa cualquiera de los tamices especificados no excede del 5,0 % del peso de la muestra respecto del límite establecido para el tamiz considerado. Lo dicho tiene validez para cada uno de los tamices establecidos.

En el caso de agregados constituidos por partículas de densidades sustancialmente diferentes la clasificación se hará en volumen, para lo cual las cantidades en masa retenidas sobre cada tamiz se dividirán por la respectiva densidad.

6.3.2.- Optimización de granulometría por método Shilstone

Se deberán determinar el “Factor de Grosor” CF (Coarseness Factor) y el “Factor de Trabajabilidad” WF (Workability Factor), derivados de la graduación de agregados para predecir el grado de trabajabilidad de la mezcla de hormigón, según se indica a continuación:

$$\text{Factor de grosor CF (\%)} = 100 \cdot \frac{\% \text{ Retenido acumulado en tamiz de } 3/8''}{\% \text{ Retenido acumulado en tamiz \#8}}$$

$$\text{Factor de trabajabilidad WF (\%)} = \% \text{ Pasa tamiz \#8}$$

El factor de trabajabilidad (WF) se deberá ajustar considerando el contenido unitario de cemento, mediante la siguiente ecuación:

$$\text{WFadj (\%)} = \text{WF (\%)} + \text{Adj (\%)}$$

Siendo:

$$\text{Adj (\%)} = \frac{2,5 \cdot (\text{CUC} - 335)}{56}$$

Donde CUC es el contenido unitario de cemento en kg/m³. Con los valores CF y WFadj se ingresa en el gráfico de la Figura 1.

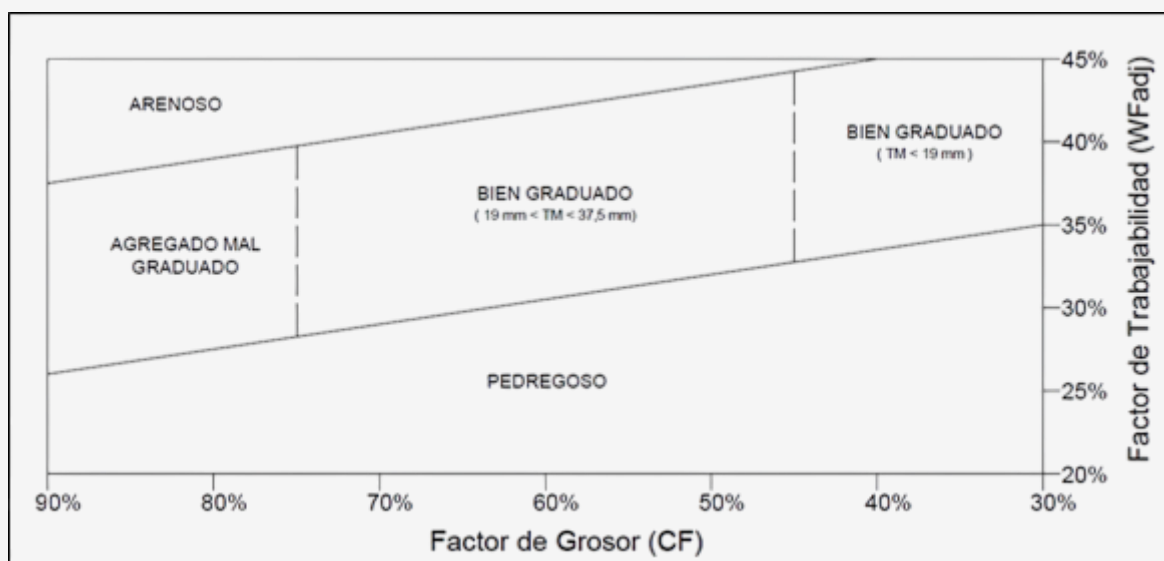


Figura 1. Gráfico de Shilstone.

6.3.3.- Optimización de granulometría por método Tarántula

La granulometría de los agregados resultante de la combinación de las diferentes fracciones de agregados debe representarse considerando el porcentaje (%) retenido individual de cada tamiz. Las curvas límites de retenidos individuales se encuentran establecidas según la Tabla 11.

Abertura - Tamiz	% Retenido Individual	
	Límite superior	Límite inferior
1,5"	0%	0%
1"	16%	0%
3/4"	20%	0%
1/2"	20%	4%
3/8"	20%	4%
#4	20%	4%
#8	12%	0%
#16	12%	0%
#30	20%	4%
#50	20%	4%
#100	10%	0%
#200	2%	0%

Tabla 11. Curvas límite según criterio tarántula.

6.4.- Criterios y requisitos de dosificación

Los criterios a considerar en el proceso de diseño en laboratorio del hormigón, destinado a la obtención de la Fórmula de Obra, se resumen en la Tabla 12.

Parámetro	Exigencia	
Relación agua/cemento (1)	Clasificación por Prestación	
	P1	P2
	≤ 0,50	≤ 0,55
Asentamiento inicial (UNIT ISO 1920-2) (2)	Determinación obligatoria.	
Asentamiento de colocación (UNIT ISO 1920-2) (3)	Tecnología	Asentamiento [cm]
	Tecnología de Alto Rendimiento (TAR)	2 – 5
	Pavimentación con moldes fijos	6 – 10

Parámetro	Exigencia		
Resistencia mínima efectiva a compresión a 28 días (UNIT ISO 1920-6)	Clasificación por Prestación		
	P1		P2
	30 MPa		25 MPa
Resistencia potencial a compresión a 28 días (UNIT ISO 1920-4)	Determinación obligatoria		
Módulo de rotura o Resistencia potencial a la flexión a 28 días (UNIT ISO 1920-4)	Clasificación por Prestación		
	P1		P2
	5 MPa		4,5 MPa
Resistencia residual a flexión (R150,3 -ASTM C 1609)	Solo aplica a Hormigones reforzados con fibras. Será igual o superior a un 20 % del Módulo de rotura a flexión o la que establezca en su defecto la especificación técnica particular del proyecto.		
Aire incorporado (UNIT ISO 1920-2)	Determinación obligatoria ⁽⁴⁾		
Capacidad de exudación (IRAM 1604) ⁽⁵⁾	Clasificación por Prestación		
	P1		P2
	≤ 3%		≤ 5%
	En el caso de que se empleen tecnologías de alto rendimiento (TAR), la capacidad de exudación debe ser menor o igual a tres por ciento (≤ 3%).		
Contenido máximo de ion cloruro soluble en agua (Cl ⁻) en el hormigón endurecido (IRAM 1857) ⁽⁶⁾	Hormigón	Condición de exposición en servicio	Contenido máximo de ion cloruro soluble en agua (Cl ⁻) en el hormigón endurecido (% en masa del cemento)
	Sin armar	Cualquier condición	1,20
	Armado con curado normal	Medio ambiente sin cloruro	0,30
		Medio ambiente con cloruro	0,15

Tabla 12. Criterios de dosificación.

- ⁽¹⁾ Cuando se use cemento portland más una adición mineral incorporada en el momento del mezclado del hormigón, se debe reemplazar la razón “agua/cemento (a/c)” por la razón “agua/ material cementicio [a/(c+x)]”, que tenga en cuenta la suma del cemento portland (c) y la cantidad de la adición incorporada (x).
- ⁽²⁾ Determinado inmediatamente luego de finalizado el mezclado de todos los componentes.
- ⁽³⁾ Determinado según los siguientes criterios:
 Para transporte con mixer: mantener la mezcla tapada, remezclar a los 10, 20 y 30 minutos, y medir asentamiento.
 Para transporte con camión volcador o batea: mantener la mezcla tapada, remezclar a los 30 minutos, y medir asentamiento.
- ⁽⁴⁾ En los casos donde se realice incorporación intencional de aire para mejorar las propiedades en estado fresco de la mezcla, el contenido de aire a especificar deberá ser de $3,5 \pm 1,5\%$
- ⁽⁵⁾ El Director de Obra solo podrá autorizar el empleo de mezclas con una capacidad de exudación superior a la indicada, en aquellas situaciones en donde, por las características particulares del proyecto, se prevea un riesgo significativo de fisuración plástica en la calzada.
- ⁽⁶⁾ Como alternativa, el contenido total de ion cloruro soluble en agua del hormigón endurecido puede estimarse como sumatoria del aporte de sus materiales componentes en el hormigón fresco, según normas UNIT NM-50, IRAM 1663, NORMA UNIT-NM 137 y UNIT 1013. Si el valor estimado cumple los límites indicados, se puede considerar que el contenido de ion cloruro soluble en agua del hormigón endurecido es menor que el exigido según el párrafo anterior. El valor estimado del contenido total de cloruros, como sumatoria del aporte de sus materiales componentes en el hormigón fresco, es diferente del valor determinado mediante la norma IRAM 1857, debido a que la estimación no tiene en cuenta los cloruros que se fijan durante el proceso de hidratación del ligante (cemento + adiciones minerales), por lo que no puede indicarse una equivalencia generalizada.

6.5.- Presentación de la fórmula de obra

El Contratista determinará las proporciones de los distintos materiales que componen la mezcla o mezclas estudiadas. El hormigón resultante para cada mezcla estudiada (fórmula de obra), cumplirá las condiciones establecidas en esta especificación.

La fabricación y colocación regular del hormigón 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, 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 hormigón, el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Director de Obra, puede exigir un estudio de sensibilidad de las propiedades del hormigón a variaciones de granulometría y contenido de material cementicio, dentro de las tolerancias establecidas en el presente documento.

La dosificación se someterá a consideración del Director de Obra adjuntando, con toda la anticipación necesaria, un informe técnico en el que consten los resultados de los ensayos realizados para determinar las proporciones, que demuestren fehacientemente que las mezclas estudiadas permitirán obtener las características exigidas para el hormigón de obra en el Punto 6.4. Los informes de presentación de la Fórmula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la Tabla 13.

En todos los casos el Director de Obra podrá realizar las observaciones que considere necesarias y solicitar muestras de los materiales a utilizar.

Parámetro	Información que debe ser consignada
Agregados	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificación, características y proporción de cada fracción del agregado. ❖ Densidad relativa y absorción de agua de los distintos agregados. ❖ Granulometría individual de cada fracción de agregados y de los agregados combinados. ❖ Representación gráfica de la composición granulométrica según curvas límites Punto 6.3.1, según grafico de Shilstone Punto 6.3.2 y según gráfico Tarántula Punto 6.3.3. ❖ Ensayos realizados sobre el agregado grueso, como mínimo todos los contemplados en 5.1.2. ❖ Ensayos realizados sobre el agregado fino, como mínimo todos los contemplados en 5.1.3.
CUC (Contenido unitario de Cemento)	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe indicarse el CUC, medido en masa, empleado en la preparación de un metro cúbico (1 m³) de hormigón compactado y, cuando se incorporen intencionalmente, el contenido unitario de las adiciones minerales.
Cemento	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se debe remitir el último certificado de aptitud vigente expedido por el Organismo de Certificación correspondiente. Asimismo, se debe incluir la

	<p>composición detallada de los componentes principales y minoritarios del cemento.</p> <ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe incluirse la denominación, hoja técnica del producto, la hoja de seguridad y último protocolo de control de calidad en el que consten los resultados de los ensayos físicos, químicos y mecánicos del cemento. Este último informe deberá ser renovado con una periodicidad mensual.
Adiciones minerales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cuando se empleen adiciones debe indicarse su forma de incorporación, denominación, hoja técnica del producto, la hoja de seguridad, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa de cemento. ❖ Cuando se incorporen adiciones minerales en forma separada durante la elaboración del hormigón, debe remitirse junto con la presentación de la Fórmula de Obra un informe con los resultados de ensayos físicos y químicos que demuestren la aptitud de la adición mineral propuesta, de acuerdo a los requisitos establecidos en las normas correspondientes. Este informe de aptitud debe ser renovado mensualmente durante toda la provisión de hormigón. ❖ Además, deberá presentar un informe con los resultados de los ensayos físicos, químicos y mecánicos del material cementicio (cemento base + adiciones incorporadas en forma separada) que demuestren la aptitud de la combinación propuesta de acuerdo con los requisitos establecidos en la norma UNIT 20. Estos estudios deberán ser renovados con una periodicidad mensual o la que determine el Director de Obra.
CUA (Contenido Unitario de Agua)	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe indicarse el CUA, medido en masa, empleado en la preparación de un metro cúbico (1 m³) de hormigón compactado para agregados en condición de saturado a superficie seca.
Aditivos y/o fibras	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cuando se empleen aditivos y/o fibras, debe indicarse su forma de incorporación, denominación, hoja técnica del producto, la hoja de seguridad, características, ensayos y proporción empleada respecto de la masa de cemento o m³ de hormigón compactado según corresponda.
Masa de la unidad de volumen del hormigón fresco (UNIT-ISO 1920-2)	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se debe informar la masa de la unidad de volumen del hormigón en estado fresco.
Agua de mezclado	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe indicarse la procedencia y/o fuente del agua de mezclado a emplear en obra y los ensayos de aptitud correspondiente.

Mezclado	❖ Debe indicarse el tiempo requerido para la mezcla de los materiales componentes. Orden de ingreso al mezclador de los materiales componentes.
Temperatura (UNIT ISO 1920-2)	❖ Se debe informar el rango de temperatura del hormigón al momento de la colocación. Se debe informar el rango de temperatura ambiente admisible para la colocación del hormigón.
Resistencia mínima efectiva a compresión (UNIT ISO 1920-6)	❖ Se debe informar la resistencia mínima efectiva a compresión especificada.
Resistencia potencial a compresión (UNIT ISO 1920-4)	❖ Se debe informar la resistencia potencial a compresión a los 7 días y 28 días. En el caso de que se emplee tecnología TAR, se debe informar también la resistencia potencial a compresión a los 3 días.
Resistencia potencial a la flexión a 28 días (UNIT ISO 1920-4)	❖ Se debe informar la resistencia a la flexión a los 28 días.
Resistencia residual a flexión (R150,3 - ASTM C 1609)	❖ Solo aplica a hormigones reforzados con Fibras. Se debe informar la resistencia residual a flexión a 28 días.
Aire incorporado (UNIT-ISO 1920-2)	❖ Se debe informar el porcentaje de aire del hormigón. ❖ Se debe informar si el aire intencionalmente incorporado es por cuestiones de trabajabilidad u otros motivos.
Asentamiento (UNIT-ISO 1920-2)	❖ Se debe informar el asentamiento inicial, determinado inmediatamente luego de finalizado el mezclado de todos los componentes. ❖ Se debe informar el asentamiento de colocación, determinado luego de transcurridos treinta (30) minutos desde la determinación del asentamiento inicial, o del tiempo medio estimado de transporte hasta el frente de colocación.
Capacidad y velocidad de exudación (IRAM 1604)	❖ Se debe informar la capacidad y velocidad de exudación.

Tiempo de fraguado (UNIT-ISO 1920-14)	❖ Se debe informar el tiempo de fraguado.
Contenido máximo de ion cloruro soluble en agua (Cl ⁻) en el hormigón endurecido (IRAM 1857)	❖ Se debe informar el resultado del ensayo.
Madurez (ASTM C 1074)	❖ Se debe informar el gráfico de Resistencia vs Madurez, que surge a partir de la norma.
Ajustes en el Tramo de Prueba	❖ La fórmula informada debe incluir los posibles ajustes realizados durante el Tramo de Prueba.

Tabla 13. Información a incluir en la presentación de la fórmula de obra.

A criterio del Director de Obra podrá requerirse que en la presentación de la fórmula se informen los siguientes parámetros adicionales.

- ❖ Contracción por secado (UNIT ISO 1920-8).
- ❖ Módulo de elasticidad estático en compresión (UNIT ISO 1920-10).
- ❖ Coeficiente de Expansión Térmica (AASHTO T 336).

7.- REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

7.1.- Consideraciones generales

Los equipos, máquinas y herramientas requeridas para el manipuleo de los materiales y del hormigón, y para ejecutar todos los trabajos de obra, deberán reunir las características que aseguren la obtención de la calidad exigida y permitan alcanzar los rendimientos mínimos para cumplir el Plan de Trabajo. No se puede utilizar en la ejecución regular del hormigón 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- Silos de almacenamiento del cemento y de las adiciones minerales

Los cementos y las adiciones minerales se deben almacenar por separado y por tipo, en silos que se ajusten a los requisitos que se establecen en la Tabla 14.

Características	Requisitos
Silos de almacenamiento	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El cemento entregado a granel se debe almacenar en silos adecuados, limpios, secos y bien ventilados, capaces de protegerlo contra la acción de la intemperie. Al inicio de la obra y a intervalos no mayores de un (1) año se debe verificar que los silos no permitan el pasaje de agua. ❖ En caso de que se utilice en obra más de un cemento, de tipos o procedencias distintas, o complementariamente, adiciones minerales incorporadas durante la elaboración del hormigón, cada silo debe contar con una identificación unívoca respecto a su contenido, que evite errores de acopio de materiales de distinto tipo u origen en un mismo silo, en forma simultánea.

Tabla 14. Requisitos para silos para el almacenamiento de cemento y adiciones minerales.

7.2.2.- Planta de Hormigón

Planta Dosificadora

Las plantas dosificadoras de hormigón se deben ajustar a los requisitos que se establecen en la Tabla 15.

Características	Requisitos
Capacidad de producción	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta dosificadora será de funcionamiento mecánico y de una capacidad tal que guarde relación con la magnitud de las obras a realizar.
Alimentación de agregados	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar con una cantidad de tolvas de dosificación al menos igual al número de fracciones de los agregados que componen la Fórmula de Obra aprobada, y nunca inferior a dos (2). ❖ 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 nominal establecido para el hormigón en proceso de elaboración.

Alimentación del cemento y de las adiciones minerales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Debe contar con elementos precisos para calibrar y adicionar la cantidad de cemento y, eventualmente, adiciones minerales que se incorporan al hormigón.
Incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Si se previera la incorporación de aditivos, fibras u otros materiales en pellets a la mezcla, la planta debe poder dosificarlos con homogeneidad y precisión suficiente; y debe contar con silos de almacenamiento (para cada uno de estos materiales) destinados a tal fin. ❖ Se debe disponer en la planta de un vaso dosificador por cada aditivo a emplear. Los diferentes tipos de aditivos nunca deben mezclarse entre sí antes de su ingreso al hormigón. ❖ Los recipientes donde se acopian los aditivos y los vasos dosificadores deberán estar claramente identificados con el nombre del producto que se está empleando.
Calibración y verificación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El contraste de la indicación de balanzas, caudalímetros y otros dispositivos de medición utilizados para la dosificación de materiales componentes del hormigón se debe realizar, como mínimo, previo al inicio de su uso en la planta, y posteriormente en forma regular según el plan de control de los equipos y con una frecuencia de, como mínimo, seis meses o cuando se detecten indicios de deficiencia en su funcionamiento. Deberá verificarse que la planta dosificadora permite una correcta medición de cada uno de los materiales, con las tolerancias establecidas en la Tabla 7 de la Norma IRAM 1666:2020.
Sistema de registros	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Deberá disponer de un sistema de registro gráfico y/o digital en el que se almacene la identificación de los materiales empleados, los pesos unitarios por cada componente y los contenidos de humedad por cada pastón producido, fecha y hora de despacho, fórmula empleada, y totales diarios de producción y consumo de cada componente.
Aspectos ambientales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta debe contar con elementos que eviten la emisión de gases nocivos a la atmósfera.

Tabla 15. Plantas dosificadoras de hormigón. Requisitos.

Planta dosificadora y elaboradora.

Las plantas dosificadoras y elaboradoras de hormigón se deben ajustar a los requisitos que se establecen en la Tabla 15 y en la Tabla 16.

Características	Requisitos
-----------------	------------

Capacidad de producción	<ul style="list-style-type: none"> ❖ En el caso que la colocación sea efectuada por un equipo pavimentador de encofrado deslizante, la planta tendrá una capacidad de producción tal que asegure una velocidad mínima de operación del equipo pavimentador de al menos 1,0 m/min. El suministro del hormigón deberá ser en cantidad necesaria y de características uniformes, de manera tal que la pavimentadora pueda operar a una velocidad constante y sin detenciones.
Mezclado	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La planta dosificadora y elaboradora de hormigón debe ser capaz de mezclar los agregados, el cemento, el agua y aditivos en forma tal que obtenga una masa uniforme y homogénea, con las proporciones ajustadas a la Fórmula de Obra, dentro del período de mezcla especificado y permitir la descarga de la mezcla sin segregación. ❖ La planta debe contar con tambor para mezclado forzado, y ser capaz de realizar el mezclado de cada pastón en un tiempo mínimo de cuarenta (40) segundos, a partir del ingreso de todos los componentes, o el que se requiera para obtener un hormigón de características homogéneas. ❖ La planta debe contar con un amperímetro sensible o dispositivo similar que permita visualizar la potencia insumida por los motores de accionamiento de la amasadora y permita correlacionar la misma con la consistencia de la mezcla de hormigón.

Tabla 16. Plantas elaboradoras de hormigón. Requisitos adicionales.

7.2.3.- Equipos para el transporte de la mezcla de Hormigón

La logística de obra que provea el hormigón deberá tener capacidad de planta y elementos de transporte suficientes como para asegurar una entrega continua. La capacidad de entrega de hormigón durante las operaciones de hormigonado deberá ser la necesaria como para asegurar el manipuleo, la colocación y la terminación correcta del hormigón.

Los equipos a emplear en el transporte del hormigón desde la planta de hormigón al frente de pavimentación deberán cumplimentar los requisitos establecidos en la Tabla 17 según sea el caso.

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, de modo de no condicionar o interrumpir el proceso de dosificación, elaboración y colocación.
Camiones sin dispositivos mezcladores ni de agitación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los vehículos de transporte deben tener cajas metálicas, lisas, estancas con aristas y vértices redondeados, y deben estar provistos de puertas estancas que permitan la descarga controlada del hormigón. Asimismo, deben estar provistos de los medios o cubiertas necesarias para

	proteger al hormigón contra las acciones climáticas y contra toda posibilidad de contaminación con sustancias extrañas.
Camiones motohormigoneros	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Cada equipo debe tener adosado en un lugar destacado, una placa metálica que indique claramente el volumen bruto del tambor o contenedor, la capacidad del tambor o contenedor expresada como volumen máximo de hormigón fresco y las velocidades de rotación máxima y mínima del tambor o de las paletas, según corresponda. ❖ Asimismo, cada equipo debe estar equipado con elementos con los cuales se pueda verificar rápidamente el número de giros del tambor o de las paletas, según corresponda.

Tabla 17. Equipos para el transporte del hormigón. Requisitos.

7.2.4.- Posicionamiento de pasadores y/o barras de unión

7.2.4.1.- Insertor Automático

Los equipos automáticos de inserción de pasadores y/o barras de unión deben ajustarse a los requisitos que se indican en la Tabla 18.

Característica	Requisitos
Posición	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El insertor automático debe ser capaz de realizar la inserción de pasadores y/o barras de unión en el hormigón fresco de acuerdo con las tolerancias establecidas en la presente especificación técnica, sin que la pavimentadora se detenga o interrumpa su avance uniforme.
Vibración	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El insertor automático de pasadores debe contar con un dispositivo vibratorio que facilite la introducción de pasadores en la mezcla previamente compactada, y el cierre de la impronta provocada por la inserción.
Demarcación de junta transversal	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo debe contar con un dispositivo que señale automáticamente el sitio donde se realiza la inserción de pasadores mediante dos marcas inequívocas a ambos lados de la faja en construcción, en coincidencia con el eje de la junta, a fin de garantizar que las juntas queden centradas sobre ellos con una tolerancia máxima de cincuenta milímetros (± 25 mm) respecto de la posición real. En el caso que el dispositivo no cuente con un sistema de marcado automático, será obligatorio disponer de 1 operador a cada lado del equipo para que realicen el marcado del eje de la junta en forma manual.

Corrección de irregularidades	❖ Tras su paso, deben corregirse las irregularidades producidas en el hormigón fresco, para lo cual debe encontrarse provisto de una viga oscilante u otro dispositivo mecánico automático similar que corrija la impronta originada por la inserción.
-------------------------------	--

Tabla 18. Equipo automático para la inserción de pasadores y/o barras de unión. Requisitos.

7.2.4.2.- Canastos u otros dispositivos para el posicionamiento de pasadores y/o barras de unión

En el caso de realizar la instalación de pasadores y/o barras de unión mediante canastos, los mismos deben realizarse de acuerdo a lo indicado en el Plano N°8A.2. Canasto de pasadores y el en el Plano N°8A.3 Canasto de barras de unión.

En el caso que el contratista proponga otros dispositivos de sujeción para la colocación de pasadores o barras de unión, los mismos deben garantizar igual o superior estabilidad respecto a los canastos especificados. Asimismo, dicho dispositivos deben ser previamente aprobados por el Director de Obra.

7.2.5.- Equipos de distribución, colocación, vibración y compactación7.2.5.1.- Moldes

Los moldes de encofrado lateral para la ejecución de recubrimientos de hormigón con tecnología convencional deberán verificar los requisitos establecidos en la Tabla 19. Moldes de encofrado para losas de recubrimiento. Requisitos.

Característica	Requisitos
Cantidad	❖ La cantidad y tipo de moldes debe ser acorde al tamaño y forma de las losas a ejecutar y al volumen de producción de la planta, de modo de no frenar el proceso de dosificación, elaboración y colocación.
Características generales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los moldes deberán ser metálicos de altura igual al espesor de la calzada, rectos, libres de toda ondulación. Deberán además cumplir con las siguientes características: ❖ El ancho de la base del molde debe ser superior a tres cuartos ($\frac{3}{4}$) de la altura. ❖ La longitud del molde debe ser superior a tres (3) metros. ❖ La deformación de la cara superior debe ser inferior a 1 (un) milímetro por cada tres (3) metros.

	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La deformación (flecha) de la cara lateral del molde debe ser inferior a seis (6) milímetros por cada tres (3) metros. ❖ En el caso de que el molde deba soportar el peso de un equipo o terminadora, el espesor de la chapa debe ser mayor a setenta y nueve décimas de centímetro (7,9 mm).
Unión de secciones	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El dispositivo de unión de secciones o unidades debe ser tal que impida todo movimiento o juego en tales puntos de unión durante el paso del equipo de distribución del hormigón.
Curvas horizontales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ En curvas con radios menores o iguales a treinta (30) metros se deben emplear moldes curvados con radios adecuados. ❖ No se deben utilizar moldes de madera en aquellos sectores en que se deba apoyar la regla vibradora, u otro equipo de compactación o terminación autopulsado. Sólo pueden utilizarse moldes de madera para contener al hormigón, siempre que se acompañe por fuera con un molde metálico que sirva de apoyo a la regla o equipo utilizado.
Limpieza	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los moldes se deben encontrar limpios, sin restos de hormigón endurecido y lubricados, debiéndose descartar y/o reparar aquellos moldes que presenten abolladuras o defectos.

Tabla 19. Moldes de encofrado para losas de recubrimiento. Requisitos.

7.2.5.2.- Vibradores de inmersión

Los vibradores de inmersión deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 20.

Característica	Requisitos
Cantidad	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Es obligatorio que en el frente de ejecución se cuente con al menos 2 vibradores de inmersión en perfecto estado de funcionamiento.
Masa y vibración	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La masa del elemento vibrante, como así también la frecuencia y amplitud de vibración, debe ser tal que produzca un efecto fluidificante que permita eliminar el aire atrapado, vacíos u oquedades y densificar el hormigón, sin que se produzca segregación de ninguno de sus componentes. ❖ El diámetro mínimo de la aguja vibrante debe ser de veinticinco milímetros (25 mm). ❖ La frecuencia mínima de vibrado debe ser de once mil revoluciones por minuto (11.000 rpm) para vibradores de accionamiento eléctrico;

	y dieciocho mil revoluciones por minuto (18.000 rpm) para los vibradores de accionamiento neumático.
--	--

Tabla 20. Vibradores de inmersión. Requisitos.

7.2.5.3.- Viga o Regla Vibratoria

La viga o regla vibratoria debe ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 21.

Característica	Requisitos
Vibración	❖ La frecuencia y amplitud de vibración, debe ser tal que produzca un efecto fluidificante que permita eliminar el aire atrapado y densificar el hormigón, sin que se produzca segregación de ninguno de sus componentes. La frecuencia de vibración debe ser igual o superior a tres mil quinientas revoluciones por minuto (3.500 rpm) y que asegure el cumplimiento de las condiciones necesarias de terminación.
Apoyo y avance	❖ La viga, regla vibradora o vibrador de superficie se debe apoyar sobre los moldes laterales. Debe contar con malacates u otro dispositivo en ambos extremos que permita lograr un avance uniforme y parejo en toda la sección. Previo al paso de la regla vibratoria, es obligatorio realizar una compactación previa con vibradores de inmersión en toda la superficie del recubrimiento garantizando una densificación completa en todo el espesor de calzada.

Tabla 21. Regla o viga vibratoria. Requisitos.

7.2.5.4.- Terminadora de rodillos

La terminadora de rodillos debe ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 22.

Característica	Requisitos
Características generales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La terminadora será autopropulsada y podrá desplazarse montada sobre los moldes laterales o contar con encofrados deslizantes. El equipo deberá contar con al menos 2 rodillos metálicos para la terminación superficial del hormigón, los cuales podrán operar en el sentido transversal o longitudinal a la dirección de pavimentación. ❖ Independientemente de si el equipo cuenta con un vibrador adosado al sistema de compactación y terminación, deberá disponerse en el frente de trabajo de al menos 2 vibradores de inmersión para reforzar la compactación del hormigón, en especial en la porción inferior de la losa y los bordes de calzada. La compactación con vibradores de

Característica	Requisitos
	inmersión deberá realizarse inmediatamente antes del paso del equipo terminador.

Tabla 22. Terminadora de rodillos. Requisitos.

7.2.5.5.- Pavimentadora de encofrado deslizantes

Las pavimentadoras de encofrados deslizantes deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 23.

Característica	Requisitos
Calibración y operación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La pavimentadora deberá estar adecuadamente calibrada y en condiciones adecuadas de operación durante toda la ejecución de la obra, con asistencia técnica del representante del fabricante cuando ésta sea requerida. ❖ El operador deberá estar capacitado en la operación del equipo, para lo cual, la empresa contratista deberá informar, previo al inicio de los trabajos, la formación que ha recibido el personal para la operación de pavimentadoras de encofrados deslizantes, así como también el registro de volúmenes ejecutados en obras de estas características.
Guiado	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La pavimentadora debe disponer de un sistema de nivelación y alineamiento por hilos guía ubicados a ambos lados o de sistemas de guiado tridimensional.
Compactación	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La pavimentadora debe poder compactar adecuadamente el hormigón fresco en todo el ancho de pavimentación, mediante vibración interna aplicada por elementos dispuestos de forma uniforme con una separación comprendida entre trescientos cincuenta y quinientos milímetros (350 a 500 mm). La separación entre el centro del vibrador extremo y la cara interna del encofrado correspondiente no debe exceder de ciento cincuenta milímetros (150 mm). Los vibradores internos utilizados deben poder trabajar en un intervalo de frecuencias de vibración comprendido entre siete mil y doce mil revoluciones por minuto (7 000 a 12 000 rpm).
Terminación e inserción de pasadores y/o barras de unión	<ul style="list-style-type: none"> ❖ En el caso que el equipo pavimentador cuente con dispositivos automáticos para las tareas de inserción de barras (insertor automático de pasadores o barras de unión) o de terminación (fratás automático), los mismos deben cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 18 y/o Tabla 24, respectivamente. Se debe verificar su correcta calibración, verificando que el equipo entrega la calidad de terminación requerida y que las barras se encuentran insertadas en el hormigón de

	acuerdo con las tolerancias establecidas en las especificaciones técnicas.
--	--

Tabla 23. Pavimentadora de encofrado deslizantes. Requisitos.

7.2.5.6.- Fratases

Los fratasas deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 24.

Característica	Requisitos
Fratás manual.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El largo de la hoja de cada fratas debe ser de como mínimo de 3 metros (3,0 m) y un ancho mínimo de quince centímetros (15 cm). ❖ Los fratasas deben ser de material metálico liviano (preferentemente aluminio o magnesio) y deben poder cambiar el ángulo de ataque para avanzar o retroceder en la operación de pasaje transversal sobre la calzada.
Fratás automático	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Deben estar contruidos por material metálico, preferentemente liviano (aluminio o magnesio). El largo de la hoja de cada fratas debe ser de como mínimo de 3 metros (3,0 m) y un ancho mínimo de veinte centímetros (20 cm). ❖ El ajuste y calibración del dispositivo se realizará garantizando que el mismo se apoye suavemente sobre la superficie de la calzada, sin generar una presión excesiva que pueda deformar o distorsionar la superficie del hormigón fresco. ❖ Se ajustará el fin de carrera del dispositivo a una separación como mínimo de 20 cm respecto al borde de calzada.

Tabla 24. Fratás metálico. Requisitos.

7.2.6.- Equipos para el texturizado

Los equipos para el texturizado deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 25.

Característica	Requisitos
Características Generales	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El equipo para el texturizado será de arrastre o autopropulsado. ❖ El mismo debe ejercer una presión constante sobre toda la superficie de hormigón fresco, logrando una textura pareja y uniforme de toda la sección del hormigón. ❖ El equipo a emplear en el texturizado del recubrimiento deberá ser capaz de producir la textura superficial especificada con un rendimiento igual o superior al que entregue el equipo de pavimentación principal.

Tabla 25. Equipos para el texturizado. Requisitos.

7.2.7.- Equipos para la distribución del compuesto de curado

Los equipos para la distribución de compuesto de curado deben ajustarse a los requisitos indicados en la Tabla 26.

Característica	Requisitos
Equipos automáticos autopulsados.	❖ Los equipos utilizados en la distribución superficial del compuesto de curado deben asegurar una distribución continua y uniforme de la película aplicada, así como la ausencia de zonas deficitarias en dotación, tanto en la superficie como en los bordes laterales de las losas. Además, deben ir provistos de dispositivos que proporcionen una adecuada protección del producto pulverizado contra el viento. El tanque de almacenamiento del producto debe contar con un dispositivo que lo mantenga en continua agitación durante su aplicación.
Puentes de distribución de compuestos de curado	❖ El puente de curado debe estar montado sobre ruedas de accionamiento mecánico o propulsado de forma manual. El equipo debe contar con picos pulverizadores distribuidos en toda la sección de hormigón y con una bomba con motor para la presurización del circuito de distribución del compuesto.
Pulverizadores (mochila) de accionamiento manual.	❖ Los equipos utilizados en la distribución superficial del compuesto de curado deben asegurar una distribución continua y uniforme de la película aplicada. Se debe contar con el número de pulverizadores, en perfecto estado de funcionamiento, que permita seguir el ritmo de ejecución establecido. Dicho número de equipos nunca puede ser inferior a dos (2). Adicionalmente al número de equipos para la normal ejecución de los trabajos, se debe contar con un equipo adicional en las instalaciones del obrador.

Tabla 26. Equipos para la distribución del compuesto de curado. Requisitos.

7.2.8.- Puente de servicio y herramientas manuales

El contratista deberá proveer todas las herramientas manuales necesarias para obtener adecuadas condiciones de terminación del hormigón: incluyendo llanas, frataces, cucharas, baldes, etc.

Se deberá contar en el frente de pavimentación con un puente de servicio móvil que permita acceder al sector central de la calzada si esto resultara necesario. En el caso que se cuenten con equipos de texturizado y/o curado que permiten cumplimentar esta función, el puente de servicio no será requerido.

Se deberá contar con un puente para la extensión de membranas de protección.

Los puentes de servicio y/o para la extensión de membranas de protección, deberán verificar los requisitos establecidos en Tabla 27. Puentes de servicio o para la extensión de membranas de protección. Requisitos..

Característica	Requisitos
Puente de servicio.	❖ El puente debe conformar una superficie estable de trabajo, permitiendo el acceso todo el ancho de la faja pavimentada. Puede encontrarse montado sobre ruedas o apoyos fijos
Puentes para la extensión de membranas de curado y protección	❖ El puente de extensión debe estar montado sobre ruedas de accionamiento mecánico o propulsado de forma manual. El equipo debe contar con un rollo en sentido transversal, adosado a una manivela que permita desenrollar la membrana sobre el recubrimiento, sin que se genere un efecto de arrastre sobre la superficie del mismo.

Tabla 27. Puentes de servicio o para la extensión de membranas de protección. Requisitos.

7.2.9.- Equipos para el aserrado de juntas

Los equipos para el aserrado de juntas deberán verificar los requisitos establecidos en la Tabla 28.

Característica	Requisitos
Cantidad	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Se debe contar con el número de equipos de aserrado, en perfecto estado de funcionamiento, que permita cortar las juntas en las dimensiones requeridas en las especificaciones técnicas, siguiendo el ritmo de ejecución establecido y acorde a las condiciones climáticas imperantes. Dicho número de equipos nunca puede ser inferior a dos (2). ❖ Adicionalmente al número de equipos para la normal ejecución de los trabajos, se debe contar con un equipo de aserrado adicional en las instalaciones del obrador.
Equipos para el aserrado de juntas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Las aserradoras deben ser autopropulsadas, las mismas deben tener una potencia mínima de trece caballos de fuerza (13 HP). ❖ El espesor de los discos de corte debe ser de dos milímetros a seis milímetros (2 mm a 6 mm). Las sierras para juntas longitudinales deben estar dotadas de una guía de referencia que asegure la distancia a los bordes del recubrimiento.

Tabla 28. Equipos para el aserrado de juntas. Requisitos.

7.2.10.- Equipos para el sellado de juntas

Los equipos para el sellado de juntas deberán verificar los requisitos establecidos en la Tabla 29.

Característica	Requisitos
Compresor de aire	❖ El compresor de aire debe tener una capacidad de tanque igual o superior a cien litros (100 lt) y una presión de trabajo igual o superior a cinco bar (5 bar – 0,5 MPa).
Arenador	❖ El arenador debe tener una capacidad de tanque igual o superior a cincuenta litros (50 lt) y una presión de trabajo igual o superior a cinco bar (5 bar – 0,5 MPa).
Hidrolavadora	❖ La hidrolavadora debe tener presión de trabajo de agua regulable de cinco bar (5 bar – 0,5 MPa) a diez bar (10 bar – 1,0 MPa).
Equipo aplicador	❖ El equipo aplicador del material de sello deben ser capaces de realizar la colocación en la posición requerida. Deberá contar con una bomba, capaz de alimentar en forma continua el compuesto a presión y deben llenar completamente el ancho de la junta, en el espesor requerido, sin discontinuidades ni formación de vacíos de aire atrapado.

Tabla 29. Equipos para el sellado de juntas. Requisitos.

7.3.- Ejecución de las obras

Previamente a la iniciación de la construcción de la calzada, y con anticipación suficiente, el Contratista comunicará al Director de Obra la fecha en que se dará comienzo a las operaciones de colocación del hormigón, así como el procedimiento constructivo que empleará.

Antes de iniciar la pavimentación propiamente dicha, se construirá una faja o tramo de prueba para evaluar todos los procesos involucrados en la elaboración, transporte, colocación, terminación, curado y aserrado del hormigón según lo indicado en el apartado 8.

7.3.1.- Preparación de la superficie de apoyo

7.3.1.1.- Preparación de la Superficie para la colocación de Recubrimiento Adherido

Todos los trabajos (fresado, texturizado y limpieza) que se detallan a continuación son de fundamental importancia para garantizar la condición de adherencia asumida en el diseño estructural, entre el pavimento asfáltico existente y la capa de recubrimiento de hormigón a colocar.

Fresado

Todos aquellos tramos que presenten ahuellamientos o deformaciones mayores a 25mm deberán ser fresadas de forma tal que una vez colocado el hormigón no existan espesores menores al de proyecto, ni huellas a rellenar mayores a 25mm.

Para determinar las zonas a fresar deberá utilizarse una regla de al menos 3,60m de longitud, que deberá apoyarse de forma transversal en los puntos extremos de la senda y de forma tal de garantizar una pendiente transversal mínima, que permita el correcto escurrimiento superficial de las aguas.

El Director de Obras delimitará las zonas a fresar en un ancho de media calzada, con lados perpendiculares al eje de esta para luego realizar un fresado en el espesor necesario para que cumpla con las exigencias anteriormente expresadas.

Las zonas de huella que no fueron fresada deberán ser texturizadas teniendo en cuenta que la profundidad final de huella no deberá ser mayor a 25mm.

El material producido por las tareas de fresado será retirado y depositado en un sitio a definir por el Director de Obra.

Texturizado

En aquellos lugares donde no se hayan realizado trabajos de fresado, deberán texturizarse generando una superficie rugosa que fomente la adherencia con el hormigón de recubrimiento.

El texturizado consistirá en un fresado fino donde la distancia entre líneas consiste en aproximadamente la mitad de la distancia entre las líneas de fresado habituales.

El material producido por las tareas de texturizado será retirado y depositado en un sitio a definir por el Director de Obra.

Limpieza

Una vez realizado el fresado o texturizado según corresponda, deberá realizarse en primer lugar una limpieza por hidrolavado, para la eliminación de todo tipo de elementos pobremente adheridos. El hidrolavado se deberá hacer como máximo 24 horas antes del hormigonado, no permitiéndose una vez realizado el mismo la circulación de vehículos sobre dicha superficie. Como segundo paso, se realizará una limpieza con aire comprimido inmediatamente antes de la colocación del hormigón. No obstante, esto se deberá contar con un equipo de aire comprimido en el momento mismo del hormigonado por cualquier eventualidad que se requiera en el frente de obra.

Bacheo del pavimento asfáltico existente

El Director de Obra delimitará las zonas a bachear con lados rectos, paralelos y perpendiculares al eje de la calzada. El material deteriorado será retirado mediante fresado.

Los lados del bache deberán, estar en correspondencia con las juntas que se ejecutarán en el futuro recapado de hormigón, y se ejecutarán transiciones graduales a ambos lados del sector bacheado con el objetivo de evitar cambios abruptos en el espesor de recubrimiento.

Se encuentra prohibido el relleno del bache tanto con mezcla asfáltica como con hormigón (con anterioridad a la ejecución del recubrimiento). El bache y la zona de transición se rellenará en forma simultánea con la ejecución del recubrimiento adherido de hormigón, según se encuentra esquematizado en el Plano N° 8B.05.

Cuando existan evidencias de que la falla se originó por un mal comportamiento de la banquina (drenaje insuficiente, falta de confinamiento, etc.), la zona a bachear incluirá a la misma.

7.3.1.2.- Preparación de la Superficie para Recubrimiento No Adherido

Antes de dar comienzo a la construcción del recubrimiento no adherido, el Director de Obra deberá aprobar por escrito la superficie del pavimento existente. El Director de Obra podrá exigir al Contratista la presentación de una planilla donde se informe el control planialtimétrico de la superficie del mismo. Deberá procederse a la eliminación de toda irregularidad de la superficie del pavimento que exceda los veinticinco milímetros (25 mm) de separación respecto de una regla de tres metros (3 m) o que impida o dificulte la cumplimentación del espesor mínimo de recubrimiento y las condiciones de uniformidad exigidas en la presente especificación. Las áreas deterioradas localizadas que manifiestan hundimiento ó desplazamiento de material, pérdida de soporte y/o depresiones, deben ser previamente bacheadas según lo indicado en las especificaciones particulares o en su defecto lo que establezca el Director de Obra.

Previamente al inicio de la colocación del recubrimiento, deberá realizarse una profunda limpieza mediante cepillos y soplado con aire comprimido. La superficie deberá encontrarse libre de materiales sueltos o débilmente adheridos, y deberá ser humectada mediante riego de agua, sin encharcar.

7.3.2.- Transporte de la mezcla de Hormigón

El transporte del hormigón hacia el frente de colocación, deberá realizarse en forma continua y sin demoras. Deberán encontrarse claramente definidos los recorridos de la planta al frente de pavimentación, implementando desvíos y/o accesos provisorios para la descarga si fuera necesario, evaluar la interacción con el tránsito propio del camino seleccionado, entre otros.

El Contratista realizará todos los controles que sean necesarios a los efectos de que la mezcla colocada cumpla con todos los requisitos establecidos en estas especificaciones.

En el caso de transporte de mezcla terminada en camiones sin dispositivos de agitación, se limitará el transporte a una distancia máxima de 15 km y a un tiempo máximo de 30 minutos. En el caso de transporte de mezcla mediante el empleo de camiones motohormigoneros, se limitará el transporte a un tiempo máximo de 120 minutos. En función de las condiciones climáticas y la adopción de medidas especiales, el Director de Obra podrá reducir o ampliar estos límites.

7.3.3.- Pavimentación con moldes fijos

7.3.3.1.- Instalación de moldes laterales

Los moldes se deben apoyar perfectamente en sus bases, deben ser unidos entre sí de manera rígida y efectiva, y su fijación al terreno se debe realizar mediante clavos o estacas que impidan toda movilidad de los mismos.

Se permite, a los efectos de ajustarlos a los niveles y pendientes que correspondan, la ejecución de rellenos de mortero de cemento u otro material suficientemente estable bajo sus bases, los que deben realizarse dándoles la firmeza necesaria para evitar asentamientos.

Las juntas o uniones de los moldes se deben controlar y no se admiten resaltos o variaciones, tanto en el alineamiento como en la pendiente.

En las curvas, el Contratista deberá procurar asegurar al máximo la firmeza de los moldes, así como su ajuste al radio correspondiente. Previo a la colocación del hormigón, los moldes deberán encontrarse lubricados con aceite o líquido desencofrante para facilitar su remoción posterior y limpieza.

7.3.3.2.- Pasadores y barras de unión y armadura distribuida

Los pasadores y barras de unión se colocarán con la separación y dimensiones indicadas en la Especificación Particular y mediante canastos y anclajes con la configuración de armado descrita en los Planos N° 8A.2 y N° 8A.3 para la instalación de pasadores y barras de unión respectivamente.

Los pasadores se colocarán de manera tal que resulten longitudinalmente paralelos al eje y a la rasante de la calzada. La máxima desviación, tanto en planta como en alzado, de la posición del eje de un pasador respecto a la teórica será de diez milímetros (10 mm). La máxima desviación angular respecto a la dirección teórica del eje de cada pasador, medida por la posición de sus extremos, será de cinco milímetros (5 mm), medidos antes del vertido del hormigón.

Los canastos deberán anclarse a la base del recubrimiento, mediante clavos, estacas u otro elemento que permita alcanzar una sujeción total del sistema a la base, y que pueda resistir el empuje del equipo pavimentador durante las operaciones de colocación del hormigón sin que se produzcan desplazamientos de ningún tipo.

Antes o después de la instalación de los canastos de pasadores, se clavará una estaca a cada lado de los bordes de calzada, de manera de identificar claramente la ubicación del eje de la junta transversal. Estas estacas se mantendrán en posición hasta que se efectúe el marcado de la ubicación de las juntas sobre la superficie del recubrimiento o hasta que se realicen las tareas de aserrado primario.

Las barras de unión se colocarán de manera tal que resulten transversales al eje del pavimento y paralelas a la rasante de la calzada. La máxima desviación en alzado de la posición del eje de una barra de unión respecto a la teórica será de diez milímetros (10 mm), medidos antes del vertido del hormigón.

El “autosuporte” de las barras de unión se encuentra restringido únicamente para aquellos proyectos en los que se contemple la colocación de barras de unión con un diámetro igual o superior de doce milímetros (12 mm).

La armadura distribuida se colocará en las zonas y en la forma que se indique en los Planos. En el caso que no se encuentre establecido su posición respecto a la superficie del pavimento, se ubicará en el espacio comprendido entre el espesor medio de la losa y cinco centímetros (5 cm) por debajo de la superficie expuesta, paralela a la superficie del recubrimiento. Se encontrará, limpia de óxido no adherente, grasa y otras materias que puedan afectar la adherencia del acero con el hormigón.

La armadura se sujetará para impedir todo movimiento durante la puesta en obra del hormigón mediante la instalación de cunas o soportes, los cuales deberán tener la rigidez suficiente y disponerse de forma que no se produzca su movimiento o deformación durante las operaciones previas a la puesta en obra del hormigón, ni durante la ejecución del recubrimiento.

7.3.3.3.- Colocación, vibración y terminación

El hormigón debe descargarse sobre la superficie de la manera más directa posible y en el sitio más próximo posible a su ubicación definitiva, evitando excesivas alturas de caída que puedan producir segregación del material. En la medida de lo posible, se buscará que el camión ingrese sobre la cancha para efectuar una descarga frontal. Una vez descargado el hormigón, podrá completarse la distribución en forma manual mediante el empleo de palas anchas (de punta cuadrada) de manera de asegurar cargar la cantidad de material justa delante de regla o terminadora.

La tarea de compactación del hormigón se efectuará mediante el empleo de vibradores de inmersión, densificando en forma íntegra y eficaz el hormigón en su totalidad. Al introducirlos en el hormigón, se debe tener especial cuidado con no tocar los moldes, ni las armaduras ya que esto puede producir segregación. La distancia aproximada entre los puntos de inserción debe ser de 7 a 10 veces el diámetro de la aguja, de manera tal que el área de influencia se traslape con la inserción anterior. Los vibradores no deben arrastrarse y nunca ser empleados para distribuir la mezcla.

Los vibradores se deben insertar a distancias uniformemente espaciadas entre sí, con una separación entre los puntos de inserción menor que el diámetro del círculo dentro del cual la vibración es visiblemente efectiva. En cada lugar de inserción, el vibrador debe ser mantenido solamente durante el tiempo necesario y suficiente para producir la compactación del hormigón.

Los vibradores se deben introducir y extraer de la masa de hormigón en posición vertical, y la vibración debe ser interrumpida en el momento que cese el desprendimiento de las grandes burbujas de aire. En ningún caso se deben utilizar los vibradores de inmersión como medio para el desplazamiento del hormigón colocado.

Durante las operaciones de vibrado se debe evitar el contacto de los vibradores con los moldes y armaduras, y que el vibrado produzca la deformación o el desplazamiento de las armaduras respecto del lugar indicado en los planos.

En el caso que el vertido se realice en más de una camada, al vibrar una capa de hormigón, la inmediata inferior aún debe estar en condiciones de ser revibrada. El vibrador debe atravesar la nueva capa totalmente y penetrar en la inferior para asegurar la unión entre ambas, evitando la formación de un plano de junta.

Luego se procederá al paso del equipo terminador o regla vibratoria el que avanzará en forma pareja y uniforme, realizando un desplazamiento tan continuo como sea posible. Deberá verificarse que la regla o terminadora arrastra una pequeña cantidad de material a su paso, verificándose durante su avance un contacto con el hormigón en forma continua y homogénea en toda la sección transversal.

La terminación se realizará mediante el fratasado del hormigón con un elemento de superficie plana, que permita eliminar los puntos altos y rellenar los bajos, sumergir las partículas de agregado más gruesas, remover y corregir pequeñas imperfecciones, y generar mortero en la superficie para el texturizado. Este proceso se debe realizar deslizando el fratás desde el borde más cercano hasta el más lejano, donde se cambia el ángulo de ataque y se vuelve a deslizar en el sentido contrario hasta alcanzar el punto inicial, cuidando de traslapar cada pasada al menos un tercio ($1/3$) del largo del fratás. Para esta tarea se encuentra prohibido el uso de cinta o correa.

Se prohibirá el riego con agua o la extensión de mortero sobre la superficie del hormigón fresco para facilitar su acabado. Donde fuera necesario aportar material para corregir una zona baja, se empleará hormigón aún no extendido.

7.3.4.- Pavimentación con encofrados deslizantes

7.3.4.1.- Sistemas de nivelación y alineación

Sistema de guía por cable

El tendido del hilo se realizará con apoyo topográfico, disponiéndolos a ambos lados del equipo pavimentador mediante la colocación de soportes y pines metálicos.

La separación máxima entre pines será de 7,5 metros en tramos rectos. En zona de curvas verticales y horizontales se reducirá la separación entre pines de manera de poder ejecutar íntegramente los trabajos con la pavimentadora, respetando las condiciones de terminación y calidad requeridas en el presente pliego. Asimismo, durante la jornada de trabajo se deberá revisar y tensar nuevamente los tramos de tendido que se encuentren por delante de la pavimentadora.

El hilo podrá estar constituido por un cable de acero, nylon o polietileno y deberá encontrarse perfectamente tensado durante toda la jornada de pavimentación.

Otros sistemas

Para el posicionamiento y nivelación podrá utilizarse otro tipo de tecnología, tal como el sistema 3D de posicionamiento y guiado sin hilo (3D Stringless Guidance System). En ese caso, deberá verificarse que el sistema de posicionamiento pueda garantizar la correcta alineación y nivelación de los equipos de pavimentación durante la fase de ejecución con una precisión igual o superior a la que provee el sistema de posicionamiento y guiado con doble hilo guía.

En situaciones en las que resultase conveniente, podrán emplearse patines en lugar de los sensores de nivelación vertical, siempre y cuando estos se deslicen sobre la superficie de una faja adyacente recientemente pavimentada.

7.3.4.2.- Zonas de tracción de orugas

Los caminos o zonas sobre los que se desplazarán las orugas de la pavimentadora estarán suficientemente compactados para permitir su paso sin deformaciones, y se mantendrán limpios. No deberán presentar irregularidades superiores a doce milímetros (12 mm), medidos con regla de tres metros (3 m).

Donde se ejecute una franja junto a otra existente, se podrá usar ésta como zona de tracción para las orugas. En este caso, la primera deberá haber alcanzado una resistencia a compresión igual o superior a la resistencia potencial informada a la edad de siete (7) días en la presentación de la fórmula de obra y se protegerá su superficie de la acción de las orugas interponiendo bandas de goma, tablas de madera u otros materiales adecuados, a una distancia conveniente del borde. Si se observan daños estructurales

o superficiales en las zonas de circulación de las orugas, se suspenderá la ejecución, reanudándola cuando el hormigón hubiera adquirido la resistencia necesaria, o adoptando las precauciones suficientes para que no se produzcan daños.

7.3.4.3.- Pasadores y barras de unión

Cuando se empleen pavimentadoras de encofrado deslizante podrá emplearse la técnica de inserción de armaduras en el hormigón fresco como método alternativo a la colocación previa de pasadores con canastos. En este caso, el equipo pavimentador deberá contar con un dispositivo desarrollado para este propósito por el fabricante del equipo pavimentador, que permita insertar los pasadores en forma automatizada sin detenciones y de acuerdo con las tolerancias y requisitos establecidos en esta especificación. Previo al inicio de los trabajos deberá efectuarse la calibración de este dispositivo y repetirse periódicamente, en especial cuando se realicen en el equipo tareas de mantenimiento, ajustes, cambios en el ancho de trabajo o sea trasladado a otro frente de trabajo.

Los pasadores se colocarán paralelos entre sí y al eje de la calzada. La máxima desviación, tanto en planta como en alzado, de la posición del eje de un pasador respecto a la teórica será de veinte milímetros (± 20 mm). La máxima desviación angular respecto a la dirección teórica del eje de cada pasador, medida por la posición de sus extremos, será de diez milímetros (± 10 mm).

Las barras de unión se encontrarán ubicadas perpendiculares al eje de calzada con las separaciones indicadas en los planos con una tolerancia de veinte milímetros (± 20 mm) en alzada y de cincuenta milímetros (± 50 mm) en planta.

En el caso que la colocación de barras de unión o pasadores se realice con canastos, o se incorpore armadura distribuida, será de cumplimentación lo establecido en el Punto 7.3.3.

7.3.4.4.- Colocación, vibración y terminación

La ejecución con pavimentadoras de encofrados deslizantes deberá efectuarse a una velocidad constante que asegure una adecuada compactación en todo el espesor de la losa, alcanzar la rasante requerida y su correcta terminación. La descarga y la extensión previa del hormigón en todo el ancho de pavimentación se realizarán de modo suficientemente uniforme para no desequilibrar el avance de la pavimentadora; esta precaución se deberá extremar al hormigonar en rampa.

La terminación se realizará únicamente mediante fratás mecánico, para el cual deberá verificarse que éste se desliza sobre el hormigón ejerciendo una presión similar a la que le proporciona su propio peso, sin generar deformaciones en la superficie de la calzada. En ningún caso, el recorrido del fratás se aproximará a menos de trescientos milímetros (300 mm) del borde de calzada.

La superficie del pavimento no deberá ser retocada, salvo en zonas aisladas, comprobadas con reglas de longitud no inferior a tres (3) metros donde se observen desviaciones superiores a las indicadas en este pliego.

Se prohibirá el riego con agua o la extensión de mortero sobre la superficie del hormigón fresco para facilitar su acabado. Donde fuera necesario aportar material para corregir una zona baja, se empleará hormigón aún no extendido.

7.3.5.- Texturizado

Una vez finalizadas las tareas de terminación se dará a su superficie una textura homogénea, según determine el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y que permita cumplimentar los requisitos de macrotextura establecidos en el Punto 12.2.5.

Según el método a emplear se deberán cumplimentar los requisitos que se indican a continuación

7.3.5.1.- Arpillera húmeda

El texturizado con rastra de arpillera consiste en el arrastre de una tela de este material, sobre la superficie recién terminada del hormigón.

La arpillera deberá contar con, al menos, un pliegue y apoyará sobre la calzada terminada de 45 a 60 cm. Deberá mantenerse limpia y húmeda durante toda la jornada de trabajo, en tanto que se puede usar deshilachada levemente su extremo posterior, para mejorar la profundidad de textura.

7.3.5.2.- Césped sintético

Consiste en el arrastre de una carpeta invertida de césped sintético y se aplica con las mismas técnicas que la arpillera. El césped sintético a emplear deberá verificar las siguientes condiciones:

- ❖ Largo de pelo: entre 15 y 25 mm.
- ❖ Cantidad de pelos por metro cuadrado: Mayor de 50.000.
- ❖ Peso: Mayor de 2350 g/m²

Con el objeto de alcanzar la profundidad de macrotextura establecida en 12.2.5 o las especificaciones particulares, se encuentra habilitado el lastre de la manta de césped sintético disponiendo sobre la misma listones o tablas de madera, generando una presión uniforme sobre el recubrimiento.

El césped apoyará sobre la calzada terminada una longitud de 45 a 60 cm y se mantendrá limpia, eliminando diariamente todo resto de mortero adherido.

7.3.5.3.- Peine transversal

Consiste en el arrastre en el sentido transversal de un implemento tipo peine metálico o plástico que genera una serie de surcos sobre la superficie del recubrimiento.

A fin de reducir al mínimo la generación de ruido, la textura alcanzada con esta técnica deberá verificar las siguientes condiciones:

- ❖ Espaciamiento:
 - Uniformemente espaciados cada 13 mm, o
 - Separaciones variables de 10 a 75 mm
- ❖ Profundidad del dibujo: De 1,5 a 3 mm
- ❖ Ancho de canales: 3 mm
- ❖ Orientación del patrón: Esviación 1:6.

Con anterioridad a la ejecución de esta técnica se deberá aplicar un texturizado con arpillera húmeda o césped sintético.

7.3.5.4.- Peine longitudinal:

Consiste en el arrastre en el sentido longitudinal de un implemento tipo peine metálico o plástico que genera una serie de surcos sobre la superficie del recubrimiento. La textura alcanzada con esta técnica deberá verificar el siguiente patrón:

- ❖ Espaciamiento de pines: Uniformemente espaciados cada 13 mm.
- ❖ Profundidad del dibujo: De 1,5 a 3 mm
- ❖ Ancho de canales: 3 mm

Con anterioridad a la ejecución de esta técnica se deberá aplicar un texturizado previo con arpillera húmeda o césped sintético.

7.3.5.5.- Cepillo:

El cepillado puede efectuarse deslizando en el sentido longitudinal o transversal a la dirección de circulación, un cepillo en forma manual o mecánica, creando pequeñas crestas sobre la superficie del recubrimiento.

El bloque que contiene las cerdas deberá ser de madera, aluminio, o plástico (polietileno de alta densidad), siendo recomendable principalmente estos últimos ya que no se pudren ni deforman en contacto con la humedad.

Las cerdas pueden estar constituidas por pelos de caballo, polipropileno o nylon.

7.3.6.- Protección y curado

7.3.6.1.- Condiciones generales

Siempre que sea necesario, durante el primer período de endurecimiento se protegerá el hormigón fresco contra el lavado por lluvia, la desecación rápida -especialmente en condiciones de baja humedad relativa del aire, fuerte insolación o viento- y los enfriamientos bruscos o congelación.

El Contratista realizará la protección y curado del hormigón de modo de asegurar que tenga la resistencia especificada y se evite la fisuración y agrietamiento de las losas.

El tiempo de curado no será menor de diez (10) días. En caso de bajas temperaturas se aumentará el tiempo de curado en base a las temperaturas medias diarias. El período de curado se aumentará en un número de días igual al de aquéllos en que la temperatura media diaria del aire en el lugar de ejecución de la calzada haya descendido debajo de los cinco grados Celsius (5 °C), entendiendo como temperatura media diaria al promedio entre la máxima y mínima del día. A estos efectos el Director de Obra llevará un registro de las temperaturas máximas y mínimas diarias.

7.3.6.2.- Métodos de curado

El método de curado empleado por el Contratista deberá resultar efectivo bajo cualquier condición climática. Al sólo juicio del Director de Obra, éste podrá ordenar el cambio de método de curado ante fisuración incipiente o cualquier otro defecto atribuible a esta causa.

El curado del recubrimiento se realizará mediante la aplicación de compuestos líquidos formadores de membrana cumpliendo los lineamientos establecidos en la presente especificación. Alternativamente, para la pavimentación de áreas pequeñas o tareas de reconstrucción de losas, se admitirá el empleo de film de polietileno o arpillera de yute o mantas geotextil como método de curado del recubrimiento, según los requisitos establecidos en los apartados correspondientes, debiéndose incorporar además métodos de protección adicionales que prevengan la formación de fisuras a edad temprana hasta la aplicación de las membranas de protección.

Compuestos líquidos formadores de membrana

El compuesto de curado deberá cumplir los requisitos incluidos en el punto O de la presente especificación.

Si se emplea como único método de protección y curado, se utilizará un compuesto formador de membrana de resina en base a solvente que cumpla con la Norma IRAM 1675 (compuestos tipo B).

No se admitirá el empleo de productos de formación de membrana de base acuosa a menos que su aplicación sea complementada con otro método de protección (por ejemplo, aspersión de una fina niebla

de agua sobre la superficie del recubrimiento, incorporación de pantallas de protección, aplicación de un retardador de evaporación, etc) y se garantice una adecuada protección frente a la fisuración plástica y un curado adecuado del hormigón.

El producto de curado será aplicado en toda la superficie del recubrimiento asegurando una pulverización del producto en un rocío fino, de forma continua y uniforme en las proporciones indicadas por el fabricante y aprobadas por el Director de Obra. Esta dotación no será inferior a doscientos gramos por metro cuadrado (200 g/m²) o al doble de la dosis mínima recomendada por el fabricante, lo que resulte mayor. Al aplicar el producto sobre el hormigón, según la dosificación especificada, deberá apreciarse visualmente la uniformidad de su distribución sobre la superficie y bordes.

El producto de curado se deberá volver a aplicar sobre los bordes de las juntas recién aserradas y sobre las zonas mal cubiertas o donde, por cualquier circunstancia, la película formada se haya deteriorado durante el período de curado.

Además de los controles iniciales establecidos en el Punto 5.6, se deberán realizar controles de su desempeño en obra (por ejemplo, tiempo de secado al tacto, elasticidad de la membrana), de manera de detectar cambios en las características del producto.

El equipamiento a emplear para la distribución del compuesto deberá verificar lo establecido en el Punto 7.2.7.

Deberán controlarse los consumos diarios de producto y durante el tramo de prueba, y luego periódicamente, se efectuarán controles de la dosis efectiva aplicada sobre el recubrimiento. Deberá verificarse que la dosis efectiva de producto no sea inferior a la recomendada por el fabricante ni superior al doble de la dotación mínima requerida. La determinación de la dosis efectiva puede realizarse aplicando el producto sobre la superficie de una chapa de 1 m², con la misma dosis y equipamiento utilizado en el hormigón. La dosis efectiva se obtiene de la diferencia de peso entre la chapa y la chapa con el producto aplicado. En el caso que la distribución se realice con un equipo automatizado, la chapa debe colocarse sobre el recubrimiento de manera tal que no dañe la textura superficial e interponiendo una arpillera u otro material similar que impida la adherencia entre con el hormigón.

Lámina de polietileno, arpillera de yute húmeda o geotextil

En aquellos casos en los que se emplea este sistema como método de protección y curado del hormigón, deberá complementarse con la aplicación de medidas de protección temprana para evitar el secado prematuro del hormigón. Culminadas las operaciones de acabado superficial, se debe mantener húmeda la superficie del recubrimiento mediante una fina niebla de agua.

Cuando el hormigón haya alcanzado suficiente resistencia, se procede a humedecer hasta que escurra el agua sobre la superficie y se dispone la membrana de protección cubriendo toda la superficie del recubrimiento. El contratista deberá prever su eventual retiro y reaplicación de la protección para la realización de las tareas de aserrado de juntas en el caso que sea necesario.

En el caso del film de polietileno, este debe lastrarse convenientemente y conservarse para que durante el período de curado no se separe de la superficie del recubrimiento. La lámina de polietileno contará con un espesor mínimo de cincuenta micrómetros (50 µm) y su provisión se hará en cantidad suficiente para realizar el curado continuo durante siete (7) días como mínimo.

7.3.6.3.- Protección de la calzada después de la construcción

Luego de su construcción, el hormigón endurecido, será protegido contra los efectos perjudiciales de la acción del tránsito y de otras circunstancias que puedan afectarlo desfavorablemente.

Toda losa o porción de calzada que, por cualquier causa, hubiese resultado perjudicada, será reparada, o removida y reemplazada por el Contratista, sin compensación alguna.

7.3.7.- Juntas de contracción

Para controlar la fisuración de las losas, se ejecutarán juntas de los tipos y dimensiones indicados en los planos y en las Especificaciones Particulares.

Junto con la metodología constructiva el Contratista informará con la debida anticipación la secuencia de aserrado de juntas y el tiempo máximo para efectuarlas. El Contratista será totalmente responsable de las consecuencias que las demoras en el aserrado produzcan a la calzada. En el caso que los planos del proyecto no lo contemplen, también deberá presentar un plano de distribución de juntas por cada intersección. Las juntas a plano de debilitamiento, tanto transversales como longitudinales, deberán ser ejecutadas cortando una ranura en el recubrimiento mediante máquinas aserradoras.

Para recubrimientos adheridos de hormigón, deberán responder a lo indicado en el Plano N°8B.5 para los tipos de Juntas transversales de contracción (Tipo A), o a lo indicado para juntas longitudinales de contracción (Tipo C). La distancia entre juntas deberá respetar lo establecido en las especificaciones particulares del proyecto, y nunca deberá ser mayor de 2,0 metros. Las ranuras deberán ejecutarse con una profundidad mínima de un tercio (1/3) del espesor de la losa, y su ancho será el mínimo posible que pueda obtenerse con el tipo de sierra usada, pero en ningún caso excederá de tres milímetros (3 mm).

Para recubrimientos no adheridos de hormigón, deberán responder a lo indicado en el Plano N°8B.1 para los tipos de Juntas transversales de contracción con pasadores (Tipo A-1) y sin pasadores (Tipo A-2), o a lo indicado para juntas longitudinales de contracción o articulación con barras de unión (Tipo C-1) y sin

barras de unión (C-2). La distancia entre juntas deberá respetar lo establecido en las especificaciones particulares del proyecto, y nunca deberá ser mayor de 4,5 metros. Las ranuras deberán ejecutarse con una profundidad mínima de un tercio ($1/3$) del espesor de la losa, y su ancho será el mínimo posible que pueda obtenerse con el tipo de sierra usada, pero en ningún caso excederá de seis milímetros (6 mm).

El momento óptimo para realizar el aserrado es tan pronto el hormigón adquiera suficiente resistencia para obtener un corte sano sin desprendimiento de áridos de los labios de la junta. El contratista contará con el equipamiento suficiente y el personal disponible para poder efectuar esta tarea en todas las juntas aserradas, sin que se produzcan demoras ni interrupciones.

7.3.8.- Juntas de construcción

7.3.8.1.- Juntas transversales de construcción

Estas juntas sólo se construirán cuando el trabajo se interrumpa por más de treinta minutos y al terminar cada jornada de trabajo. Se deberá hacer coincidir las juntas de construcción con juntas de contracción previstas en el proyecto. Asimismo, cuando se pavimente en fajas se deberán hacer coincidir perfectamente con alguna de las juntas transversales de la faja adyacente.

El Contratista deberá disponer de los moldes y elementos de fijación adecuados para la conformación de estas juntas, según Plano N°8B.5 (Tipo B) para recubrimientos adheridos de hormigón ó Plano N°8B.1 (Tipo B) para recubrimientos no adheridos de hormigón.

7.3.8.2.- Juntas longitudinales de construcción (aplica únicamente a recubrimientos adheridos de hormigón)

Estas juntas sólo se construirán en el sector de vinculación entre fajas longitudinales de pavimento. La junta será de borde recto, perfectamente definido según lo indicado en el Plano N° 8B.5 (Tipo D).

7.3.8.3.- Juntas longitudinales de construcción de borde recto, ensambladas o de borde libre (aplica únicamente a recubrimientos no adheridos de hormigón)

Este tipo de junta se construirá como y donde lo indique el proyecto. Deberán responder a lo indicado en el Plano N°8B.1 para este tipo de juntas según cuenten o no con ensambladura y/o barras de unión (Tipo D-1, D-2 o D-3).

7.3.9.- Juntas transversales de dilatación (aplica únicamente a recubrimientos no adheridos de hormigón)

Las juntas transversales de dilatación se construirán en los lugares que indiquen los planos del proyecto. Deberán responder a lo indicado en el Plano N°8A.1 para las juntas Tipo E. El material de relleno será cualquiera de los especificados en 5.8.1.

7.3.10.- Acondicionamiento y Sellado de Juntas

7.3.10.1.- Acondicionamiento de juntas en recubrimientos adheridos de hormigón

Salvo disposición en contrario en las especificaciones particulares de obra, no se requerirá sellar las juntas de contracción, ni de construcción ejecutadas en el recubrimiento de hormigón.

Para las juntas de construcción se requerirá únicamente la ejecución de un cajeo de ancho mínimo que permita conformar una junta recta prolija y que minimice el potencial de generación de despostillamientos.

Tanto las juntas de contracción como de construcción deberán ser acondicionadas mediante hidrolavado para eliminar los restos de lechada de aserrado y finalmente un soplado con aire a presión.

7.3.10.2.- Sellado de juntas en recubrimientos no adheridos de hormigón

Todas las juntas de pavimento serán cajeadas mediante aserrado, con el objetivo de que el sellador cuente con el ancho suficiente como para mantener la máxima elongación y compresión prevista en servicio dentro de los límites establecidos por el fabricante. El ancho mínimo de la caja debe calcularse a partir de los máximos movimientos esperados en servicio desde el preciso momento en el que se realiza la instalación.

El máximo ancho de cajeo de junta será de diez milímetros (10 mm), en tanto que se encuentra prohibido la realización de biselados en las juntas de pavimento.

Si el cajeo de la junta se realiza por aserrado húmedo, una vez finalizada esta operación se procederá al hidrolavado de la junta con una presión de agua deberá entre de 0,5 y 0,7 MPa.

Si el cajeo de la junta se realiza en seco, se completará la operación mediante soplado con aire a 0,5 MPa de presión.

En el cajeo que se efectúe por aserrado húmedo, una vez que la caja se encuentre en condición de seca al aire, se procederá a texturizar ambas caras de la junta mediante arenado. Para ello se deberán efectuar, al menos, una pasada en cada pared del reservorio, sosteniendo la boquilla en ángulo y en forma perpendicular a la junta, arenando los veinticinco milímetros (25 mm) superiores de la caja. Luego de finalizado el texturizado, se procederá al soplado con aire a presión (0,5 MPa), a fin de eliminar restos de arena, suciedad y polvo de la junta y de la superficie del recubrimiento, provistos por la tarea anterior o el propio tránsito de obra.

Para la aplicación del material de sello, las caras de la junta deberán tener su superficie limpia, libre de polvo o partículas sueltas. No se recomienda utilizar solventes para la eliminación de aceites u otras sustancias ya que pueden introducir los contaminantes dentro de la estructura de poros del hormigón.

Una vez que la caja se encuentre en condición de seca al aire, se procederá a la instalación del sellador, siguiendo las recomendaciones del fabricante. En aquellas juntas que ya han sido tratadas previamente, pero que han quedado abiertas durante la noche o por períodos prolongados se deberá repetir la limpieza con chorro de aire antes de proceder con la instalación.

La aplicación tendrá lugar colocando un cordón de respaldo de material compresible constituido por espuma de poliuretano, espuma de polietileno u otro material compatible, que siga las recomendaciones del fabricante del sellador y cumpla la misma función. Su diámetro será como mínimo 25 % mayor que el ancho de la junta.

No se permitirá la colocación de material endurecido o vulcanizado.

En el caso de que los bordes de la junta se encuentren dañados por astillamientos u otra causa, se repararán mediante el empleo de mortero a base de resina epoxi y arena fina.

Previo al inicio de los trabajos de sellado, el contratista procederá a la instalación del material de sello en un tramo de prueba en una sección no menor de cincuenta metros (50 m) a determinar por el Director de Obra, con el procedimiento, equipamiento y personal propuesto. Una vez efectuada las operaciones de sellado y transcurrido el tiempo de curado mínimo establecido por el fabricante se evaluarán las operaciones de instalación mediante el ensayo indicado en la Norma IRAM 45619 en el punto 8.2 Ensayo en obra “pull test”. Este ensayo se realizará en al menos 10 sitios ubicados aleatoriamente dentro del tramo o sección de prueba. En el caso que al menos 1 de los ensayos no haya resultado satisfactorio, el contratista deberá revisar los procedimientos de limpieza y preparación de la junta y repetir la evaluación en una nueva sección de prueba.

7.3.11.- Construcción de cordones

En el caso que en el proyecto se indique la construcción de cordones estos se ejecutarán conforme a lo indicado en las especificaciones técnicas particulares.

7.3.12.- Construcción de banquetas

Las banquetas se terminarán totalmente, antes de que la calzada se libere al tránsito, ejecutándose el trabajo de modo de no dañar el borde de las losas.

7.3.13.- Transiciones

7.3.13.1- Con Pavimento de Hormigón

En el caso que en el proyecto se indique la ejecución de una sección de transición con otro pavimento de hormigón esta se ejecutará conforme a lo indicado en el Plano N°8B.6 (recubrimientos adheridos de hormigón) o Plano N°8B.4 (recubrimientos no adheridos de hormigón) para transiciones de este tipo.

7.3.13.2- Con pavimento flexible

En el caso que en el proyecto se indique la ejecución de una sección de transición con un pavimento flexible esta se ejecutará conforme a lo indicado en el Plano N°8B.6 (recubrimientos adheridos de hormigón) o Plano N°8B.4 (recubrimientos no adheridos de hormigón) para transiciones de este tipo y según corresponda al nivel de tránsito pesado previsto.

7.3.13.3- Con losa de aproximación

En el caso que en el proyecto se indique la ejecución de una sección de transición con losas de aproximación esta se ejecutará conforme a lo indicado en el Plano N°8B.6 (Recubrimientos adheridos de Hormigón) o Plano N°8B.4 (recubrimientos no adheridos de hormigón) para transiciones con losas de aproximación de puentes.

7.3.13.4.- Con estructuras fijas

En el caso que en el proyecto se indique la ejecución de una sección de transición con estructuras fijas esta se ejecutará mediante la materialización de una junta de aislación en todo el perímetro de la estructura según lo indicado en el Plano N°8B.5 (Recubrimientos adheridos de Hormigón) o Plano N°8B.1 (recubrimientos no adheridos de hormigón) para juntas de aislación con sobre-espesor de hormigón (Tipo F-1) si se prevé la circulación del tránsito a través de esta sección o sin sobre-espesor de hormigón (Tipo F-2) si no se prevé la circulación del tránsito.

8.- TRAMO DE PRUEBA

Antes de iniciarse la puesta en obra de los recubrimientos de hormigón, 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 dosificación, mezclado, carga, transporte, descarga, distribución, colocación y alineación de pasadores y/o barras de unión, vibración, terminación, texturizado, aserrado de juntas, curado y protección 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. Debe permitir efectuar la totalidad de los ensayos involucrados y los ajustes derivados del análisis de dichos resultados.

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

El Tramo de Prueba puede ser ejecutado sobre la calzada de hormigón principal, o bien sobre calzadas complementarias a la misma (colectoras, carriles auxiliares, etc.).

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 hormigón fresco y/o sobre testigos extraídos.

En el tramo de prueba se comprobará que:

- ❖ La Fórmula de Obra propuesta es adecuada para los medios disponibles en obra y reúne las características de calidad requeridas en estado fresco y endurecido.
- ❖ El hormigón conserva sus propiedades adecuadamente durante las operaciones de transporte desde la planta al sitio.
- ❖ Los medios de vibración serán capaces de compactar adecuadamente el hormigón en todo el espesor del recubrimiento.
- ❖ Se podrán cumplir las especificaciones de macrotextura y regularidad superficial.
- ❖ El proceso de protección y curado del hormigón fresco será adecuado.
- ❖ Las juntas se puedan ejecutar correctamente.
- ❖ Existe una adecuada alineación y posicionamiento de la totalidad de las armaduras insertas en el hormigón.
- ❖ Se alcanzan las resistencias mecánicas especificadas en esta especificación.

En el caso que no se cumplimente alguno de estos puntos de manera satisfactoria, se realizarán los ajustes que se consideren necesarios y se repetirá la ejecución de un nuevo Tramo de Prueba.

No se puede proceder a la dosificación, mezclado, transporte, colocación, vibración, terminación y texturizado del hormigón sin que el Director de Obra haya autorizado el inicio en las condiciones aceptadas después del Tramo de Prueba.

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

9.- LIMITACIONES POR CLIMA RIGUROSO

Previo a la ejecución del recubrimiento, el contratista deberá analizar la posible incidencia de cualquier combinación de factores climáticos adversos (temperaturas extremas, lluvia, altas tasas de evaporación, altos gradientes térmicos) que pudieran ocurrir durante la construcción o en las 24 h subsiguientes, y puedan perjudicar la calidad del hormigón fresco o endurecido. El contratista deberá prever la aplicación de las medidas de protección necesarias para resguardar el hormigón de calzada de cualquier factor climático que pudiera afectar la calidad final del recubrimiento, o suspender las tareas de colocación hasta que las condiciones climáticas mejoren.

Para el análisis de comportamiento a edad temprana y la evaluación de potenciales riesgos, podrán emplearse herramientas de simulación, como por ejemplo Hiperpav u otros modelos de riesgo.

No deberá transcurrir más de una hora (1 h) entre la fabricación del hormigón y su terminación. El Director de Obra podrá aumentar este plazo hasta un máximo de dos horas (2 h), si se adoptan precauciones para retrasar el fraguado del hormigón o si las condiciones de humedad y temperatura son favorables.

En ningún caso se colocarán en obra pastones que evidencien una pérdida significativa de la trabajabilidad requerida.

Salvo que se instale una iluminación suficiente, a criterio del Director de Obra, el hormigonado del recubrimiento se detendrá con la antelación suficiente para que el acabado se pueda concluir con luz natural.

9.1.- Limitaciones en tiempo frío

Las operaciones de mezclado y colocación del hormigón serán interrumpidas cuando la temperatura ambiente, a la sombra lejos de toda fuente de calor, sea 5 °C o menor y esté en descenso. Dichas operaciones no serán reiniciadas hasta que la temperatura ambiente a la sombra sea 5 °C y esté en ascenso.

Se suspenderá la puesta en obra siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h) siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados Celsius (0 °C). En los casos que, por absoluta necesidad, se realice la puesta en obra en tiempo con previsión de heladas, será obligatoria la aplicación de un geotextil o manta térmica sobre el recubrimiento una vez que se produzca la formación (condición de seco al tacto) de la membrana de curado. El contratista deberá analizar además la necesidad de aplicar medidas de protección adicionales para garantizar que durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

9.2.- Limitaciones en tiempo caluroso

Se considera como tiempo caluroso a cualquier combinación de factores climáticos que, asociados a la alta temperatura ambiente, condiciones ventosas y/o de baja humedad relativa, tienda a perjudicar la calidad del hormigón fresco o endurecido, o contribuya al desarrollo de propiedades anormales del mismo. En condiciones de tiempo cálido el contratista deberá considerar la aplicación de las siguientes medidas de protección:

- ❖ Mantener los agregados saturados mediante riego periódico.
- ❖ Humedecer la superficie de apoyo para reducir su temperatura y evitar que absorba agua de la mezcla.
- ❖ Reducir la temperatura del hormigón fresco mediante la incorporación de hielo en reemplazo parcial o total del agua de mezclado.
- ❖ Colocar pantallas contra los rayos del sol.
- ❖ Prestar especial atención en las tareas de curado. Aplicarlo inmediatamente luego de finalizada la terminación del hormigón. Eventualmente, en caso de atrasarse, se puede evaluar el empleo de neblinas o retardadores de evaporación.
- ❖ Monitorear la evolución de las temperaturas del ambiente y del recubrimiento durante las primeras 24 o 36 horas.
- ❖ Restringir los horarios de hormigonado para reducir la temperatura máxima a alcanzar por el recubrimiento y los gradientes térmicos que se generan en las primeras horas.
- ❖ Incorporar cubiertas a los camiones o tolvas para proteger el hormigón del asoleamiento.
- ❖ Trabajar con la menor cantidad de agua y asentamiento posibles, que permitan una colocación y terminación adecuadas.
- ❖ Se deben tomar las medidas necesarias que permitan controlar el primer enfriamiento de modo tal que el gradiente de temperatura no supere los 3 °C por hora, o un total de 28 °C durante las primeras 24 horas, para reducir los riesgos de fisuración térmica.

La temperatura del hormigón, en el momento de su colocación sobre la superficie de apoyo de la calzada, será siempre menor de 32 °C. Durante el hormigonado en tiempo caluroso, cuando la temperatura de colocación sea de 32 °C o más, sólo se permitirá la colocación del hormigón si se cuenta con una autorización expresa del Director de Obra para la colocación de hormigón con estas temperaturas, debiendo la contratista haber presentado las medidas y medios que implementará para protegerlo de

los gradientes térmicos y de las altas tasas de evaporación. No se admitirá la colocación de hormigones con temperaturas superiores a los 35°C.

9.3.- Tasa de evaporación

El contratista deberá estimar las máximas tasas de evaporación previstas durante el periodo de hormigonado (a partir de los datos de temperatura del hormigón, temperatura ambiente, velocidad del viento y humedad relativa) y calificar el riesgo de fisuración plástica según la Tabla 30.

Tasa de evaporación	Riesgo de fisuración plástica
0-0,25 kg/m ²	Bajo-moderado
0,25 – 0,50 kg/m ²	Moderado-alto
> 0,5 kg/m ²	Muy alto

Tabla 30. Calificación del riesgo de fisuración plástica.

El contratista deberá informar los métodos de protección y curado previstos y considerará para tasas de evaporación mayores de 0,5 kg/m² la aplicación de medidas adicionales a la aplicación de la membrana de curado si fuera necesario.

Si aparecen fisuras plásticas o se observa un riesgo inminente de aparición (deshidratación de la superficie, demoras en el tiempo de fraguado, etc.) es obligatorio la aplicación de medidas adicionales que permitan reducir la tasa de evaporación y se prevenga la manifestación de fisuras plásticas con la confiabilidad necesaria.

9.4.- Otras limitaciones (lluvia, frente frío, saltos térmicos, entre otros)

Se interrumpirá la ejecución cuando sea inminente la caída de precipitaciones con una intensidad tal que pudiera provocar la deformación del borde de las losas o la pérdida de la textura superficial del hormigón fresco.

Ante la eventual caída de precipitaciones, advenimiento de un frente frío o gradientes térmicos significativos, el contratista deberá prever la aplicación de un geotextil, arpillera u otro tipo de manta que permita proteger al hormigón de las inclemencias climáticas. Este cobertor deberá proveerse en el ancho completo de calzada y será capaz de cubrir toda sección de pavimento que no haya alcanzado el fraguado inicial del hormigón. Para su aplicación sobre el hormigón fresco, deberá verificarse previamente que se haya formado (condición de seco al tacto) la membrana de curado.

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 dosificación, mezclado, transporte, colocación, vibración, terminación, texturizado, curado y protección del hormigón, del hormigón 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 del presente documento.
- ❖ Listado de equipos, instrumentos y elementos con los que cuenta el Laboratorio de Obra necesarios para realizar todos los ensayos previstos en las especificaciones y en las frecuencias establecidas 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.
- ❖ Veinte mil metros cúbicos (20.000 m³) de hormigón colocado.

En el informe se debe volcar la información generada por el cumplimiento del Plan de Calidad: ensayos sobre materiales, ensayos de control de producción en el proceso de elaboración de la mezcla de hormigón y de la unidad terminada en 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 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 muestra de cualquier material involucrado en la obra (agregados, cementos, probetas de hormigón, testigos, etc.) a un laboratorio independiente 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 del parámetro considerado.

Para determinar el equipo de transporte (o de la amasada) sobre el cual efectuar el muestreo para el control de un lote de producción, se debe emplear el sistema de muestreo aleatorio descrito en la Norma ASTM D-3665. El mismo método se debe utilizar para determinar los puntos sobre la calzada donde efectuar el control de un lote de obra (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 el manual del 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 los hormigones se organiza por lotes de producción (mezcla fresca) 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 define como lote de producción a todo hormigón elaborado con la misma fórmula (dosificación) y equipamiento independientemente del sitio donde se realice su colocación. A los efectos del control de

producción se considerará como lote de producción inicial, al menor que resulte de aplicar los dos (2) criterios siguientes:

- ❖ 1000 m³ de producción
- ❖ Producción de una jornada

En caso de que se produzca alguna detención superior a una hora (> 1h) en el proceso de elaboración del hormigón, sin importar el motivo (lluvia, desperfectos mecánicos, logística, etc.), se debe considerar un nuevo lote de producción.

La numeración de los lotes de producción debe ser acumulativa, comenzando con el número uno (1), que le corresponde al Tramo de Prueba.

10.2.2- Definición de lote de obra

Se considerará como lote de obra, que se aceptará o rechazará como una unidad individual, al menor que resulte de aplicar los criterios siguientes al recubrimiento de hormigón:

- ❖ Quinientos metros (500 m) de calzada.
- ❖ 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 fabricación de la mezcla, a cada lote de producción (en planta) 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

El Contratista tomará muestras de todos los materiales que intervendrán en la elaboración del hormigón, materiales de toma de juntas, material de curado, aceros, etc. y efectuará los ensayos correspondientes, los que deberán cumplir las exigencias establecidas. Los resultados de estos deberán archivar y estarán a disposición del Director de Obra cuando este lo requiera.

El Director de Obra en cualquier momento podrá verificar los valores informados por el Contratista e independientemente realizar los ensayos que estime conveniente para verificar la calidad de los materiales y del hormigón.

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 31.

Parámetro	Método	Frecuencia
Contenido de carbonato de calcio en forma de conchillas marinas	IRAM 1649	Mensual
Elongación	IRAM 1687-2	Semanal
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Semanal
Coeficiente de desgaste Los Ángeles (1)	IRAM 1532	Trimestral
Coeficiente de pulimento acelerado	ASTM 3319	Semestral
Polvo adherido	IRAM 1883	Semanal
Micro Deval (1)	ASTM D-6928	Trimestral
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Semestral
Limpieza (2)	---	Diaria
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Diaria
Módulo de finura y tamaño máximo	IRAM 1505	Diaria
Densidad relativa, densidad aparente	IRAM 1533	Semanal
Absorción de agua	IRAM 1533	Semanal
Degradación en presencia de dimetil – sulfoxide (3)	UY A 26	Trimestral
Resto de los ensayos contemplados en la norma IRAM 1531	Según norma	Trimestral

Tabla 31. Plan de ensayos sobre el agregado grueso.

⁽¹⁾ En el caso de agregados “tipo basálticos”, la frecuencia de ensayo es de treinta (30) días.

- (2) La determinación de la limpieza se realiza visualmente.
- (3) Sólo aplica a agregados que provienen de yacimientos “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 32

Parámetro	Método	Frecuencia
Equivalente de arena	IRAM 1682	Semanal
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Diaria
Módulo de finura y tamaño máximo	IRAM 1505	Diaria
Densidad relativa, densidad aparente	IRAM 1533	Semanal
Absorción de agua	IRAM 1533	Semanal
Resto de los ensayos contemplados en la norma IRAM 1512	Según norma	Trimestral

Tabla 32. Plan de ensayos sobre el agregado fino.

10.3.2.- Cementos

Durante la recepción de los cementos, deberá verificarse que éstos se adecuan al tipo de cemento y procedencia indicados expresamente en la fórmula de obra. Asimismo, para cada partida de cemento que ingrese a la obra deberá identificarse el silo donde se realiza el almacenamiento.

Con una frecuencia que designe el Director de Obra, se deberán tomar muestras duplicadas de 5 kg (en envases de doble bolsa de 200 micrómetros y cierre con precintos plásticos) desde el camión tolva, y serán debidamente conformadas e identificadas por el Director de Obra y el Contratista, procediéndose a la reserva de las mismas por un período de 30 días en perfecto estado de conservación. Los grupos quedarán en poder de la Contratista y del Director de Obra, y de ser necesario su análisis, las muestras serán ensayadas en un laboratorio de acreditada experiencia, quedando a cargo de la Contratista los costos que ello demandare.

10.3.3.- Aditivos Químicos

Cada lote que ingrese a la obra deberá acompañarse con la presentación del protocolo de calidad del fabricante en el que consten los resultados de ensayo de pH, el residuo por secado en estufa y la densidad del producto a 20 ± 1 °C. Se verificará que los datos suministrados se ajusten a los valores indicados en la hoja técnica del producto con las tolerancias indicadas en la Norma IRAM 1663.

Con una frecuencia que designe el Director de Obra, se deberán tomar muestras duplicadas de 500 cm³ de cada partida de aditivo (en envases plásticos herméticos y sin uso previo) debidamente conformadas e identificadas por el Director de Obra y el Contratista, procediéndose a la reserva de las mismas por un período de 30 días. Los grupos de muestras quedarán en poder de la Contratista y del Director de Obra, y de ser necesario su análisis, las muestras serán ensayadas a través de un laboratorio de acreditada experiencia, quedando a cargo de la Contratista los costos que ello demandare.

10.3.4.- Adiciones Minerales

Durante la recepción de las adiciones minerales, deberá verificarse que su designación y procedencia se correspondan con los indicados expresamente en la fórmula de obra, debiéndose identificar adicionalmente el silo donde se realiza el almacenamiento.

Con una frecuencia que designe el Director de Obra se deberán tomar muestras duplicadas de 5 kg (en envases herméticos) debidamente conformadas e identificadas por el Director de Obra y el Contratista, procediéndose a la reserva de las mismas hasta finalizar el Período de Conservación. Los grupos quedarán en poder de la Contratista y del Director de Obra, y de ser necesario su análisis, las muestras serán ensayadas en un laboratorio de acreditada experiencia, quedando a cargo de la Contratista los costos que ello demandare.

10.3.5.- Fibras, pigmentos colorantes u otros materiales.

En el caso de que se utilicen fibras, pigmentos colorantes, u otros materiales que no se encuadraran dentro de los listados precedentemente, el contratista deberá proponer al Director de Obra, el Plan de Ensayos a realizar sobre los mismos.

10.3.6.- Compuestos líquidos para la formación de membranas

Durante la recepción de los compuestos para la formación de membranas de curado, deberá verificarse que éstos se adecuan a lo especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares, y que satisfacen los requisitos y demás condiciones exigidas en la presente Instrucción.

El contratista deberá presentar previo al inicio de los trabajos, la hoja técnica del producto, la hoja de seguridad y un informe con los resultados de ensayos que demuestren la aptitud de esta según los requisitos establecidos en la norma IRAM 1675.

Con una frecuencia que designe el Director de Obra, se deberán tomar muestras duplicadas de cada partida de membrana de 500 cm³ (en envases herméticos) debidamente conformadas e identificadas por el Director de Obra y el Contratista, procediéndose a la reserva de estas por un período de 30 días. Los grupos quedarán en poder de la Contratista y del Director de Obra, y de ser necesario su análisis, las

muestras serán ensayadas a través de un laboratorio de acreditada experiencia, quedando a cargo de la Contratista los costos que ello demandare.

10.3.7.- Pasadores, barras de unión, mallas de distribución

Durante la recepción de las armaduras, deberá verificarse que éstos se adecuan a lo especificado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y que satisfacen los requisitos y demás condiciones exigidas en la presente Instrucción.

El Plan de Ensayos a realizar sobre las armaduras, así como también la frecuencia de los mismos, debe ser propuesto por el Contratista, y aprobado por el Director de Obra.

10.3.8.- Materiales para juntas (selladores, cordones de respaldo, rellenos, capuchones, entre otros)

El Plan de Ensayos a realizar sobre los materiales que se empleen para la conformación y sellado de juntas, así como también la frecuencia de los mismos, debe ser propuestos por el Contratista, y aprobado por el Director de Obra.

10.4.- Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración y colocación del Hormigón

La frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la producción del hormigón se indica en la Tabla 33.

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.

Parámetro	Método	Frecuencia
Aspecto	---	Cada equipo de transporte
Asentamiento inicial ⁽¹⁾	UNIT ISO 1920-2	Los primeros tres equipos de transporte al iniciar la jornada.
Asentamiento de colocación ⁽²⁾	UNIT ISO 1920-2	Los primeros tres equipos de transporte, luego se repite: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Cada 100 m³ o fracción ❖ Cuando se moldean probetas ❖ Los tres equipos de transporte siguientes a un caso No Conforme.
Aire incorporado ^{(2) (3)}	UNIT ISO 1920-2	
Temperatura del hormigón fresco ⁽²⁾	UNIT ISO 1920-2	
Capacidad y velocidad de exudación	IRAM 1604	Mensual

Tiempo de fraguado	IRAM 1662	Trimestral
Granulometría de la combinación de agregados	IRAM 1505	Mensual
PUV	UNIT ISO 1920-2	Diario
Resistencia a la compresión a los 3 días ⁽⁴⁾	UNIT ISO 1920-4	Cada lote de producción
Resistencia a la compresión a los 7 días	UNIT ISO 1920-4	Cada lote de producción
Resistencia a la compresión a los 28 días	UNIT ISO 1920-4	Cada lote de producción
Resistencia a la flexión a 28 días	UNIT ISO 1920-4	Semanal
Resistencia residual a flexión a 28 días (R150,3)	ASTM C 1609	Semanal (Solo aplica a hormigones reforzados con fibras)
Adherencia Hormigón – Asfalto ⁽⁵⁾	AASHTO T323	Cada lote de producción
Temperatura ambiente, humedad relativa ambiente, e intensidad del viento en el frente de pavimentación.	---	Cada dos (2) horas

Tabla 33. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración y colocación del hormigón.

- ⁽¹⁾ La determinación del asentamiento inicial se debe hacer sobre las tres primeras amasadas del lote, inmediatamente luego de finalizado el proceso de mezclado.
- ⁽²⁾ Medido previa colocación en obra.
- ⁽³⁾ Aplica a hormigones con aire intencionalmente incorporado, sino control diario.
- ⁽⁴⁾ Sólo aplica a proyectos donde se utilice Tecnología de Alto Rendimiento (TAR).
- ⁽⁵⁾ Aplica únicamente para recubrimientos adheridos de hormigón

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 34.

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	UNIT ISO 1920-6	Cada lote de obra
Resistencia a la compresión a los 28 días	UNIT ISO 1920-6	Cada lote de obra
Macrotextura superficial inicial	IRAM 1850	Cada lote de obra
Determinación del ancho	---	Cada 100 m
Determinación del perfil transversal	---	Cada 100 m
Regularidad superficial (IRI)	---	Por tramo ⁽¹⁾

Tabla 34. Plan de ensayos sobre la unidad terminada.

⁽¹⁾ La longitud del tramo es la indicada en el Punto 11.2.4 o bien la aprobada por el Director de Obra.

10.6.- Archivo de la información

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

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

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

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

11.1.1.- Evaluación visual (lote de producción)

La evaluación visual se debe hacer sobre cada unidad de transporte, previa colocación del hormigón en obra. El hormigón debe presentar un aspecto homogéneo, sin segregación, exudación, o presencia de elementos extraños tales como troncos u otros objetos que no formen parte de la mezcla.

11.1.2.- Asentamiento de colocación (lote de producción)

El asentamiento de colocación deberá cumplimentar los siguientes requisitos:

Más o menos un centímetro (1 cm) respecto del valor correspondiente a la Fórmula de Obra aprobada y vigente si el asentamiento declarado es inferior o igual a cinco centímetros (5 cm).

Más o menos dos centímetros (2 cm) respecto del valor correspondiente a la Fórmula de Obra aprobada y vigente si el asentamiento declarado es mayor o igual a cinco centímetros (5 cm).

11.1.3.- Aire incorporado (lote de producción)

Aplica para hormigones con aire intencionalmente incorporado.

El porcentaje de aire incorporado debe encuadrarse dentro de una tolerancia de más o menos uno y medio por ciento (1,5 %) respecto del valor correspondiente a la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

11.1.4.- Temperatura del hormigón (lote de producción)

La temperatura debe ser medida en el seno del hormigón, a no menos de 7,5 centímetros (7,5 cm) de la superficie del mismo. La temperatura del hormigón fresco, previa su colocación en obra, debe estar comprendida dentro del rango de temperaturas de colocación informado en la Fórmula de Obra aprobada y vigente y de acuerdo a lo establecido en el Punto 9 de la presente especificación.

11.1.5.- Resistencia a la compresión a 3, 7 y 28 días (lote de producción)

La determinación de la resistencia de rotura a compresión se debe hacer sobre cada lote de producción. El moldeo de probetas se debe realizar previa colocación del hormigón en obra, sobre al menos dos (2) unidades de transporte. De cada muestra se moldearán al menos 2 probetas por ensayo y por edad.

Se deben realizar ensayos de resistencia de rotura a compresión utilizando probetas cilíndricas normales de quince centímetros (15 cm) de diámetro y treinta centímetros (30 cm) de altura, las que deben ser moldeadas y curadas de acuerdo con lo establecido en la norma UNIT ISO 1920-3.

Si la totalidad de las partículas del agregado grueso que se utiliza para elaborar el hormigón pasan por el tamiz IRAM de 26,5 mm, se puede determinar su resistencia de rotura a compresión por ensayo de al menos 3 probetas cilíndricas normales de diez centímetros (10 cm) de diámetro y veinte centímetros (20 cm) de altura, las que deben ser moldeadas y curadas de acuerdo con lo establecido en las normas UNIT ISO 1920-3.

Las probetas deben ser ensayadas a compresión hasta la rotura, de acuerdo con lo establecido en la norma UNIT ISO 1920-4. Salvo indicación contraria del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o del Director de Obra, la edad de ensayo debe ser a veintiocho (28) días y a siete (7) días. En el caso de utilizar tecnología TAR (tecnología de alto rendimiento), también se debe ensayar a los tres (3) días.

Se debe adoptar como resultado de resistencia a la compresión al valor medio de las resistencias a la compresión individuales de las probetas moldeadas con la misma muestra de hormigón y ensayadas a la misma edad. Se debe cumplir que la diferencia entre las resistencias extremas del grupo que constituye cada ensayo, sea menor del 15 % de la resistencia media de las probetas que constituyen el grupo. Si

dicho valor resultara mayor, se debe rechazar el ensayo correspondiente y se deben investigar los procedimientos de moldeo, curado y ensayo de las probetas, con el objeto de analizar si los mismos se están realizando en un todo de acuerdo con las normas. En el caso de que el grupo esté constituido por tres (3) probetas, si la diferencia entre las resistencias extremas es mayor del 15 %, pero las resistencias de dos (2) de ellas difieren en menos del 10 % con respecto a su resistencia promedio, se puede descartar el tercer resultado y aceptar el ensayo, tomando como resistencia del mismo el promedio de las dos aceptadas.

La resistencia media de rotura a compresión a los veintiocho días (28) días de cada lote de producción será el promedio de los resultados de resistencia a compresión a los veintiocho días (28) días determinados para cada muestra extraída del lote de producción. La misma debe ser mayor que el noventa por ciento (90 %) de la resistencia potencial a la compresión a los veintiocho días (28) días informada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

La resistencia media de rotura a compresión a los siete días (7) días de cada lote de producción será el promedio de los resultados de resistencia a compresión a los siete días (7) días determinados para cada muestra extraída del lote de producción. La misma debe ser mayor que el noventa por ciento (90 %) de la resistencia potencial a la compresión a los siete días (7) días informada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

En el caso de que se emplee tecnología de alto rendimiento (TAR), la resistencia media de rotura a compresión a los tres días (3) días de cada lote de producción será el promedio de los resultados de resistencia a compresión a los tres días (3) días determinados para cada muestra extraída del lote de producción. La misma debe ser mayor que el noventa por ciento (90 %) de la resistencia potencial a la compresión a los tres días (3) días informada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

11.1.6 Adherencia Hormigón – Asfalto en recubrimientos adheridos.

Esta determinación debe realizarse únicamente en el caso de recubrimientos adheridos de hormigón.

La determinación de la adherencia entre el recubrimiento de hormigón y el pavimento asfáltico existente deberá realizarse a los veintiocho (28) días de edad, sobre no menos de dos (2) testigos extraídos del pavimento, de cada lote de producción.

Los testigos se deben extraer mediante una caladora capaz de atravesar íntegramente el recubrimiento de hormigón y el espesor total de las capas bituminosas. Las perforaciones se deben realizar de manera perpendicular a la superficie de la calzada de hormigón, evitando las zonas de juntas y bordes del pavimento. No se permite realizar nuevas extracciones de testigos, excepto en los casos en que los mismos presenten defectos, o signos de alteración evidente.

Dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h) de realizada las extracciones, el Contratista debe rellenar las perforaciones con hormigón de las características especificadas para la construcción de la calzada de hormigón. El mismo se debe compactar, enrasar y curar adecuadamente, en la forma especificada.

Los testigos se deben ensayar al corte siguiendo las indicaciones de la Norma AASHTO T323. La resistencia al corte por adherencia entre ambas capas a los veintiocho (28) días de cada uno de los testigos debe ser igual o superior a 1 MPa, salvo que se disponga un valor diferente en la Especificación Técnica Particulares del Proyecto.

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

11.2.1.- Resistencia a la compresión a los 28 días (lote de obra)

La determinación de la resistencia a la compresión a los veintiocho (28) días se debe hacer sobre no menos de cinco (5) testigos extraídos del recubrimiento, del lote de obra en estudio.

Los testigos se deben extraer después que el hormigón tenga una edad de veintiún (21) días contados a partir del momento de su colocación y con una anticipación no menor a 48 horas a la edad de ensayo, según la norma UNIT ISO 1920-6. Cuando la temperatura media diaria sea inferior a cinco grados Celsius (5 °C), se debe aumentar el número de días para el calado de testigos, así como para su ensayo a compresión, en un número igual a la cantidad de días en que la temperatura media no superó los cinco grados Celsius (5°C). El Director de obra establecerá los sitios donde se realizarán las extracciones. Aquellos testigos que sean utilizados para el control de espesores de recubrimiento no podrán ser extraídos de la zona de huellas.

Luego de extraído e identificados los testigos, se deben mantener sumergidos en agua saturada de hidróxido de calcio, a una temperatura de veintitrés más menos dos grados Celsius (23 ± 2 °C).

El ensayo para determinar la resistencia de rotura a compresión se debe realizar a la edad de veintiocho (28) días efectivos, que comprenden los veintiocho (28) días iniciales más el número de días en que se prolongó el curado por exposición a temperatura ambiente menor a cinco grados Celsius (5°C).

Los testigos deben tener un diámetro de cómo mínimo tres (3) veces el tamaño máximo del agregado grueso utilizado y un máximo de quince centímetros (15,0 cm) aproximadamente. Las perforaciones se deben realizar de manera perpendicular a la superficie de la calzada de hormigón, evitando las zonas de juntas, pasadores y barras de unión. No se permite realizar nuevas extracciones de testigos, excepto en los casos en que los mismos presenten defectos, o signos de alteración.

Dentro de las cuarenta y ocho horas (48 h) de realizada las extracciones, el Contratista debe rellenar las perforaciones con hormigón de las características especificadas para la construcción de la calzada de hormigón. El mismo se debe compactar, enrasar y curar adecuadamente, en la forma especificada.

La preparación de bases de los testigos, y el ensayo de resistencia de rotura a compresión, se deben realizar de acuerdo con lo indicado en las Norma UNIT ISO 1920-6.

Cuando se emplee mortero de cemento Portland para preparar las bases de los testigos, previamente al ensayo a compresión, y luego de la preparación de las bases, se lo debe sumergir en agua saturada de hidróxido de calcio, a veintitrés más menos dos grados Celsius (23 ± 2 °C), durante no menos cuarenta horas (40 h), y se lo debe ensayar a compresión inmediatamente después de haberlo extraído del agua, previo secado de las bases. En ningún caso el espesor de cada base de mortero de cemento será mayor de 5 mm.

Cuando se emplee mortero de azufre, para preparar las bases de los testigos, los mismos deben ser tratados en la forma que a continuación se indica. Cuatro (4) horas antes de realizar el ensayo a compresión se lo debe extraer del agua y se deben secar sus extremos mediante una tela adecuada. Luego el testigo se debe exponer horizontalmente al aire del laboratorio, hasta que el color del hormigón indique que los extremos del mismo están superficialmente secos. Inmediatamente después se debe proceder a la preparación de las bases de ensayo y después que éstas han sido preparadas, los testigos deben permanecer en período de espera de, por lo menos, dos (2) horas, a los efectos de posibilitar el suficiente endurecimiento del mortero de azufre antes de realizar el ensayo a compresión. En ningún caso, el espesor de cada base de mortero de cemento o de azufre será mayor de cinco milímetros (5,0 mm). Después de preparadas las bases con mortero de azufre, las mismas no se deben poner en contacto con agua ni con una fuente de humedad.

Cualquiera sea el mortero empleado, después de preparadas las bases se debe evitar el secado del testigo. Por tal motivo, la superficie lateral se debe envolver con una arpillera húmeda, o con película de polietileno, hasta el momento de ensayo.

En aquellas situaciones, donde por causas de fuerza mayor no sea posible ensayar a la edad de veintiocho (28) días en el laboratorio de obra, el contratista debe derivar el ensayo de los testigos a un laboratorio de acreditada experiencia para su ensayo a la edad indicada, en cumplimiento de lo descrito en el Punto 10.1 del presente pliego. Si esto no resulta posible, y se conviene el ensayo a una edad posterior, la resistencia obtenida debe ser reducida para obtener la resistencia equivalente a la edad de veintiocho (28) días.

Los testigos se deben ensayar a la compresión de acuerdo con lo establecido por la norma UNIT ISO 1920-6, determinándose la resistencia específica de rotura a la compresión.

Si el cociente entre la altura y el diámetro medio del testigo es menor que 2,0, y los testigos han sido preparados mediante el encabezado con mortero de azufre o cemento, o mediante el pulido de sus caras, la resistencia efectiva de rotura a la compresión del testigo ensayado debe corregirse multiplicándola por los factores que se indican en la Tabla 35. Factores de corrección por esbeltez, expresando el resultado con aproximación a una décima de megapascal (0,1 MPa). Para valores de las relaciones entre la altura y el diámetro medio que no figuren comprendidos entre los de la Tabla 35. Factores de corrección por esbeltez, los factores de corrección se deben obtener por interpolación lineal.

Solo se admite el ensayo de testigos con cabezales con pads de neoprene si la relación de esbeltez del testigo es igual a 2,0.

h/d	Factor de corrección
2,00	1,00
1,75	0,98
1,50	0,96
1,25	0,93
1,00	0,87

Tabla 35. Factores de corrección por esbeltez.

La resistencia efectiva a la compresión a los veintiocho (28) días de cada uno de los testigos debe ser igual o superior a la resistencia mínima efectiva a la compresión especificada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

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 la resistencia a compresión. 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 %)

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

11.2.3.1.- Ancho

La determinación del ancho de la capa de hormigón se debe verificar en perfiles transversales cada cien metros (100 m). El ancho de cada capa 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. Índice de Regularidad Internacional (IRI)

Los considerandos establecidos en el presente punto corresponden a la medición de la rugosidad superficial al momento de alcanzar la calzada 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 Tabla 36.

Requisitos de IRI

Porcentaje de hectómetros [%]	Requisitos	
	P1	P2
50	IRI ≤ 1,9 m/km	IRI < 2,4 m/km
80	IRI ≤ 2,2 m/km	IRI < 2,7 m/km
100	IRI < 2,5 m/km	IRI < 3,0 m/km

Tabla 36. Requisitos de IRI

Los requisitos establecidos en la Tabla 36 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 36. Requisitos de IRI

en el caso de corresponder o en su defecto los obrantes en las especificaciones técnicas particulares.

11.2.4.2.- Medición final. Índice de Regularidad Internacional (IRI)

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 (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 Tabla 36. Requisitos de IRI

Los requisitos establecidos en la Tabla 36. Requisitos de IRI

corresponden al 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.- Juntas transversales de construcción

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

- ❖ Primera posición: Se apoya un extremo de la regla en dirección paralela al eje del camino, en coincidencia con la junta. Se mide la máxima distancia entre la superficie de la calzada en estudio y el borde inferior de la regla.
- ❖ Segunda posición: Se apoya un extremo de la regla en dirección paralela al eje del camino y en coincidencia con la junta transversal, pero en sentido opuesto a la primera medición. Se mide la máxima distancia entre la superficie en estudio y el borde inferior de la regla.
- ❖ Tercera posición: Se apoya la regla en dirección paralela al eje del camino, en posición simétrica sobre la junta transversal. Se mide la máxima distancia entre la superficie de en estudio y el borde inferior de la regla.

Estas operaciones se deben realizar en tres sectores: una en cada huella y otra en la interhuella. 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 cuatro milímetros (4 mm).

11.2.5.- Macrotextura superficial (lote de obra)

La superficie debe presentar un aspecto homogéneo y uniforme, libre de segregaciones de agregados y de descascaramientos; 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 37.

Característica	Norma	Rango de resultado
Macrotextura (Círculo de arena)	IRAM 1850	Promedio del lote > 0,35 mm Desvío estándar < 0,15 mm

Tabla 37. Requisitos de macrotextura inicial por círculo de arena.

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

11.2.6.- Aspectos superficiales (lote de obra)

La evaluación visual del lote de obra, o de un área parcial del mismo, debe mostrar homogeneidad y no se debe observar ningún tipo de defecto de compactación o terminación, descascaramientos, fisuras o ningún otro defecto.

12.- CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO

Los criterios de aceptación o rechazo de la unidad terminada y del proceso de producción del hormigón se aplican sobre los lotes definidos en el Punto 10.2.

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 (demolición, tratamiento de los productos generados de la demolición, reposición de la losa, etc.) están a cargo del Contratista.

12.1.- Proceso de producción

12.1.1.- Asentamiento de colocación (lote de producción)

El asentamiento de colocación del hormigón fresco, previa colocación en obra, debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.2. Si el asentamiento no verifica lo mencionado anteriormente, corresponde el rechazo de la unidad de transporte, por lo cual no se debe colocar en obra.

12.1.2.- Aire Incorporado (lote de producción)

Aplica para hormigones con aire intencionalmente incorporado. El contenido de aire en el hormigón fresco, previa colocación en obra, debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.3. Si el contenido de aire en el hormigón fresco del equipo de transporte no verifica lo mencionado anteriormente corresponde el rechazo de la unidad de transporte, por lo cual no se debe colocar en obra.

12.1.3.- Temperatura del hormigón (lote de producción)

La temperatura del hormigón fresco del equipo de transporte, previa colocación en obra, debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.4. Si la temperatura del hormigón fresco del equipo de transporte no verifica lo mencionado anteriormente, corresponde el rechazo de la unidad de transporte, por lo cual no se debe colocar en obra.

12.1.4.- Resistencia a la compresión a 28 días (lote de producción)

La resistencia media de rotura a compresión a la edad de 28 días del lote de producción debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.5 para la edad correspondiente. En el caso que no verifique esta condición el lote de obra ejecutado con este lote de producción quedará identificado como “observado”.

En forma permanente se monitoreará que se mantiene la relación flexión- compresión correspondiente a la fórmula de obra aprobada y vigente, sin que se comprometa el cumplimiento de las resistencias a compresión y flexión especificadas en el proyecto. En el caso que se detecten desvíos que puedan comprometer la cumplimentación de estos requisitos, el Director de Obra podrá solicitar la paralización de las tareas de ejecución, hasta tanto se determinen las causas y se adopten las medidas necesarias para la corrección de los mismos.

12.1.5.- Adherencia Hormigón – Asfalto en recubrimientos adheridos

La adherencia Hormigón – Asfalto del lote de producción debe cumplimentar lo establecido en el Punto 11.1.6. En el caso que no verifique esta condición el lote de obra ejecutado con este lote de producción quedará identificado como “observado”.

En forma permanente se monitoreará que se alcanza las condiciones de adherencia establecidas por la presente especificación. En el caso que se detecten desvíos que puedan comprometer la cumplimentación de este requisito, el Director de Obra podrá solicitar la paralización de las tareas de ejecución, hasta tanto se determinen las causas y se adopten las medidas necesarias para la corrección de los mismos.

12.2.- Unidad terminada

12.2.1.- Resistencia a la compresión a los 28 días (lote de obra)

La resistencia a compresión a la edad de 28 días del lote de obra debe cumplimentar lo establecido en el en el Punto 11.2.1.

Si solo uno (1) de los testigos calados en el lote en estudio, no cumple el requisito de resistencia efectiva especificada, pero se verifica que su resistencia es superior al noventa por ciento (90 %) de la resistencia efectiva especificada en la Fórmula de obra aprobada y vigente, se procederá a realizar la extracción de cinco (5) testigos adicionales sobre el lote en estudio. Si en esta nueva tanda, la resistencia efectiva a la compresión de cada uno de los testigos es igual o superior a la resistencia mínima efectiva a la compresión especificada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente, se acepta el lote de obra.

Si dos (2) o más testigos no cumplen lo establecido en el Punto 11.2.1, pero se verifica que la resistencia efectiva a la compresión a los veintiocho (28) días de cada uno de los testigos del lote en estudio es superior al noventa por ciento (90 %) de la resistencia efectiva especificada, se acepta el lote de obra con un descuento por penalidad del quince por ciento (15 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

En el caso que los resultados de los testigos del lote en estudio no permitan su encuadre dentro de los requisitos de aceptación, o aceptación con descuento, se rechaza el lote de obra. El Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, a la demolición del lote en consideración y a la reposición de la calzada de hormigón.

12.2.2.- Espesor (lote de obra)

El espesor medio de los testigos del lote de obra debe cumplimentar lo expuesto en el Punto 11.2.2.

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 un descuento por penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio. En tanto que si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al espesor de proyecto y se cumple que el coeficiente de variación es mayor al treinta por ciento (30 %), se acepta el lote de obra con un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es inferior al espesor de proyecto, se rechaza el lote. En este caso, el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, a la demolición del lote en consideración y a la reposición de la calzada de hormigón.

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 de la presente especificación técnica deben ser corregidos por cuenta del Contratista.

12.2.4.- Regularidad superficial (tramo)

12.2.4.1.- Medición Intermedia. Índice de Regularidad Internacional (IRI)

Los considerandos establecidos en el presente punto corresponden a la medición de la rugosidad superficial al momento de verificar el recubrimiento 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 del presente documento.

Si los valores de la regularidad superficial del tramo medido 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 del recubrimiento de hormigón 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 del recubrimiento 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 del recubrimiento de hormigón en evaluación.

12.2.4.2- Medición final. Índice de Regularidad Internacional (IRI)

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 11.2.4.1 del presente documento.

Si los valores de la regularidad superficial del tramo en estudio exceden los límites establecidos, pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la Tabla 38, se acepta el tramo con un descuento por penalidad del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie de la calzada de rodamiento del tramo en estudio.

Porcentaje de hectómetros [%]	Requisitos	
	P1	P2
50	IRI < 2,4 m/km	IRI < 2,9 m/km
80	IRI < 2,8 m/km	IRI < 3,3 m/km
100	IRI < 3,0 m/km	IRI < 3,5 m/km

Tabla 38. Requisitos ampliados de IRI.

Si los valores de la regularidad superficial del tramo en estudio no verifican los límites establecidos en la Tabla 38, el tramo se considerará rechazado. En este caso el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Director de Obra, a la demolición del tramo en consideración y a la reposición de la calzada de hormigón, a menos que el contratista opte por realizar la corrección del perfil longitudinal mediante la técnica de diamond grinding.

El Contratista debe corregir, por su cuenta, las ondulaciones puntuales o depresiones que retengan agua en la superficie de la calzada.

Si los valores de la regularidad superficial del tramo en estudio cumplimentan lo establecido en el Punto 11.2.4 y simultáneamente verifican los requisitos de la Tabla 39, 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	
	P1	P2
50	IRI < 1,4 m/km	IRI ≤ 1.9 m/km
80	IRI < 1,7 m/km	IRI ≤ 2.2 m/km
100	IRI < 2,0 m/km	IRI < 2.5 m/km

Tabla 39. Requisitos de IRI para obra con bono adicional.

Sea cual fuera la calificación de la regularidad superficial del recubrimiento, el contratista podrá optar por aplicar la técnica de Diamond Grinding, para evitar el rechazo del tramo, evitar la aplicación de descuentos y/o calificar para el bono adicional, siempre y cuando el Director de Obra así lo aprueba, y se verifique que estas intervenciones no comprometen la cumplimentación de los requisitos de espesor mínimo establecidos en esta especificación.

12.2.4.3.- Juntas transversales

En relación a las juntas transversales, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en el Punto 11.2.4.3 para juntas transversales de construcción.

Para cada junta: Si en tres (3) de las nueve (9) mediciones, los apartamientos entre el borde inferior de la regla y la superficie de la carpeta son mayores a cuatro milímetros (4 mm), pero inferiores a siete milímetros (7 mm), se acepta la junta.

Si las juntas transversales 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 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 por penalidad 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 calzada en cuestión, se aplica un descuento por penalidad 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 es inferior al noventa por ciento (< 90 %) del mínimo especificado o el desvío estándar es igual o superior a tres décimas de milímetro (> 0,3 mm), se rechaza el lote de obra en estudio debiendo procederse a su reconstrucción.

En el caso que no se verifiquen los requisitos de la macrotextura superficial, el contratista podrá optar por aplicar la técnica de Diamond Grinding o Grooving, para evitar el rechazo del tramo o la aplicación de descuentos, siempre y cuando el Director de Obra así lo aprueba, y se verifique que estas intervenciones no comprometen la cumplimentación de los requisitos de espesor mínimo establecidos en esta especificación.

12.2.6- Defectos visibles (lote de obra)

Todos los descascaramientos, saltaduras y nidos de abeja de la superficie deberán ser reparados antes de la recepción definitiva de la obra a satisfacción del Director de Obra, empleando técnicas que aseguren la durabilidad de las reparaciones.

Para su aceptación, las losas que presenten defectos deberán ser tratadas, según sea el caso, de acuerdo con lo establecido en los siguientes apartados. Las losas que se encuentren afectadas por fisuración plástica, o reciban alguna corrección o tratamiento por defectos visibles recibirán un descuento del diez (10%) porciento de la superficie de las losas afectadas.

La recepción definitiva de una losa fisurada y no demolida no se efectuará más que si, al final del periodo de garantía, las fisuras no se han agravado ni han originado daños a las losas vecinas. En caso contrario, del Director de Obra podrá ordenar la total demolición y posterior reconstrucción de las losas afectadas.

12.2.6.1.- Fisuras plásticas

Las fisuras plásticas que se produzcan cuyo espesor no supere los 0,2 mm no serán necesario reparar, ni aplicar ningún tipo de reparación.

En aquellas fisuras cuya abertura supere los 0,2 mm, se deberá extraer un testigo de aquélla que presente una mayor longitud, para determinar la profundidad de penetración. Si dicho valor supera la mitad del espesor de la losa, las fisuras deberán rellenarse con metacrilato de alto peso molecular u otro material de baja viscosidad que permita el relleno de la fisura por inyección a gravedad. En caso contrario, quedará a criterio del Director de Obra si deberán o no intervenir. Para aquellas losas en las que se observe un agravamiento del cuadro de fisuración antes de la puesta en servicio, el Director de Obra podrá ordenar la total demolición y posterior reconstrucción de las losas afectadas.

12.2.6.2.- Fisuras transversales no controladas

Las fisuras transversales que comprometan todo el espesor y se ubiquen en el tercio central de la losa deberán cajearse y sellarse. Si además se trata de un recubrimiento con pasadores, deberá restaurarse la transferencia de carga mediante la colocación de 3 pasadores por cada zona de huellas usando la técnica de Dowel Retrofit.

Aquellas fisuras que crucen o terminen en una junta transversal y se desarrollen sobre la zona de influencia de los pasadores (si cuenta con los mismos), deberán cajearse y sellarse, y se deberá tratar con epoxi la porción no fisurada de la junta aserrada.

Las fisuras que se desarrollen en forma relativamente paralela y a menos de 1,5 metros de la junta transversal se deberá realizar una reparación en espesor total para reemplazar el sector afectado por la fisura.

12.2.6.3.- Daño en junta aserrada o fisura transversal

Los despostillamientos, de entre 30 y 75 mm de ancho, que se encuentren en los bordes de las juntas, deberán repararse mediante la técnica de reparación en espesor parcial. Lo mismo ocurrirá con los despostillamientos presentes en las fisuras, siempre que éstas no sean reparadas por otro motivo.

Aquéllos despostillamientos de menos de 30 mm de ancho serán rellenados con material de sellado o, a criterio del Director de Obra, reparados mediante la técnica de reparación en espesor parcial.

12.2.6.4.- Fisuras longitudinales no controladas

Las fisuras longitudinales serán penalizadas con un descuento de dos (2,0) metros cuadrados por metro lineal de fisura y deberán ser reparadas.

Aquellas fisuras que sean relativamente paralelas a la junta longitudinal y se encuentren a menos de 0,3 m de ella, pudiendo cruzar o terminar en dicha junta, deberán ser cajeadas y selladas, así como también se deberá tratar con epoxi la porción no fisurada de la junta longitudinal.

En los casos que las fisuras que se encuentren en zona de huellas (de 0,3 a 1,5 m de la junta) y sean relativamente paralelas a la junta se deberá remover y reemplazar la losa, salvo que el Director de Obra decida que se realice en su lugar una reparación con la técnica de cosido cruzado.

Cuando las fisuras se encuentren a más de 1,5 m de la junta, se deberá realizar el cosido cruzado de ella y el sellado de la junta longitudinal.

12.2.6.5.- Daño en junta aserrada o fisura longitudinal

Los despostillamientos que se encuentren en los bordes de las juntas, deberán repararse mediante la técnica de reparación en espesor parcial. Lo mismo ocurrirá con los despostillamientos presentes en las fisuras, siempre que éstas no sean reparadas por otro motivo.

12.2.6.6.- Fisuras no controladas diagonales

Aquellas losas que presenten una fisura que comprometa todo el espesor de la losa y que no califique como fisura transversal o longitudinal, deberán repararse con la técnica de reparación en espesor total.

12.2.6.7.- Fisuras múltiples no controladas

Las losas que presenten más de una fisura en profundidad total que dividan a la losa en tres (3) o más partes deberán ser reemplazadas en su totalidad. Cuando el sector no afectado guarde una relación de esbeltez menor a 1,25 (largo / ancho), y a criterio del Director de Obra, en lugar de reemplazar la losa se podrá realizar una reparación en espesor total, colocando una malla de refuerzo en la zona a reparar si ésta última no cumple la relación de esbeltez.

12.2.7- Evaluación Integral

Para aquellos lotes de obra o tramos que en los Puntos 12.2.1, 12.2.2, 12.2.4 y 12.2.5 fueran calificados como de rechazo, el contratista deberá presentar una evaluación integral de las condiciones que el mismo presenta en términos de capacidad estructural, regularidad y fricción y los desvíos respecto a lo especificado en el proyecto. A partir de esta evaluación integral, el Director de Obra determinará el grado de afectación en las condiciones estructurales y funcionales especificadas y definir si el lote de obra o tramo puede ser aceptado con una condición de descuento acorde al déficit que presenta, o si finalmente deberá ser reconstruido en forma integral.

13.- MEDICIÓN

La ejecución del recubrimiento de hormigón según se encuentra contemplado en el presente documento se mide en metros cuadrados (m²) ejecutados. Los valores surgen del producto entre la longitud de cada tramo de camino por el ancho establecido para el mismo.

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

14.- FORMA DE PAGO

El pago se efectúa por metro cuadrado de superficie terminada, medida en la forma establecida en el Punto 13. "Medición", y de acuerdo con los precios unitarios de contrato para este ítem.

Dicho precio corresponde a la compensación total por las siguientes tareas:

- ❖ Acondicionamiento del pavimento existente, incluyendo tareas de bacheo, fresado, texturizado y toda tarea preliminar a la ejecución del recubrimiento de hormigón, necesaria para el cumplimiento de las presentes especificaciones.
- ❖ El retiro de los restos de fresado y bacheo del pavimento existente, y su traslado y depósito en los sitios que defina el Director de obra.
- ❖ La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los agregados.
- ❖ La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los cementos y adiciones minerales.
- ❖ La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los aditivos, fibras u otros materiales a incorporar.
- ❖ La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de las barras de acero.
- ❖ La provisión, carga, transporte, descarga y acopio del agua de mezclado.
- ❖ El proceso de dosificación y elaboración del hormigón.
- ❖ Los procesos involucrados en la carga, transporte, descarga, colocación (del hormigón, de pasadores y/o barras de unión y/o de mallas de acero), compactación, curado, protección, aserrado del hormigón y sellado de juntas.
- ❖ Las posibles correcciones de los defectos constructivos.
- ❖ La señalización y conservación de los desvíos durante la ejecución de los trabajos.
- ❖ Todo otro trabajo, mano de obra, equipo o material necesario para la correcta ejecución y conservación del ítem según lo especificado.
- ❖ No se abonan los sobreanchos, o sobreespesores por corrección de mermas en capas subyacentes, ni los aumentos de espesor por correcciones superficiales.

15.- CONSERVACIÓN

La conservación del recubrimiento de hormigón contemplado en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de este 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 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 de hormigón haya sido librada al tránsito público en forma total o parcial.

La reconstrucción de las partes arriba mencionadas, se debe realizar de acuerdo a 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.