

# VIALIDAD NACIONAL

## CAPÍTULO 30:

### PAVIMENTOS DE HORMIGÓN, CON APORTE DE HORMIGÓN RECICLADO.



## ÍNDICE

1.	NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN .....	5
2.	DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA .....	6
2.1.	Definiciones .....	6
2.1.1.	Pavimento de hormigón .....	6
2.1.2.	Hormigón reciclado triturado .....	6
2.2.	Tipos de pavimentos de hormigón .....	6
2.2.1.	Hormigón simple con juntas .....	6
2.2.2.	Hormigón armado con juntas .....	6
2.2.3.	Hormigón continuamente reforzado .....	7
2.3.	Nomenclatura .....	7
3.	NIVEL DE SOLICITACIÓN .....	8
4.	HIGIENE, SEGURIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL .....	9
4.1.	Higiene y seguridad .....	9
4.2.	Gestión ambiental .....	9
5.	REQUISITOS DE LOS MATERIALES .....	10
5.1.	Agregados vírgenes .....	10
5.1.1.	Características generales .....	10
5.1.2.	Agregado grueso virgen .....	11
5.1.2.1.	Definición de agregado grueso .....	11
5.1.2.2.	Requisitos del agregado grueso virgen .....	11
5.1.3.	Agregado fino virgen .....	13
5.1.3.1.	Definición de agregado fino .....	13
5.1.3.2.	Requisitos del agregado fino virgen .....	13
5.2.	Agregados de hormigón reciclado .....	14
5.2.1.	Características generales .....	14
5.2.2.	Agregado grueso de hormigón reciclado triturado .....	15
5.2.2.1.	Definición de agregado grueso .....	15
5.2.2.2.	Requisitos del agregado grueso de hormigón reciclado triturado .....	16
5.2.3.	Agregado fino de hormigón reciclado triturado .....	16
5.2.3.1.	Definición de agregado fino .....	16
5.2.3.2.	Requisitos del agregado fino de hormigón reciclado triturado .....	16
5.3.	Requisitos de la mezcla de agregados que componen el esqueleto granular .....	16
5.4.	Cementos .....	17
5.4.1.	Características generales .....	17
5.4.2.	Cemento Portland para uso general .....	18
5.4.3.	Cemento Portland con propiedades especiales .....	18
5.4.4.	Cemento para uso en pavimentos con TAR (Tecnología de Alto Rendimiento) .....	18
5.5.	Agua .....	18
5.6.	Aditivos .....	18
6.	ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE OBRA .....	24
6.1.	Características generales .....	24
6.2.	Tamaño máximo nominal del agregado (TMN) .....	24
6.3.	Granulometría de la combinación de los agregados .....	24
6.4.	Criterios de dosificación .....	25
6.5.	Presentación de la Fórmula de Obra .....	27
7.	REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS .....	30
7.1.	Consideraciones generales .....	30
7.2.	Equipos de obra .....	30
7.2.1.	Silos de almacenamiento del cemento y de las adiciones minerales .....	30
7.2.2.	Planta .....	30
7.2.2.1.	Planta dosificadora .....	30
7.2.3.	Equipos para el transporte del hormigón .....	31
7.2.4.	Posicionamiento de pasadores y/o barras de unión .....	32
7.2.4.1.	Insertor automático .....	32
7.2.4.2.	Canastos u otros dispositivos .....	33
7.2.5.	Moldes .....	33

7.2.6.	Vibradores.....	33
7.2.6.1.	Vibradores de inmersión.....	34
7.2.7.	Terminadora de rodillos.....	34
7.2.8.	Pavimentadora de encofrados deslizantes.....	34
7.2.9.	Fratases.....	35
7.2.10.	Equipos para el texturizado.....	35
7.2.11.	Equipos para la distribución del compuesto de curado.....	36
7.2.11.1.	Equipos autopropulsados.....	36
7.2.11.2.	Puentes de distribución de compuestos de curado.....	36
7.2.11.3.	Pulverizadores (mochila) para la distribución de compuestos de curado.....	36
7.2.12.	Puente para la extensión de membranas de curado y protección.....	37
7.2.13.	Puente de trabajo.....	37
7.2.14.	Equipos para el aserrado de juntas.....	37
7.2.15.	Equipos para el sellado de juntas.....	38
7.3.	Ejecución de las obras.....	38
7.3.1.	Preparación de la superficie de apoyo.....	38
7.3.2.	Proceso de elaboración del hormigón.....	39
7.3.2.1.	Alimentación de los agregados.....	39
7.3.2.2.	Mezclado del hormigón.....	39
7.3.2.3.	Carga en los equipos de transporte.....	39
7.3.3.	Transporte del hormigón.....	40
7.3.4.	Pavimentación con moldes fijos.....	40
7.3.4.1.	Instalación de moldes laterales.....	40
7.3.4.2.	Pasadores, barras de unión y armadura distribuida.....	40
7.3.4.3.	Colocación, vibración y terminación.....	41
7.3.5.	Pavimentación con encofrados deslizantes.....	43
7.3.5.1.	Sistemas de alineamiento y control.....	43
7.3.5.1.1.	Sistemas de guiado por cable.....	43
7.3.5.1.2.	Otros sistemas.....	43
7.3.5.2.	Zona de tracción de orugas.....	43
7.3.5.3.	Pasadores y barras de unión.....	44
7.3.5.4.	Colocación, vibración y terminación.....	44
7.3.6.	Tasa de evaporación.....	45
7.3.7.	Texturizado.....	45
7.3.7.1.	Arpillera húmeda.....	45
7.3.7.2.	Césped sintético.....	46
7.3.7.3.	Peine transversal.....	46
7.3.7.4.	Peine longitudinal.....	47
7.3.7.5.	Cepillo.....	47
7.3.8.	Protección y curado.....	47
7.3.8.1.	Características generales.....	47
7.3.8.2.	Método de curado.....	48
7.3.8.2.1.	Compuestos líquidos formadores de membranas.....	48
7.3.8.2.2.	Lámina de polietileno.....	49
7.3.8.2.3.	Mantas de geotextil.....	49
7.3.8.3.	Protección de la calzada después de la construcción.....	49
7.3.9.	Aserrado de juntas.....	50
7.3.10.	Juntas de construcción.....	50
7.3.10.1.	Juntas transversales de construcción.....	50
7.3.10.2.	Juntas longitudinales ensambladas o de borde libre.....	51
7.3.10.3.	Juntas transversales de dilatación.....	51
7.3.10.4.	Sellado de juntas.....	51
7.3.11.	Transiciones.....	52
7.3.11.1.	Entre pavimentos de hormigón.....	52
7.3.11.2.	Con pavimentos flexibles.....	52
7.3.11.3.	Con losas de aproximación.....	52
7.3.11.4.	Con estructuras fijas.....	52
7.3.12.	Numeración y fecha de las losas de la calzada de hormigón.....	53
7.3.13.	Limpeza.....	53

8.	TRAMO DE PRUEBA .....	54
9.	LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO .....	56
9.1.	Limitaciones de la ejecución .....	56
9.1.1.	Condiciones generales .....	56
9.1.2.	Limitación por tiempo frío .....	56
9.1.2.1.	Tiempo frío .....	56
9.1.2.2.	Temperatura de colocación .....	56
9.1.2.3.	Elaboración y colocación del hormigón .....	57
9.1.2.4.	Protección y curado .....	57
9.1.3.	Limitación por tiempo caluroso .....	58
9.1.3.1.	Tiempo caluroso .....	58
9.1.3.2.	Temperatura de colocación .....	58
9.1.3.3.	Elaboración y colocación del hormigón .....	59
9.1.3.4.	Protección y curado .....	60
9.1.4.	Precipitaciones intensas .....	60
9.2.	Habilitación al tránsito .....	60
10.	PLAN DE CONTROL DE CALIDAD .....	62
10.1.	Generalidades .....	62
10.2.	Lotes .....	64
10.2.1.	Definición de lote de producción .....	64
10.2.2.	Definición de lote de obra .....	64
10.3.	Plan de ensayos sobre los materiales .....	65
10.3.1.	Agregados .....	65
10.3.1.1.	Agregados gruesos vírgenes .....	65
10.3.1.2.	Agregados gruesos de hormigón reciclado triturado .....	66
10.3.1.3.	Agregados finos vírgenes .....	66
10.3.2.	Cementos .....	66
10.3.3.	Adiciones minerales .....	66
10.3.4.	Aditivos .....	67
10.3.5.	Fibras u otros materiales en pellets .....	67
10.3.6.	Compuestos líquidos para la formación de membranas .....	67
10.3.7.	Barras pasadores y barras de unión .....	67
10.3.8.	Material para juntas .....	67
10.4.	Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración y colocación del hormigón .....	68
10.5.	Plan de ensayos sobre la unidad terminada .....	68
10.6.	Control de procedencia de los materiales .....	69
10.6.1.	Control de procedencia de agregados vírgenes .....	69
10.6.2.	Control de procedencia de agregados de hormigón reciclado triturado .....	70
10.6.3.	Control de procedencia de los cementos y las adiciones minerales .....	70
10.6.4.	Control de procedencia de los aditivos .....	71
10.6.5.	Control de procedencia de las fibras u otros materiales en pellets .....	71
10.6.6.	Control de procedencia de los compuestos líquidos para la formación de membranas .....	71
10.6.7.	Control de procedencia de las barras pasadoras y barras de unión .....	72
10.6.8.	Control de procedencia del material para juntas .....	72
10.7.	Archivo de la información .....	73
11.	REQUISITOS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN Y DE LA UNIDAD TERMINADA .....	74
11.1.	Requisitos del proceso de producción (lote de producción) .....	74
11.1.1.	Evaluación visual (equipo de transporte) .....	74
11.1.2.	Asentamiento de colocación (lote de producción) .....	74
11.1.3.	Aire incorporado (lote de producción) .....	74
11.1.4.	Temperatura del hormigón (lote de producción) .....	74
11.1.5.	Resistencia a la compresión a 3, 7 y 28 días (lote de producción) .....	75
11.2.	Requisitos de la unidad terminada (lote de obra) .....	76
11.2.1.	Resistencia a la compresión a los 28 días (lote de obra) .....	76
11.2.2.	Espesor (lote de obra) .....	78
11.2.3.	Ancho y perfil transversal (cada 100 m) .....	78
11.2.3.1.	Ancho .....	78
11.2.3.2.	Perfil transversal .....	78
11.2.4.	Regularidad superficial (tramo) .....	78

11.2.4.1.	Índice de Regularidad Internacional (I.R.I.) .....	78
11.2.4.2.	Juntas transversales .....	79
11.2.5.	Macrotextura superficial (lote de obra o tramo) .....	80
11.2.5.1.	Círculo de arena (lote de obra) .....	80
11.2.5.2.	Texturómetro láser (tramo) .....	81
11.2.6.	Aspectos superficiales (lote de obra) .....	81
12.	CRITERIOS DE ACEPTACIÓN O RECHAZO .....	82
12.1.	Proceso de producción .....	82
12.1.1.	Evaluación visual (equipo de transporte) .....	82
12.1.2.	Asentamiento de colocación (lote de producción) .....	82
12.1.3.	Aire incorporado (lote de producción) .....	82
12.1.4.	Temperatura del hormigón (lote de producción) .....	83
12.2.	Unidad terminada .....	83
12.2.1.	Resistencia a la compresión a los 28 días (lote de obra) .....	83
12.2.2.	Espesor (lote de obra) .....	84
12.2.3.	Ancho y perfil transversal (cada 100 m) .....	84
12.2.4.	Regularidad superficial (tramo) .....	84
12.2.4.1.	Índice de Regularidad Internacional (I.R.I.) .....	84
12.2.4.2.	Juntas transversales .....	85
12.2.5.	Macrotextura superficial (lote de obra o tramo) .....	85
12.2.5.1.	Círculo de arena (lote de obra) .....	86
12.2.5.2.	Texturómetro láser (tramo) .....	86
12.2.6.	Aspectos superficiales (lote de obra) .....	87
12.2.7.	Reparación o reacondicionamiento de losas afectadas por fisuración temprana (lote de obra) .....	87
12.2.7.1.	Fisuras plásticas (lote de obra) .....	87
12.2.7.2.	Fisuras transversales no controladas (lote de obra) .....	88
12.2.7.3.	Daño en la junta aserrada o fisura transversal (lote de obra) .....	88
12.2.7.4.	Fisuras longitudinales no controladas (lote de obra) .....	88
12.2.7.5.	Daño en junta aserrada o fisura longitudinal (lote de obra) .....	89
12.2.7.6.	Fisuras no controladas diagonales (lote de obra) .....	89
12.2.7.7.	Fisuras múltiples no controladas (lote de obra) .....	89
13.	MEDICIÓN .....	90
14.	FORMA DE PAGO .....	91
15.	CONSERVACIÓN .....	92
16.	ANEXOS .....	93
16.1.	Anexo I. Canasto de pasadores. ....	93
16.2.	Anexo II. Canasto de barras de unión. ....	95
16.3.	Anexo III. Tipos de juntas en pavimentos de hormigón. ....	98
16.4.	Anexo IV. Transiciones. ....	102
16.5.	Anexo V. Método de muestreo .....	105

## 1. NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN

Las normas técnicas y reglamentos de aplicación en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales son las que se resumen en la *Tabla N°1*.

Tabla N°1 – NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN	
IRAM	Normas del Instituto Argentino de Normalización y Certificación, Argentina
VN-E	Normas de ensayo de la Dirección Nacional de Vialidad, Argentina
CIRSOC 201	Reglamento CIRSOC 201
AASHTO	American Association of State Highways and Transportation Officials, USA
ASTM	American Society for Testing and Materials, USA.
EN	Normas Comunidad Europea

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

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

## **2. DEFINICIÓN Y NOMENCLATURA**

### **2.1. Definiciones**

#### **2.1.1. 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) separadas por juntas longitudinales.

#### **2.1.2. Hormigón reciclado triturado**

A los efectos de la presente especificación, se define como hormigón reciclado triturado a aquel hormigón estructural que proviene de los siguientes casos:

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

### **2.2. Tipos de pavimentos de hormigón**

A los efectos de aplicación del presente documento, se distinguen los siguientes tipos de pavimentos de hormigón.

#### **2.2.1. 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.

#### **2.2.2. 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 la trabazón de los agregados y pasadores de acero.



### 2.2.3. Hormigón continuamente reforzado

Pavimento de hormigón dotado de armadura longitudinal continua, sin juntas transversales de contracción.

### 2.3. Nomenclatura

A continuación, se resume el sistema de designación para los hormigones que se utilizan a lo largo de la presente especificación.

Hp	XX	(R YY)
----	----	--------

Donde:

- Hp: Letras que indican que se trata de un “Hormigón para Pavimento”.
- XX: Número que indica el valor medio del módulo de resistencia a flexión, en MPa, a la edad de veintiocho (28) días.
- (R YY): Indicación correspondiente a que la mezcla contiene hormigón reciclado triturado, donde YY es el contenido de hormigón reciclado triturado, expresado en porcentaje en peso respecto del total de agregados gruesos.



### 3. NIVEL DE SOLICITACIÓN

Los requisitos de los materiales componentes de los hormigones, como así también los criterios de dosificación de los mismos, se encuentran diferenciados en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales de acuerdo a la Clasificación por Tránsito prevista.

A continuación, se resumen en la *Tabla N°2* los cuatro (4) niveles de Clasificación por Tránsito considerados en el presente documento.

Tabla N°2 – CLASIFICACIÓN POR TRÁNSITO				
---	Clasificación por tránsito			
	T1	T2	T3	T4
Índice de tránsito (IT)	≥1500	800-1499	200-799	≤199

Donde:

- IT: Índice de Tránsito =  $TMDA_d * \%P_d$
- $TMDA_d$  = Tránsito Medio Diario Anual de diseño
- $\%P_d$  = % Pesados de diseño

La Clasificación por Tránsito a emplear se define en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

## 4. HIGIENE, SEGURIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL

### 4.1. Higiene y seguridad

Todos los procesos involucrados en el proyecto deben cumplimentar la Siguiente Norma:

- Ley 19.587/72 (Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo) y su Decreto Reglamentario 351/79.
- Ley 24.557/95 (Ley Riesgo del Trabajo) y su Decreto Reglamentario 170/96.
- Ley 24449/95 (Ley de Tránsito).
- Decreto 911/96 (Reglamento de Higiene y Seguridad para la Industria de la Construcción).
- Ley 21663/74 (Prevención y control de los Riesgos Profesionales Causados por las Sustancias o Agentes Cancerígenos).
- Decreto 1338/96.
- Resolución de la SRT 415/02.
- Resolución de la SRT 299/11.
- Resolución de la SRT 85/12.
- Resolución de la Secretaría de Energía 1102/04.
- Copia de la Nómina de Personal Expuesto a Agentes de Riesgo (Riesgos Físicos, Químicos y Biológicos)
- Presentación de Programa de Seguridad Aprobado por la ART Correspondiente.

Asimismo, se debe respetar cualquier otra disposición establecida en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y toda Norma Nacional, Provincial y Municipal.

### 4.2. Gestión ambiental

Todos los procesos involucrados en el proyecto deben estar acorde a lo dispuesto en la legislación vigente en:

- Producción, carga, transporte, almacenamiento, acopio y deshechos de materiales.
- Carga, transporte, almacenamiento, acopio y deshechos de productos de la elaboración.
- Carga, transporte, almacenamiento, acopio y deshechos de residuos de la elaboración y de residuos de la construcción y/o demolición.
- Carga, transporte, almacenamiento, acopios y deshechos de suelos contaminados
- Gestión ambiental.

Todos los procesos arriba mencionados deben cumplir con todos los requisitos establecidos en el *Manual de Evaluación y Gestión Ambiental de Obras Viales II (MEGA II) – Versión 2007*.

Asimismo, se debe seguir cualquier otra prescripción que se indique en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

## 5. REQUISITOS DE LOS MATERIALES

Las prescripciones establecidas para los materiales en el presente Punto deben verificarse para los mismos acopiados a pie de obra y en condiciones de uso (ejemplo: agregados ya acopiados y triturados); no a pie de yacimiento, cantera o planta del proveedor y/o fabricante.

### 5.1. Agregados vírgenes

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y/o el Supervisor de Obra pueden exigir propiedades, requisitos y/o ensayos adicionales cuando se vayan a emplear agregados cuya naturaleza, procedencia o estado físico-químico así lo requieran.

#### 5.1.1. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los agregados vírgenes para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la *Tabla N°3*.

Tabla N°3 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE AGREGADOS VÍRGENES	
Característica	Requisitos
Procedencia	Los agregados deben ser de origen natural y deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los agregados deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos. Deben provenir de rocas sanas y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química.
Reactividad	Los agregados a emplear en la ejecución del 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. Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.

**Tabla N°3 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE AGREGADOS VÍRGENES**

Característica	Requisitos
Acopios	<p>Los agregados se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin que se verifique segregación.</p> <p>Cada fracción del agregado se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con suelo. Si se dispusieran sobre el terreno natural, no se deben utilizar los quince centímetros (15 cm) inferiores. Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a tres metros (3 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores al dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje.</p> <p>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 Supervisor 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.</p> <p>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.</p> <p>No se permite el uso de agregados que provengan de acopios congelados, o que contengan hielo.</p>

### 5.1.2. Agregado grueso virgen

#### 5.1.2.1. Definición de agregado grueso

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

#### 5.1.2.2. Requisitos del agregado grueso virgen

Los requisitos a cumplir por los agregados gruesos vírgenes dependen del índice de tránsito. Los mismos deben cumplir con lo especificado en la norma IRAM 1531<sup>1</sup> en todo lo que no se oponga a los requisitos que se establecen en la *Tabla N°4* y en la *Tabla N°5*.

El agregado grueso virgen es por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen agregados vírgenes de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la norma IRAM 1531<sup>2</sup>, en la *Tabla N°4* y en la

<sup>1</sup> No se debe tener en cuenta y/o realizar el ensayo de estabilidad de rocas basálticas por inmersión en etilenglicol, descripto como requisito en la norma IRAM 1531.

<sup>2</sup> No se debe tener en cuenta y/o realizar el ensayo de estabilidad de rocas basálticas por inmersión en

Tabla N°5.

Los agregados gruesos vírgenes a emplear en la construcción de calzadas de hormigón, no deben provenir de canteras de naturaleza caliza.

Tabla N°4 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS				
Ensayo	Norma	Exigencia		
Contenido de carbonato de calcio en forma de conchillas marinas	IRAM 1649	< 2%		
Elongación	IRAM 1687-2	Determinación obligatoria.		
Índice de lajas	IRAM 1687-1	Clasificación por tránsito		
		T1	T2	T3
		≤ 25 %	≤ 25 %	≤ 30 %
Coeficiente de desgaste "Los Ángeles" <sup>(1)</sup>	IRAM 1532	Clasificación por tránsito		
		T1	T2	T3
		≤ 25 %	≤ 30 %	≤ 35 %
Coeficiente de pulimento acelerado	IRAM 1543	Clasificación por tránsito		
		Tipo de capa	T1	T2
		Rodamiento	≥ 40	≥ 40
Polvo adherido	IRAM 1883	< 1%		
Material fino que pasa tamiz IRAM 75µm	IRAM 1540	Agregados gruesos naturales: < 1 % Agregados obtenidos por trituración: < 1,5 %		
Micro Deval <sup>(1)</sup>	IRAM 1762	Clasificación por tránsito		
		T1	T2	T3
		≤ 20 %	≤ 20 %	≤ 20 %
Densidad y absorción	IRAM 1520 IRAM 1533	Determinación obligatoria		
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.		

<sup>(1)</sup> Para agregados tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la Tabla N°5.

Cuando el agregado grueso virgen provenga de yacimientos de "Tipo Basálticos", los mismos deben verificar también las exigencias de la Tabla N°5.

etilenglicol, descripto como requisito en la norma IRAM 1531.

Tabla N°5 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS “TIPO BASÁLTICOS”		
Ensayo	Norma	Exigencia
Coeficiente de desgaste “Los Ángeles”	IRAM 1532	Clasificación por tránsito
		T1      T2      T3      T4
		≤ 20 %    ≤ 20 %    ≤ 20 %    ≤ 20 %
Micro Deval	IRAM 1762	Clasificación por tránsito
		T1      T2      T3      T4
		≤ 20 %    ≤ 20 %    ≤ 20 %    ≤ 20 %
Ensayo de ebullición para los basaltos “Sonnenbrand”	UNE-EN 1367-3	Determinación obligatoria.

### 5.1.3. Agregado fino virgen

#### 5.1.3.1. Definición de agregado fino

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

#### 5.1.3.2. Requisitos del agregado fino virgen

Los requisitos a cumplir por los agregados finos vírgenes dependen del nivel de tránsito. Los mismos deben cumplir con lo especificado en la norma IRAM 1512 en todo lo que no se oponga a los requisitos que se establecen en la *Tabla N°6*.

El agregado fino virgen es por lo general de una única procedencia y naturaleza. En caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la norma IRAM 1512 y en la *Tabla N°6*.

Los agregados finos vírgenes a emplear en la construcción de calzadas de hormigón, no deben provenir de canteras de naturaleza caliza.

Tabla N°6 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS FINOS VÍRGENES		
Ensayo	Norma	Exigencia
Equivalente de arena	IRAM 1682	≥ 75 %
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.

**Tabla N°6 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS FINOS VÍRGENES**

Ensayo	Norma	Exigencia
Densidad y absorción	IRAM 1520	Determinación obligatoria
Material fino que pasa tamiz IRAM 75µm	IRAM 1540	< 3 %  < 5% para arenas de trituración, cuando el índice de plasticidad del material fino -pasa 75 µm, determinado según IRAM 1501-, sea menor o igual que 4.

## 5.2. Agregados de hormigón reciclado

El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y/o el Supervisor de Obra pueden exigir propiedades o requisitos adicionales cuando se vayan a emplear hormigones reciclados triturados cuya naturaleza, procedencia o estado físico-químico así lo requieran.

En caso de emplearse hormigones reciclados triturados de los que, por su naturaleza, no exista suficiente experiencia sobre su comportamiento, debe hacerse un estudio que demuestre la aptitud del mismo para ser empleado, que debe ser aprobado por el Supervisor de Obra.

### 5.2.1. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los hormigones reciclados triturados para el aprovisionamiento y acopio son los que se establecen en la *Tabla N°7*.

**Tabla N°7 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE AGREGADOS DE HORMIGÓN RECICLADO TRITURADO**

Característica	Requisitos
Procedencia	Los agregados de hormigón reciclado triturado deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los agregados deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos. Deben provenir de hormigones sanos, que no evidencien patologías, y no deben ser susceptibles de ningún tipo de meteorización o alteración físico-química. Tampoco deben dar origen, con el agua, a disoluciones que causen daños a estructuras u otras capas del paquete estructural o contaminar corrientes de agua.



**Tabla N°7 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE AGREGADOS DE HORMIGÓN RECICLADO TRITURADO**

Característica	Requisitos
Reactividad	<p>Los agregados de hormigón reciclado triturado a emplear en la ejecución del 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.</p> <p>Los agregados de hormigón reciclado triturado 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.</p> <p>Todo agregado de hormigón reciclado triturado 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.</p> <p>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.</p>
Acopios	<p>Los agregados de hormigón reciclado triturado se deben producir o suministrar en fracciones granulométricas diferenciadas, que se deben acopiar y manejar por separado hasta su introducción en las tolvas en frío. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin que se verifique segregación.</p> <p>Cada fracción del agregado de hormigón reciclado triturado se debe acopiar separada de las demás, para evitar contaminaciones. Los acopios se deben disponer sobre zonas consolidadas o pavimentadas para evitar la contaminación con suelo. Los acopios no deben tener forma cónica ni una altura superior a tres metros (3 m). El terreno debe tener pendientes no inferiores al dos y medio por ciento (2,5 %) para el drenaje.</p> <p>Cuando se detecten anomalías en la producción o suministro de los agregados de hormigón reciclado triturado, estas partidas se deben acopiar por separado hasta confirmar su aceptabilidad. Esta misma medida se debe aplicar cuando esté pendiente de autorización el cambio de procedencia de un agregado, lo cual obliga al estudio de una nueva Fórmula de Obra.</p> <p>El Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares, o en su defecto el Supervisor 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.</p> <p>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.</p> <p>No se permite el uso de agregados de hormigón reciclado triturado que provengan de acopios congelados, o que contengan hielo.</p>

## 5.2.2. Agregado grueso de hormigón reciclado triturado

### 5.2.2.1. Definición de agregado grueso

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

### 5.2.2.2. Requisitos del agregado grueso de hormigón reciclado triturado

Los requisitos a cumplir por los agregados gruesos de hormigón reciclado triturado dependen del índice de tránsito y de la ubicación de la capa, y son los mismos que para el agregado grueso virgen. Los mismos deben cumplir con lo especificado en la norma IRAM 1531 en todo lo que no se oponga a los requisitos que se establecen en la *Tabla N°4* y en la *Tabla N°5*.

El agregado grueso de hormigón reciclado triturado es por lo general de una única procedencia y naturaleza. En el caso de que se empleen agregados de hormigón reciclado triturado de distinta procedencia, cada una de ellas debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la norma IRAM 1531, en la *Tabla N°4* y en la *Tabla N°5*.

Los agregados gruesos de hormigón reciclado triturado a emplear en la construcción de capas de rodamiento, no deben contener agregado de naturaleza caliza.

### 5.2.3. Agregado fino de hormigón reciclado triturado

#### 5.2.3.1. Definición de agregado fino

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

#### 5.2.3.2. Requisitos del agregado fino de hormigón reciclado triturado

No se permite el uso de hormigón reciclado triturado como agregado fino.

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

La mezcla de las diferentes fracciones de agregados que componen el esqueleto granular debe cumplir las prescripciones de la *Tabla N°8*.

Tabla N°8 – REQUISITOS DEL ESQUELETO GRANULAR				
Parámetro	Norma	Exigencia		
Módulo de finura <sup>(1)</sup>	---	2,1 – 3,4 <sup>(2)</sup>		
Agregado fino triturado	---	Porcentaje en peso de agregado fino triturado respecto del total del agregado fino <sup>(3)</sup>		
		T1	T2	T3
		≤ 30%	≤ 30%	≤ 40%

**Tabla N°8 – REQUISITOS DEL ESQUELETO GRANULAR**

Tabla N°8 – REQUISITOS DEL ESQUELETO GRANULAR				
Parámetro	Norma	Exigencia		
Hormigón reciclado triturado	---	<table><tr><td>Porcentaje en peso del hormigón reciclado triturado respecto del total del agregado grueso <sup>(3)</sup></td></tr><tr><td>≤ 20 %</td></tr></table>	Porcentaje en peso del hormigón reciclado triturado respecto del total del agregado grueso <sup>(3)</sup>	≤ 20 %
Porcentaje en peso del hormigón reciclado triturado respecto del total del agregado grueso <sup>(3)</sup>				
≤ 20 %				

- (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 Supervisor 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 cinco por ciento (5 %) por encima de los valores límites establecidos, previa autorización del Supervisor 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.

## 5.4. Cementos

### 5.4.1. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los cementos para el aprovisionamiento y almacenamiento son los que se establecen en la *Tabla N°9*.

**Tabla N°9 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE LOS CEMENTOS**

Característica	Requisitos
Procedencia	Los cementos deben cumplir las exigencias establecidas en la presente especificación técnica. Los cementos deben tener trazabilidad, debe llevarse un registro de la procedencia de los mismos.
Almacenamiento	<p>Los materiales aglomerantes deben protegerse de la humedad durante el transporte y el almacenamiento.</p> <p>El cemento envasado se debe conservar en su envase original hasta el momento de su empleo, y se debe acopiar bajo techo, separando las bolsas del suelo y de las paredes, como mínimo, a una distancia de quince centímetros (15 cm). La altura del acopio debe ser igual o menor que diez (10) bolsas.</p> <p>Los cementos de distinto tipo, marca o partida se deben almacenar separadamente y por orden cronológico de llegada. Su empleo se debe efectuar en el mismo orden. En el momento de incorporarlo a la mezcladora, el cemento se debe encontrar en perfecto estado pulverulento.</p> <p>Si el cemento estuvo almacenado en obra durante períodos mayores de treinta (30) días en bolsas originales, o de ciento ochenta (180) días en bolsones con protecciones de plástico doble y capacidad igual o mayor a mil kilogramos (1000 kg), o 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 se debe ensayar nuevamente para verificar si se cumplen los requisitos establecidos en el presente documento.</p> <p>Cuando se detecten anomalías en el suministro de cemento, estas partidas se deben almacenar por separado hasta confirmar su aceptabilidad.</p>

#### **5.4.2. Cemento Portland para uso general**

El cemento Portland para uso general a emplear se debe encuadrar dentro de los requisitos establecidos en la norma IRAM 50000.

#### **5.4.3. Cemento Portland con propiedades especiales**

Cuando se requiera el uso de cemento con propiedades especiales, el cemento se debe encuadrar dentro de los requisitos establecidos en la norma IRAM 50001.

#### **5.4.4. Cemento para uso en pavimentos con TAR (Tecnología de Alto Rendimiento)**

El cemento a utilizar en obras con pavimentadoras de molde deslizante se debe encuadrar dentro de los requisitos de la norma IRAM 50002.

### **5.5. Agua**

El agua empleada para mezclar y curar el hormigón, como así también el agua para lavar, enfriar y saturar los agregados, debe cumplir las condiciones establecidas en la norma IRAM 1601.

### **5.6. Aditivos**

Los aditivos a emplear en la preparación de morteros y hormigones se deben presentar en estado líquido o pulverulento. Deben cumplir las condiciones establecidas en la Norma IRAM 1663, en cuanto no se opongan a las disposiciones del Reglamento CIRSOC 201 vigente.

Los aditivos en estado pulverulento deben incorporarse a la mezcla según las instrucciones indicadas por el fabricante.

En caso de emplearse más de un aditivo, previo a su uso en obra, el Contratista debe verificar mediante ensayos que dichos aditivos son compatibles. Cada aditivo debe tener características y propiedades uniformes durante todo el desarrollo de la obra.

Los aditivos deben ser almacenados y conservados de acuerdo a las recomendaciones del fabricante. El acopio se debe realizar al reparo del sol y de las bajas temperaturas, y preferiblemente bajo techo, separando e identificando cada marca, tipo, fecha de recepción y fecha de vencimiento.

El tipo de aditivo, como así también su dotación y forma de empleo, debe estar aprobado por el Supervisor de Obra previo a su uso.

### 5.7. Adiciones minerales

Pueden incorporarse al hormigón materiales adicionales tales como puzolanas naturales, cenizas volantes, escoria granulada de alto horno, Filler calcáreo, humo de sílice, siempre que se demuestre, previamente, mediante ensayos, que su empleo, en las cantidades previstas, produce el efecto deseado y simultáneamente cumple los requisitos establecidos en la presente especificación. El tipo de adición, como así también su dotación y forma de empleo, debe estar aprobado por el Supervisor de Obra previo a su uso.

Las adiciones minerales a emplear deben cumplir con las especificaciones de las normas siguientes: IRAM 1668 (Puzolanas y Cenizas Volantes), IRAM 1667 (Escoria), IRAM 1593 (Filler calcáreo) o 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 establecidos en la "Tabla 1" de la norma IRAM 50000 o IRAM 50002 si se emplea en la construcción Tecnologías de Alto Rendimiento. Para el transporte y almacenamiento de las adiciones minerales pulverulentas rigen las mismas disposiciones establecidas para el cemento en el *Punto 5.4.1. Características generales*.

### 5.8. Pigmentos 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.

El tipo de pigmento, como así también su dotación y forma de empleo, debe estar aprobado por el Supervisor de Obra previo a su uso.

### 5.9. Fibras

El tipo de fibra a emplear, como así también su dotación y forma de empleo, debe estar aprobado por el Supervisor de Obra previo a su uso.

#### 5.9.1. Microfibras

Pueden incorporarse microfibras (no estructurales) para colaborar en el control de la fisuración plástica. Estas fibras deben ser del tipo sintéticas, y su incorporación y mezclado se debe realizar de acuerdo a 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.

### 5.9.2. Macrofibras estructurales

Pueden agregarse al hormigón fibras del tipo estructural, sintéticas o metálicas. La cantidad agregada debe ser suficiente como para alcanzar una resistencia residual ( $R_{150, 3}$ ) del 20 % del Módulo de rotura a flexión especificado o la que establezca la Especificación Técnica Particular. La determinación de la resistencia residual se debe realizar siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASTM C 1609. Su incorporación y mezclado se debe realizar de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Las fibras sintéticas serán Tipo III según la norma ASTM C1116, monofilamento y deben tener una relación de aspecto (longitud / diámetro equivalente) de 60 o mayor. La longitud debe ser 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 debe superar los  $4 \text{ kg/m}^3$ , a menos que el contratista pueda demostrar, mediante pruebas, que no se produce aglomeración de las fibras, y que el hormigón así obtenido presenta las características deseadas.

Las fibras metálicas deben verificar los requisitos establecidos en la norma ASTM A820 y deben tener una relación de aspecto (longitud / diámetro equivalente) de 50 o mayor. Deben 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 debe superar a los  $40 \text{ kg/m}^3$ , 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.

### 5.10. Compuestos líquidos formadores de membranas de curado

Los compuestos líquidos formadores de membranas de curado deben estar integrados por una base y un disolvente volátil, que en ningún caso debe producir efectos dañinos sobre el hormigón. La base, o porción no volátil, debe constar de un pigmento blanco, finamente dividido, y un vehículo, que debe estar 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 endurecimiento del hormigón. Una vez finalizada su acción, la mencionada membrana debe 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.

Si se emplea como único método de protección y curado, se debe utilizar un compuesto formador de membrana de resina en base a solvente que cumpla con la Norma IRAM 1675 (compuestos tipo B). Alternativamente se puede emplear otra opción que demuestre ser efectiva mediante ensayos y que permita obtener un curado de adecuado del hormigón.



En caso de utilizar una membrana de otro tipo, se debe utilizar un retardador de evaporación como medida de protección complementaria. El contratista puede incorporar otro método de protección adicional (por ejemplo, aspersión de una fina niebla de agua sobre la superficie del pavimento, incorporación de pantallas de protección), de modo de garantizar una adecuada protección del hormigón a edad temprana.

El tipo de membrana de curado a emplear, debe estar aprobado por el Supervisor de Obra previo a su uso. 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 Supervisor de Obra, se debe emplear una dosis mínima mayor a doscientos gramos por metros cuadrados ( $> 200 \text{ g/m}^2$ ).

## **5.11. Barras**

### **5.11.1. Pasadores**

Deben estar constituidos por barras lisas de acero de sección circular de las dimensiones indicadas en la Especificación Particular y deben contar con las características especificadas en la Norma IRAM - IAS U500-502 Barras de acero de sección circular, laminadas en caliente, de acero Tipo AL -220.

Los pasadores deben estar recubiertos en toda su longitud con un producto de consistencia líquida con baja viscosidad (ej.: Aceites, agente desengrasante, etc.) que evite su adherencia al hormigón. No está permitido el empleo de grasa o brea para este fin.

Los pasadores deben presentar una superficie lisa, libre de óxido y no deben presentar irregularidades ni rebabas, para lo cual sus extremos se deben cortar con sierra y no con cizalla. Se deben suministrar directamente para su empleo, sin que sean necesarias manipulaciones dimensionales, ni superficiales posteriores.

En las juntas de dilatación, uno de sus extremos se debe proteger con un capuchón de longitud comprendida entre cincuenta y cien milímetros (50 a 100 mm), rellena de un material compresible que permita un desplazamiento horizontal igual o superior al ancho del material de relleno de la propia junta. El capuchón puede 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.

### **5.11.2. Barras de Unión**

Las barras de unión deben estar constituidas por barras de acero conformadas, laminadas en caliente que cumplan con los requisitos establecidos en las normas IRAM IAS U500-528, de aceros Tipo ADN -420 y ADM-420. Deben estar libres de grasa y suciedades que impidan o disminuyan su adherencia



con el hormigón.

### **5.11.3. Barras para hormigón armado**

Las barras para hormigón armado deben estar constituidas por barras o mallas de acero, que cumplan con los requisitos establecidos en las normas IRAM IAS U500-528, U500-571 y U500-06, de aceros Tipo ADN- 420, ADM- 420 y AM- 500.

### **5.12. Materiales para juntas**

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

El tipo de material a emplear y su forma de empleo, debe estar aprobado por el Supervisor de Obra previo a su uso.

#### **5.12.1. Rellenos premoldeados para juntas de dilatación y aislamiento**

- a) Relleno de espuma polimérica: debe estar constituido por espuma polimérica, que cumpla con la Norma ASTM D 5249.
- b) Relleno de madera compresible: debe estar constituido por madera blanda fácilmente compresible densidad no mayor de 400 kg/m<sup>3</sup>, que cumpla con la Norma AASHTO T42 o ASTM D 545. La madera debe estar previamente tratada.
- c) Relleno premoldeado fibrobituminoso: debe consistir en fajas premoldeadas constituidas por fibras de naturaleza celular e imputrescibles, impregnadas uniformemente con betún en cantidades adecuadas para ligarlas y cumplir con los requisitos de la Norma ASTM D 1751.
- d) Relleno premoldeado de policloropreno: este relleno, como así también el adhesivo, debe cumplir con todos los requisitos exigidos por la Normas IRAM 113.083-70 y la Norma IRAM 113.084-71.

#### **5.12.2. Material para el sellado de juntas**

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

A excepción de disposición en contrario en las especificaciones técnicas particulares, para el sellado de las juntas de pavimentos en rutas, autovías, autopistas y aquellas vías clasificadas como T1 y T2 (según el *Punto 3. Índice de Tránsito*) sólo se pueden emplear sellos preformados de policloropreno o selladores de caucho de siliconas.

El contratista debe 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.

El tipo de material a emplear y forma de empleo, debe estar aprobado por el Supervisor de Obra previo a su uso.

La forma del sellador debe estar 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 debe estar 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 5 mm por debajo del borde superior de la junta, para evitar el contacto con el neumático cuando se comprima el material.

Requisitos:

- a) Relleno premoldeado de policloropreno: Este relleno como así también el adhesivo, deberán cumplir con todos los requisitos exigidos por las Normas IRAM 113.083-70 e IRAM 113.084-71.
- b) 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.
- c) Selladores de caucho de siliconas: Estos productos deben ajustarse a la Norma ASTM D5893, salvo indicación en contrario de la presente especificación. El Contratista debe presentar un informe con los ensayos de calidad que demuestren que el producto propuesto verifica los requisitos establecidos en la *Tabla N°10*.

**Tabla N°10 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS SELLADORES DE CAUCHO DE SILICONAS**

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.

## 6. ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE OBRA

### 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 de elaboración, transporte, colocación, compactación y terminación que se empleen en la ejecución del proyecto.

Para determinar las proporciones en que se deben mezclar las diferentes fracciones de agregados pétreos se toma como criterio general el de obtener la curva granulométrica que alcance un mayor grado de empaque del esqueleto granular, produciendo el mínimo contenido de vacíos, y que permita alcanzar la trabajabilidad requerida para la ejecución.

### 6.2. Tamaño máximo nominal del agregado (TMN)

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

- $TMN < 53 \text{ mm}$
- $TMN < 1/3 * e$
- $TMN < 3/4 * s$
- $TMN < 37,5 \text{ mm}$  (sólo aplica en el caso de que se empleen pavimentadoras de moldes deslizantes).

Donde:

- TMN: 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. Granulometría de la combinación de los agregados

La granulometría de los agregados resultante de la combinación de las diferentes fracciones de agregados debe estar comprendida dentro de los límites establecidos en los husos granulométricos definidos en la norma IRAM 1627.

La granulometría de los agregados resultante de la combinación de las diferentes fracciones de agregados puede cambiarse, previa autorización del Supervisor 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.

Si existe una diferencia entre las densidades de las fracciones utilizadas superior a  $0,2 \text{ g/cm}^3$ , la distribución granulométrica debe evaluarse y ser ajustada en volumen.

#### 6.4. Criterios de dosificación

El tipo de esqueleto granular (grueso y fino) e Índice de Tránsito a emplear en el hormigón en consideración, se definen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y/o en el Proyecto Ejecutivo.

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 N°11*.

Tabla N°11- CRITERIOS DE DOSIFICACIÓN				
Ensayo	Exigencia			
Relación agua/cemento ( <sup>1</sup> )	Tipo de pavimento ( <sup>2</sup> )		Relación a/c	
	P1		< 0,40	
	P2		< 0,45	
	P3		< 0,50	
Asentamiento inicial (IRAM 1536) ( <sup>3</sup> )	Determinación obligatoria.			
Asentamiento de colocación (IRAM 1536) ( <sup>4</sup> )	Tecnología		Asentamiento [cm]	
	Tecnología de Alto Rendimiento (TAR)		2 – 5	
	Pavimentación con moldes fijos		6 – 10	
Resistencia mínima efectiva a compresión a 28 días (IRAM 1551)	Clasificación por tránsito			
	T1	T2	T3	T4
	≥ 35 MPa	≥ 30 MPa	≥ 30 MPa	≥ 30 MPa
Resistencia potencial a compresión a 28 días (IRAM 1546)	Determinación obligatoria			
Módulo de rotura a la flexión potencial a 28 días (IRAM 1547)	Clasificación por tránsito			
	T1	T2	T3	T4
	≥ 4,5 MPa	≥ 4,5 MPa	≥ 4,5 MPa	≥ 4,5 MPa

Tabla N°11- CRITERIOS DE DOSIFICACIÓN							
Ensayo	Exigencia						
Aire incorporado (IRAM 1602 o IRAM 1511)	---	Tipo de exposición ( <sup>2</sup> )	Tamaño máximo del agregado grueso [mm]				
			53,0	37,5	26,5	19,0	13,2
	Porcentaje de aire del hormigón, en volumen, según el tipo de exposición	P1	7 ± 1,5	6 ± 1,5	6 ± 1,5	5,5 ± 1,5	5,0 ± 1,5
		P2	5,5 ± 1,5	5,0 ± 1,5	4,5 ± 1,5	4,5 ± 1,5	4,0 ± 1,5
Capacidad de exudación (IRAM 1604) ( <sup>5</sup> )	Clasificación por tránsito						
	T1	T2	T3		T4		
	≤ 3%	≤ 4%	≤ 5%		≤ 6%		
	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 <sup>-</sup> ) en el hormigón endurecido (IRAM 1857) ( <sup>6</sup> )	Hormigón	Contenido máximo de ion cloruro soluble en agua (Cl <sup>-</sup> ) en el hormigón endurecido (% en masa del cemento)					
	Armado, o con algún elemento metálico inmerso en su seno	1,20					
Resistencia a la abrasión (ASTM C 944)	Determinación obligatoria.						

(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) Se definen los siguientes tipos de pavimento:

- P1: Pavimentos frecuente o continuamente humedecidos, expuestos a los efectos de congelación y deshielo, y donde se empleen sales descongelantes durante la vida en servicio.
- P2: Pavimentos frecuente o continuamente humedecidos, expuestos a los efectos de congelación y deshielo, o al contacto con la atmósfera agresiva (agua de mar, atmósfera marina, sulfatos solubles en agua, otras soluciones agresivas, etc.), donde no se empleen sales descongelantes durante la vida en servicio.
- P3: Pavimentos expuestos a condiciones no agresivas.

(3) Determinado inmediatamente luego de finalizado el mezclado de todos los componentes.

(4) 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.
- (<sup>5</sup>) Los límites establecidos pueden ser modificados, previa autorización del Supervisor de Obra, en caso de que debido a las condiciones atmosféricas se considere necesario.
- (<sup>6</sup>) 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 IRAM 1882, IRAM 1663, IRAM 1601 e IRAM 1504. 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**

La fabricación y colocación regular del hormigón no se debe iniciar hasta que el Supervisor 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 Supervisor 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 Supervisor 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.

Los informes de presentación de la Fórmula de Obra deben incluir como mínimo los requerimientos establecidos en la *Tabla N°12*.

**Tabla N°12 – REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA**

Parámetro	Información que debe ser consignada
Agregados	Identificación, características y proporción de cada fracción del agregado (incluido el hormigón reciclado triturado). Granulometría de los agregados combinados. Ensayos realizados sobre el agregado grueso virgen, como mínimo todos los contemplados en el <i>Punto 5.1.2 Agregado grueso virgen</i> . Ensayos realizados sobre el agregado fino virgen, como mínimo todos los contemplados en el <i>Punto 5.1.3 Agregado fino virgen</i> . Ensayos realizados sobre el agregado grueso de hormigón reciclado triturado, como mínimo todos los contemplados en el <i>Punto 5.2.2 Agregado grueso de hormigón reciclado triturado</i> .
CUC (Contenido Unitario de Cemento)	De indicarse el CUC, medido en masa, empleado en la preparación de un metro cúbico (1 m <sup>3</sup> ) de hormigón compactado y, cuando se incorporen intencionalmente, el contenido unitario de las adiciones minerales.
Cemento	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 del cemento. Debe incluirse la denominación, hoja técnica del producto, la hoja de seguridad, características y ensayos.
Adiciones minerales	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.
CUA (Contenido Unitario de Agua)	Debe indicarse el CUA, medido en masa, empleado en la preparación de un metro cúbico (1 m <sup>3</sup> ) 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.
Masa de la unidad de volumen del hormigón fresco (IRAM 1562)	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.
Mezclado	Debe indicarse el tiempo requerido para la mezcla de los materiales componentes. Orden de ingreso al mezclador de los materiales componentes.
Temperatura	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	Se debe informar la resistencia mínima efectiva a compresión.
Resistencia potencial a compresión (IRAM 1546)	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.



**Tabla N°12 – REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA**

<b>Parámetro</b>	<b>Información que debe ser consignada</b>
Resistencia a la flexión a 28 días (IRAM 1547)	Se debe informar la resistencia a la flexión a los 28 días.
Aire incorporado (IRAM 1602 o IRAM 1511)	Se debe informar el porcentaje de aire del hormigón. Se debe informar si el aire intencionalmente incorporado es por motivos de durabilidad frente a ciclos de congelamiento y deshielo o no (especificar otros motivos).
Asentamiento (IRAM 1536)	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 de exudación.
Resistencia a la abrasión (ASTM C 944)	Se debe informar el resultado del ensayo.
Tiempo de fraguado (IRAM 1662)	Se debe informar el tiempo de fraguado.
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.
Informe de presentación de la Fórmula de Obra	Según el <i>Formato Tipo</i> vigente de la Dirección Nacional de Vialidad.

## 7. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

### 7.1. Consideraciones generales

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 Supervisor 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 N°13*.

<b>Tabla N°13 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS SILOS DEL CEMENTO Y DE LAS ADICIONES MINERALES</b>	
<b>Características</b>	<b>Requisitos</b>
Silos de 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. 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 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.
Bolsas	El cemento envasado se debe conservar en su envase original hasta el momento de su empleo, y se debe acopiar bajo techo, separando las bolsas del suelo y de las paredes, como mínimo, a una distancia de 15 cm. La altura del acopio debe ser igual o menor que diez (10) bolsas.

#### 7.2.2. Planta

##### 7.2.2.1. Planta dosificadora

Las plantas dosificadoras de hormigón se deben ajustar a los requisitos que se establecen en la *Tabla N°14*.

<b>Tabla N°14 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PLANTAS DOSIFICADORAS DE HORMIGÓN</b>	
<b>Características</b>	<b>Requisitos</b>
Capacidad de producción	En función del plan de trabajo.

**Tabla N°14 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PLANTAS DOSIFICADORAS DE HORMIGÓN**

Características	Requisitos
Alimentación de agregados	La planta debe contar con una cantidad de silos de dosificación en frío al menos igual al número de fracciones de los 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 las mismas. 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	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	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.
Aspectos ambientales	La planta debe contar con elementos que eviten la emisión de gases nocivos a la atmósfera. La planta debe contar con elementos que permitan cumplimentar el <i>Punto 4. Higiene, seguridad y gestión ambiental</i> .

#### 7.2.2.2. Planta dosificadora y elaboradora

Las plantas dosificadoras y elaboradoras de hormigón se deben ajustar a los requisitos que se establecen en la *Tabla N°14* y en la *Tabla N°15*.

**Tabla N°15 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PLANTAS DOSIFICADORAS Y ELABORADORAS DE HORMIGÓN**

Características	Requisitos
Mezclado	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.

#### 7.2.3. Equipos para el transporte del hormigón

Los equipos de transporte de hormigón elaborado deben ajustarse a los requisitos que se indican en

la Tabla N° 16.

<b>Tabla N°16 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE TRANSPORTE DE HORMIGÓN ELABORADO</b>	
<b>Características</b>	<b>Requisitos</b>
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 o equipos agitadores	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.

#### 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 N°17.

<b>Tabla N°17 – REQUISITOS QUE DEBE CUMPLIR EL EQUIPO AUTOMÁTICO DE INSERCIÓN DE PASADORES Y/O BARRAS DE UNIÓN</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Posición	El insertor automático debe ser capaz de realizar la inserción de pasadores y/o barras de unión en el hormigón fresco de acuerdo a 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	El equipo debe contar con un dispositivo que señale automáticamente el sitio donde se realiza la inserción 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 ( $\pm 25$ mm) respecto de la posición real.
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.

#### 7.2.4.2. Canastos u otros dispositivos

En el caso de realizar la inserción de pasadores y/o barras de unión mediante canastos, los mismos deben ser de acuerdo al *Anexo I. Canasto de pasadores* y *Anexo II. 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 Supervisor de Obra.

#### 7.2.5. Moldes

Los moldes para los encofrados de las losas de hormigón deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°18*.

<b>Tabla N°18 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MOLDES PARA LOS ENCOFRADOS DE LAS LOSAS DE HORMIGÓN</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
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.
Tamaño y Tolerancias	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	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	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	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.

#### 7.2.6. Vibradores

El número y las características de los equipos de vibración deben ser acordes al tipo de hormigón,

espesor de la capa que se debe compactar y al nivel de producción (ritmo de trabajo).

#### 7.2.6.1. Vibradores de inmersión

Los vibradores de inmersión deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°19*.

<b>Tabla N°19 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS VIBRADORES DE INMERSIÓN</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Cantidad	Además de los vibradores necesarios para garantizar una adecuada compactación del hormigón, se debe contar con un equipo adicional de repuesto.
Masa y vibración	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 (11000 rpm) para vibradores de accionamiento eléctrico; y ocho mil revoluciones por minuto (8000 rpm) para los vibradores de accionamiento neumático.

#### 7.2.6.2. Viga, regla vibradora o vibrador de superficie

Las vigas o reglas vibradoras deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°20*.

<b>Tabla N°20 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS VIGAS O REGLAS VIBRADORAS</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
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.
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.

#### 7.2.7. Terminadora de rodillos

Las terminadoras de rodillos deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°21*.

<b>Tabla N°21 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS TERMINADORAS DE RODILLOS</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Terminadora de rodillos	La terminadora debe ser autopropulsada y debe desplazarse montada sobre los moldes laterales o contar con encofrados deslizantes. El equipo debe contar con al menos dos (2) rodillos metálicos para la terminación superficial del hormigón, los cuales pueden operar en sentido transversal o longitudinal a la dirección de pavimentación.

#### 7.2.8. Pavimentadora de encofrados deslizantes

Las pavimentadoras de encofrados deslizantes deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°22*.

<b>Tabla N°22 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS TERMINADORAS DE ENCOFRADOS DESLIZANTES</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Guiado	La pavimentadora debe disponer de un sistema de guía por cable o de sistemas de guiado tridimensional, debiendo actuar los servomecanismos correctores apenas las desviaciones de la pavimentadora rebasen tres milímetros ( $\pm 3$ mm) en alzado, o diez milímetros ( $\pm 10$ mm) en planta.
Compactación	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 terminación (fratás automático) o de inserción de barras (insertor automático de pasadores o barras de unión), los mismos deben cumplir con los requisitos establecidos en los <i>Puntos 7.2.9. Fratases</i> y <i>7.2.4.1. Insertor automático</i> , 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 a las tolerancias establecidas en las especificaciones técnicas.

### 7.2.9. Fratases

Los fratases deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°23*.

<b>Tabla N°23 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS FRATASES</b>	
<b>Característica</b>	<b>Requisitos</b>
Fratases	El largo de la hoja de cada fratás debe ser de cómo mínimo de un metro y medio (1,5 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.

### 7.2.10. Equipos para el texturizado

Los equipos para el texturizado deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°24*.



**Tabla N°24 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS PARA EL TEXTURIZADO**

Característica	Requisitos
Equipos para el texturizado	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.

## 7.2.11. Equipos para la distribución del compuesto de curado

### 7.2.11.1. Equipos autopropulsados

Los equipos para la distribución de compuesto de curado autopropulsados deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N° 25*.

**Tabla N° 25 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DEL COMPUESTO DE CURADO AUTOPROPULSADOS**

Característica	Requisitos
Equipos para la distribución del compuesto de curado autopropulsados	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.

### 7.2.11.2. Puentes de distribución de compuestos de curado

Los equipos tipo puente de distribución para la distribución del compuesto de curado deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N° 26*.

**Tabla N° 26 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DEL COMPUESTO DE CURADO TIPO PUENTE DE DISTRIBUCIÓN**

Característica	Requisitos
Puentes para la distribución del compuesto 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.

### 7.2.11.3. Pulverizadores (mochila) para la distribución de compuestos de curado

Los equipos para la distribución del compuesto de curado tipo pulverizadores deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°27*.

**Tabla N°27 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DEL COMPUETO DE CURADO TIPO PULVERIZADORES**

Característica	Requisitos
Cantidad	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.
Pulverizadores (mochilas) para la distribución del compuesto de curado	Los equipos utilizados en la distribución superficial del compuesto de curado deben asegurar una distribución continua y uniforme de la película aplicada.

#### 7.2.12. Puente para la extensión de membranas de curado y protección

Los equipos tipo puente para la extensión de membranas de curado y protección deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N° 28*.

**Tabla N° 28 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS PARA LA EXTENSIÓN DE MEMBRANAS DE CURADO Y PROTECCIÓN**

Característica	Requisitos
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 arrastrar sobre la superficie del mismo.

#### 7.2.13. Puente de trabajo

El puente de trabajo debe ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N° 29*.

**Tabla N° 29 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS PUENTES DE TRABAJO**

Característica	Requisitos
Cantidad	Se debe contar con al menos un (1) puente de trabajo, cuando el ancho del pavimento supere los cuatro metros (4 m) de ancho.
Puentes para la extensión de membranas de curado y protección	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.

#### 7.2.14. Equipos para el aserrado de juntas

Los equipos para el aserrado de juntas (transversales y longitudinales) deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°30*.

**Tabla N°30 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE ASERRADO DE JUNTAS**

Característica	Requisitos
Cantidad	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	Las aserradoras deben ser autopropulsadas, las mismas deben tener una potencia mínima de dieciocho caballos de fuerza (18 CV). El espesor de los discos de corte debe ser de dos milímetros a seis milímetros (2 mm – 6 mm). Las sierras para juntas longitudinales deben estar dotadas de una guía de referencia que asegure la distancia a los bordes del pavimento.

### 7.2.15. Equipos para el sellado de juntas

Los equipos para el sellado de juntas deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°31*.

**Tabla N°31 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS PARA EL SELLADO DE JUNTAS**

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 cordón de respaldo y del material de sello deben ser capaces de realizar la colocación en la posición requerida. Asimismo, deben ser capaces de alimentar continuamente 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.
Equipo para el calentamiento	El equipo para selladores aplicados en caliente debe tener una caldera de doble tanque, cuyo tanque interior cuente con un agitador que ayude a la distribución del calor en forma pareja. El equipo debe ser capaz de alcanzar y mantener la temperatura requerida. Las mangueras y los tubos de aplicación deben contar con aislamiento térmico desde la caldera hasta la boquilla de eyección.

## 7.3. Ejecución de las obras

### 7.3.1. Preparación de la superficie de apoyo

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

La superficie de apoyo debe ser regular y no debe exhibir deterioros, de modo tal que el espesor de colocación del hormigón se pueda encuadrar dentro de las tolerancias de espesores. Previo a la colocación del hormigón, la superficie se debe encontrar libre de materiales sueltos o suelos débilmente adheridos, y deberá ser humectada mediante riego de agua, sin encharcar.

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

Las banquetas y/o trochas aledañas se deben mantener durante los trabajos en condiciones tales que eviten la contaminación de la superficie.

### **7.3.2. Proceso de elaboración del hormigón**

#### **7.3.2.1. Alimentación de los agregados**

Durante la producción, cada tolva de alimentación de los agregados en uso debe mantenerse con suficiente material, de manera que permita un suministro continuo, sin que se produzcan contaminaciones por rebalse entre tolvas. El equipo empleado para cargar las tolvas debe tener un ancho de balde o cuchara inferior al ancho de las tolvas en cuestión.

No se deben utilizar para la elaboración del hormigón agregados que contengan agua congelada. No se permite la aplicación de sales descongelantes en las pilas para contrarrestar el efecto del congelamiento.

#### **7.3.2.2. Mezclado del hormigón**

La operación de mezclado se debe realizar exclusivamente en forma automática.

El tiempo de mezclado se mide a partir del momento en que todos los materiales componentes ingresaron al tambor de la mezcladora.

Cuando el hormigón se mezcle en equipos motohormigoneros, se debe garantizar que con setenta (70) a cien (100) giros del tambor a la velocidad de mezclado indicada por el fabricante se logra homogeneidad del hormigón. El número de giros mencionado se debe contar desde el momento en que todos los componentes, inclusive el agua, están dentro del tambor.

El tiempo máximo de mezclado no puede superar en ningún caso los cinco (5) minutos.

#### **7.3.2.3. Carga en los equipos de transporte**

La carga del hormigón en los equipos de transporte sin dispositivos mezcladores ni de agitación, debe realizarse de manera gradual y pareja en toda la caja de transporte, de manera de evitar

segregación del mismo.

### 7.3.3. Transporte del hormigón

El transporte se debe realizar en el menor tiempo posible, evitando segregación en el hormigón.

El transporte en camiones sin dispositivos mezcladores ni de agitación es apto sólo para hormigones que tienen un asentamiento igual o menor a siete centímetros (7 cm) a la salida de la planta elaboradora. Se acepta el transporte en camiones sin dispositivos mezcladores ni de agitación para asentamientos mayores a siete centímetros (7 cm), previa aprobación del Supervisor de Obra, en caso de que el Contratista demuestre que el hormigón puede ser transportado sin segregación.

En el momento de la descarga, su temperatura debe estar comprendida dentro del rango especificado en la Fórmula de Obra.

### 7.3.4. Pavimentación con moldes fijos

#### 7.3.4.1. Instalación de moldes laterales

Los moldes se deben apoyar perfectamente en sus bases, además 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. Estos rellenos no deben extenderse por debajo de la calzada a ejecutar.

Las juntas o uniones de los moldes se deben controlar y no se admiten resaltos o variaciones en el alineamiento vertical, alineamiento vertical horizontal y 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.

#### 7.3.4.2. Pasadores, barras de unión y armadura distribuida

Los pasadores y barras de unión se deben colocar con la separación y dimensiones indicadas en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y mediante canastos y anclajes con la configuración de armado descrita en *Anexo I. Canasto de pasadores* y *Anexo II. Canasto de barras de unión* para la instalación de pasadores y barras de unión respectivamente.

Los pasadores se deben colocar a la mitad del espesor de la losa, 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 10 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 deben 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 debe clavar 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 deben mantener en posición hasta que se efectúe el marcado de la ubicación de la junta sobre la superficie del pavimento o hasta que se realicen las tareas de aserrado primario.

Las barras de unión se deben colocar a la mitad del espesor de la losa, 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 debe ser de 10 milímetros (10 mm), medidos antes del vertido del hormigón.

El “autosoporte” 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).

No se permite la inserción manual de pasadores y/o barras de unión.

La armadura distribuida se debe colocar en las zonas y en la forma que se indique en los planos de proyecto. En el caso que no se encuentre establecido su posición respecto a la superficie del pavimento, se debe ubicar 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 debe encontrar limpia de óxido no adherente, grasa y otras materias que puedan afectar la adherencia del acero con el hormigón.

La armadura se debe sujetar para impedir todo movimiento durante la puesta en obra del hormigón. Cuando se disponga sobre cunas o soportes, éstos deben 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.

#### **7.3.4.3. Colocación, vibración y terminación**

El hormigón debe descargarse sobre la cancha, en el sitio más próximo posible a su ubicación definitiva, evitando alturas de caída que puedan producir segregación del material. En ningún caso se deben colocar en obra pastones que evidencien cambios significativos de trabajabilidad requerida. Se debe buscar que el camión ingrese sobre la cancha para efectuar una descarga frontal. Una vez

descargado el hormigón, puede completarse la distribución en forma manual mediante el empleo de palas anchas (de punta cuadrada) de manera de asegurar que exista la cantidad de material adecuada y uniforme adelante de la regla o terminadora.

Cuando se emplee una pavimentadora, la velocidad mínima de avance de la misma debe ser de un metro por minuto (1 m/min).

La tarea de compactación del hormigón se debe efectuar mediante el empleo de vibradores de inmersión, densificando en forma íntegra y eficaz el hormigón en su totalidad. La distancia aproximada entre los puntos de inserción debe ser de siete (7) a diez (10) veces el diámetro de la aguja, de manera tal que el área de influencia se solape con la inserción anterior. Los vibradores no deben arrastrarse dentro del seno del hormigón y nunca ser empleados para distribuir al mismo. 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.

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, o segregación del hormigón.

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 debe proceder al paso del equipo terminador o regla vibratoria el que avanza en forma pareja y uniforme, realizando un desplazamiento tan continuo como sea posible. Debe verificarse que la regla o terminadora arrastre 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 debe realizar 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 solapar cada pasada al menos diez centímetros (10 cm). Para esta tarea se encuentra prohibido el uso de cinta o correa. Cuando la calzada sea de ancho completo, la terminación se debe realizar únicamente mediante fratás mecánico.

Se prohíbe 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 debe emplear hormigón aún no extendido.



### **7.3.5. Pavimentación con encofrados deslizantes**

#### **7.3.5.1. Sistemas de alineamiento y control**

##### **7.3.5.1.1. Sistemas de guiado por cable**

El tendido del hilo se debe realizar 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 siete y medio metros (7,5 m) en tramos rectos. En zona de curvas verticales y horizontales se debe reducir 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 documento. Asimismo, durante la jornada de trabajo se debe revisar y tensar nuevamente los tramos de tendido que se encuentren por delante de la pavimentadora.

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

##### **7.3.5.1.2. Otros sistemas**

El posicionamiento y nivelación puede utilizarse otro tipo de tecnología, tal como el sistema láser y de posicionamiento global (GPS). En ese caso, deben tomarse todas las medidas necesarias para garantizar la correcta alineación y nivelación de los equipos de pavimentación.

En caso de pavimentación en fajas, sobre una zona ya ejecutada que no presente deformaciones, pueden utilizarse patines en lugar de los sensores de nivelación vertical.

#### **7.3.5.2. Zona de tracción de orugas**

Las áreas en las cuales se desplazan las orugas de la pavimentadora deben estar suficientemente compactadas para permitir su paso sin deformaciones, y se deben mantener limpias y libres de materiales sueltos. No deben presentar, además, irregularidades superiores a doce milímetros (12 mm), medidos con regla de tres metros (3 m).

Donde se ejecute una sección junto a otra existente, se puede usar ésta como zona de tracción para las orugas. En este caso, la sección de apoyo debe haber alcanzado una edad mínima de 3 (tres) días y se protegerá su superficie de la acción de las orugas interponiendo bandas de goma, chapas metálicas 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 vuelvan a producir daños.

### 7.3.5.3. Pasadores y barras de unión

Cuando se empleen pavimentadoras de encofrado deslizante puede 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 debe contar con un dispositivo desarrollado para este propósito, que permita insertar en forma automatizada los pasadores sin detenciones y de acuerdo a las tolerancias y requisitos establecidos en este documento y los planos de proyecto. Previo al inicio de los trabajos debe 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 deben colocar 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 debe ser de veinte milímetros ( $\pm 20$  mm). La máxima desviación angular respecto a la dirección teórica del eje de cada pasador, medida por la posición de sus extremos, debe ser de diez milímetros ( $\pm 10$  mm).

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

En el caso que la colocación de barras de unión o pasadores se realice con canastos, o se incorpore armadura distribuida, es de cumplimiento lo establecido en el *Punto 7.3.4.2. Pasadores, barras de unión y armadura distribuida*.

### 7.3.5.4. Colocación, vibración y terminación

La ejecución con pavimentadoras de encofrados deslizantes debe 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 debe realizar de modo uniforme para no desequilibrar el avance de la pavimentadora; esta precaución se debe extremar al hormigonar en rampa. En ningún caso se deben colocar en obra pastones que evidencien una pérdida significativa de la trabajabilidad requerida.

La terminación se debe realizar únicamente mediante fratás mecánico, para el cual debe verificarse que éste se deslice 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 debe aproximar a menos de trescientos milímetros (300 mm) del borde de calzada.

La superficie del pavimento no debe ser retocada, salvo en zonas aisladas, comprobadas con reglas de longitud no inferior a tres metros (3 m) donde se observen desviaciones superiores a cinco milímetros (5 mm).

Se prohíbe 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 debe

emplear hormigón aún no extendido.

### 7.3.6. 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 N°32*.

<b>Tabla N°32 – CALIFICACIÓN DEL RIESGO DE FISURACIÓN PLÁSTICA</b>	
<b>Tasa de evaporación</b>	<b>Riesgo de fisuración plástica</b>
< 0,25 kg/m <sup>2</sup>	Bajo-Moderado
0,25 – 0,50 kg/m <sup>2</sup>	Moderado-Alto
> 0,50 kg/m <sup>2</sup>	Muy alto

El contratista debe informar los métodos de protección y curado previstos y debe considerar para tasas de evaporación mayores de 0,5 kg/m<sup>2</sup> la aplicación de medidas preventivas adicionales a la aplicación de la membrana de curado, las cuales deben ser solicitadas y/o aprobadas por el Supervisor de Obra.

Si aparecen fisuras plásticas o se observa un riesgo inminente de aparición (superficie de apoyo muy absorbente, 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 evite la formación de fisuras plásticas con la confiabilidad necesaria.

### 7.3.7. Texturizado

Una vez finalizadas las tareas de terminación se debe dar a su superficie una textura homogénea que permita cumplimentar los requisitos de fricción y macrotextura establecidos en el presente documento.

Si el texturizado es en el sentido transversal o esviado, y se efectúa en forma manual, realizarlo con un mango de un largo tal que permita texturizar el ancho completo de calzada en una pasada, utilizando una regla de aluminio como guía.

El método de texturizado se establece en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares y debe ser aprobado por el Supervisor de Obra. Según el método adoptado, se deben cumplir los siguientes requisitos:

#### 7.3.7.1. Arpillera húmeda

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

La arpillera deberá contar con, al menos, un pliegue y debe apoyar sobre la calzada terminada en un

ancho de 45 a 60 cm. Debe 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.

En aquellos casos en los que se prevee que la velocidad de circulación de vehículos sobre la calzada en estudio mayor a sesenta kilómetros por hora (60 Km/h), no se debe utilizar como método de texturizado el detallado en éste punto.

#### **7.3.7.2. 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 debe verificar las siguientes condiciones:

- Largo de pelo: entre 15 y 25 mm.
- Cantidad de pelos por metro cuadrado: Mayor de 60.000
- Peso: Mayor de 2350 g/m<sup>2</sup>

Con el objeto de alcanzar la profundidad de macrotextura requeridas, se puede emplear un lastre de la manta de césped sintético sobre la misma. El lastre puede estar constituido por listones de madera.

El césped debe apoyar sobre la calzada terminada en un ancho comprendido entre cuarenta y cinco a sesenta centímetros (45 a 60 cm) y se debe mantener limpia, eliminando diariamente todo resto de mortero adherido.

#### **7.3.7.3. 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.

Con el objetivo de disminuir al mínimo la generación de ruido durante el paso de vehículos, 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 máxima 1:6.

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

#### **7.3.7.4. 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 debe 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 debe aplicar un texturizado previo con arpillera húmeda o césped sintético.

#### **7.3.7.5. Cepillo**

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

El bloque que contiene las cerdas debe 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, alambre, polipropileno o nylon.

#### **7.3.8. Protección y curado**

##### **7.3.8.1. Características generales**

Siempre que sea necesario, durante el período de endurecimiento se debe proteger al 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 debe realizar la protección y curado del hormigón de modo de asegurar que tenga las condiciones necesarias para alcanzar la resistencia especificada y evitando la fisuración y agrietamiento de las losas.

El tiempo de curado no debe ser menor de tres (3) días. El tiempo de curado debe aumentarse en cualquiera de los siguientes casos:

- Bajas temperaturas: el período de curado se debe aumentar 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. El Contratista debe llevar un registro de las temperaturas máximas y mínimas diarias, de modo de dar un seguimiento al proceso de curado de los diferentes lotes.

- Bajo condiciones de tiempo caluroso, entendiéndose por tales a cualquier combinación de factores climáticos que, asociados a la alta temperatura ambiente, tiendan a perjudicar la calidad del hormigón fresco o endurecido, o que contribuya al desarrollo de propiedades anormales en él, se ampliará el tiempo mínimo de curado a siete (7) días.
- Cuando se utilicen adiciones minerales activas, ya sea como parte del material cementicio incorporándose al momento de la elaboración de la mezcla de hormigón, o cuando estén presentes como componente principal del cemento suministrado a la obra, y su contenido total en el material cementicio sea mayor al 20% en masa, el tiempo de curado se debe ampliar a siete (7) días.

### 7.3.8.2. Método de curado

El método de curado empleado por el Contratista debe resultar efectivo bajo cualquier condición climática. El Supervisor de Obra puede ordenar el cambio de método de curado si se verifica fisuración incipiente o cualquier otro defecto atribuible a esta causa.

El curado del pavimento se debe realizar mediante la aplicación de compuestos líquidos formadores de membrana cumpliendo los lineamientos establecidos en *Punto 7.3.8.2.1. Compuestos líquidos formadores de membrana*. Alternativamente, para la pavimentación de áreas pequeñas o tareas de reconstrucción de losas, se admite el empleo de film de polietileno, arpillera de yute o mantas geotextil como método de curado del hormigón, debiéndose incorporar además métodos de protección adicionales que prevengan la formación de fisuras a edad temprana hasta la aplicación de la membrana de polietileno.

En la *Tabla N°33* se sugieren los métodos de curado sugeridos según el Índice de Tránsito.

Tabla N°33 – MÉTODO DE CURADO SUGERIDO						
Método de curado		Índice de Tránsito				Reconstrucción y reparación de losas
		T1	T2	T3	T4	
Compuestos líquidos formadores de membrana		X	X	X	X	X
Por aporte externo de humedad	Lámina de polietileno			X	X	X
	Mantas de geotextil			X	X	X

#### 7.3.8.2.1. Compuestos líquidos formadores de membranas

El producto de curado debe ser 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 la supervisión. En caso de que no existiesen indicaciones al respecto, esta dotación no debe ser inferior a doscientos cincuenta gramos por metro cuadrado ( $250 \text{ g/m}^2$ ) ni superior a trescientos gramos por metro cuadrado ( $300 \text{ g/m}^2$ ). Al aplicar el producto sobre el hormigón, según la dosificación especificada, debe apreciarse visualmente la uniformidad de su distribución sobre la superficie y bordes.

En caso de utilizar moldes fijos, la membrana de curado también debe aplicarse sobre los bordes de calzada una vez efectuado el retiro de los moldes de contención.

Se debe volver a aplicar el producto de curado 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.

#### **7.3.8.2.2. Lámina de polietileno**

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 debe proceder a humedecer hasta que escurra el agua sobre la superficie, y se debe disponer de un film de polietileno cubriendo toda la superficie del pavimento. El contratista debe prever el retiro temporario y reaplicación de la protección para realizar las tareas de aserrado de juntas (en el caso que sea necesario).

El film debe lastrarse convenientemente para que durante el período de curado no se separe de la superficie del pavimento. La lámina de polietileno debe contar con un espesor mínimo de cincuenta micrómetros ( $50 \mu\text{m}$ ) y su provisión se debe hacer en cantidad suficiente para realizar el curado continuo durante tres (3) días como mínimo.

#### **7.3.8.2.3. Mantas de geotextil**

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 debe proceder a humedecer hasta que escurra el agua sobre la superficie, y se debe disponer de una lámina de geotextil cubriendo toda la superficie del pavimento. El contratista debe prever el retiro temporario y reaplicación de la protección para realizar las tareas de aserrado de juntas (en el caso que sea necesario).

La manta debe lastrarse convenientemente para que durante el período de curado no se separe de la superficie del pavimento. La provisión de la manta de geotextil se debe hacer en cantidad suficiente para realizar el curado continuo durante tres (3) días como mínimo.

#### **7.3.8.3. Protección de la calzada después de la construcción**



Luego de su construcción y hasta su habilitación total al tránsito, el hormigón endurecido debe ser protegido contra los efectos perjudiciales de la acción del tránsito y de otras circunstancias que puedan afectarlo desfavorablemente.

### **7.3.9. Aserrado de juntas**

Para controlar la fisuración de las losas, se deben ejecutar juntas de los tipos y dimensiones indicados en los planos de proyecto y en las especificaciones técnicas.

Junto con la metodología constructiva el Contratista debe informar con debida anticipación la secuencia de aserrado de juntas y el tiempo máximo para efectuarlas. El Contratista es 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 debe presentar un plano de distribución de juntas por cada intersección.

Las juntas al plano de debilitamiento deben ser ejecutadas cortando una ranura en el pavimento mediante máquinas aserradoras. Las ranuras deben ejecutarse con una profundidad mínima de un tercio ( $1/3$ ) del espesor de la losa para el caso de juntas longitudinales y juntas transversales con base tratada con cemento o asfalto; para el caso de juntas longitudinales con base granular la profundidad mínima de aserrado es de un cuarto ( $1/4$ ) del espesor de la losa. El ancho debe ser el mínimo posible que pueda obtenerse con el tipo de sierra usada, pero en ningún caso debe exceder de seis milímetros (6 mm). Las mismas deben responder a lo indicado en el *Anexo III. Tipos de juntas en pavimentos de hormigón* 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 debe ser mayor a cuatro y medio metros (4,5 m), salvo disposición en contrario del Pliego de 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 agregados de los bordes de la junta o bien desprendimientos que puedan ser corregidos con el cajeadado.

### **7.3.10. Juntas de construcción**

#### **7.3.10.1. Juntas transversales de construcción**

Estas juntas sólo se deben construir cuando el trabajo se interrumpa por un tiempo excesivo, que produzca cambios significativos en la trabajabilidad del hormigón y al terminar cada jornada de trabajo. Se debe hacer coincidir las juntas de construcción con juntas de contracción previstas en el proyecto. El Contratista debe disponer de los moldes y elementos de fijación adecuados para la conformación de estas juntas, según lo indicado en el *Anexo III. Tipos de juntas en pavimentos de hormigón*. Asimismo, cuando se pavimente en fajas se debe hacer coincidir perfectamente con alguna de las juntas transversales de la faja adyacente.

#### **7.3.10.2. Juntas longitudinales ensambladas o de borde libre**

Este tipo de junta se debe construir como y donde lo indique el proyecto. La ensambladura de la junta se logra adosando al molde lateral, que para el hormigonado se coloque en la posición de la junta, una pieza metálica o de madera, con la forma y dimensiones de la ensambladura. Las mismas deben responder a lo indicado en el *Anexo III. Tipos de juntas en pavimentos de hormigón* para este tipo de juntas según cuenten o no con barras de unión (Tipo D-1 ó D-2).

#### **7.3.10.3. Juntas transversales de dilatación**

Las juntas transversales de dilatación se deben construir en los lugares que indiquen los planos del proyecto. Deben responder a lo indicado en el *Anexo III. Tipos de juntas en pavimentos de hormigón* para las juntas Tipo E.

#### **7.3.10.4. Sellado de juntas**

Todas las juntas de pavimento deben ser 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 debe ser de diez milímetros (10 mm). Se encuentra prohibida 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 debe proceder al hidrolavado de la junta con una presión de agua entre 5 bar y 7 bar.

Si el cajeo de la junta se realiza en seco, se debe completar la operación mediante soplado con aire a 5 bar de presión.

En los casos en que se encuentre recomendado por el fabricante del material de relleno de la junta, una vez que la caja se encuentre en condición seca al aire, se debe proceder a texturar ambas caras de la junta mediante arenado. Para ello se deben efectuar, al menos, una pasada en cada pared del reservorio, sosteniendo la boquilla en forma perpendicular a la junta, arenando los veinticinco milímetros (25 mm) superiores de la caja. Luego de finalizado el texturado, se debe proceder 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 deben tener su superficie limpia, libre de polvo y/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 seca al aire, se procede a la instalación del sellador, siguiendo las recomendaciones del fabricante del mismo. En aquellas juntas que ya han sido tratadas previamente, pero que han quedado abiertas durante la noche o por períodos prolongados se debe repetir la limpieza con chorro de aire antes de proceder con la instalación del sellador.

La aplicación se debe realizar colocando un cordón de respaldo de material compresible constituido por espuma de poliuretano, algodón u otro material compatible, que siga las recomendaciones del fabricante del sellador y cumpla la misma función. Su diámetro debe ser como mínimo veinticinco por ciento (25 %) mayor que el ancho de la junta. No se permite 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 deben reparar mediante el empleo de mortero a base de resina epoxi y arena fina.

### **7.3.11. Transiciones**

#### **7.3.11.1. 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 debe ejecutar conforme a lo indicado en el *Anexo IV. Transiciones*.

#### **7.3.11.2. Con pavimentos flexibles**

En el caso que en el proyecto se indique la ejecución de una sección de transición con un pavimento flexible esta se debe ejecutar conforme a lo indicado en el *Anexo IV. Transiciones* y según corresponda al nivel de tránsito pesado previsto.

#### **7.3.11.3. 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 debe ejecutar conforme a lo indicado en el *Anexo IV. Transiciones* para losas de aproximación.

#### **7.3.11.4. Con estructuras fijas**

En el caso que en el proyecto se indique la ejecución de una sección de transición con estructuras fijas esta se debe ejecutar mediante la materialización de una junta de aislación en todo el perímetro de la estructura según lo indicado en el *Anexo IV. Transiciones* 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.

### **7.3.12. Numeración y fecha de las losas de la calzada de hormigón**

Antes de que el hormigón endurezca, cada losa se debe identificar claramente, mediante un número arábigo y la indicación de la fecha de construcción. Esto se efectuará con números de 15 cm de altura, aproximadamente, inscripto sobre el borde derecho de la calzada de hormigón, considerado en el sentido de avance de la pavimentación, a 10 cm del borde lateral y 40 cm de la junta transversal que delimita la iniciación de la losa.

### **7.3.13. Limpieza**

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

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

En caso de detectarse sectores de calzada manchados y/o sucios con material de obra, dentro del área de obra o fuera de ella, el Contratista debe hacerse cargo de la limpieza de la mancha o suciedad ocasionada.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

## 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 lineación 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 Supervisor 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 Supervisor 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 Supervisor 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.

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

- Si es aceptable o no la Fórmula de Obra. En el primer caso, se puede iniciar la fabricación del hormigón. En el segundo, el Contratista debe proponer las actuaciones a seguir (estudio de una nueva fórmula, corrección parcial de la misma, correcciones en el proceso de fabricación, etc.), de modo de cumplimentar con las exigencias establecidas, en este caso se debe repetir la ejecución del Tramo de Prueba.
- Si son aceptables o no los equipos propuestos por el Contratista para llevar adelante los procesos de dosificación, mezclado, transporte, colocación, vibración, terminación, texturizado, curado, protección y control de dichos procesos.

No se puede proceder a la dosificación, mezclado, transporte, colocación, vibración, terminación y texturizado del hormigón sin que el Supervisor 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.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

## **9. LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN Y HABILITACIÓN AL TRÁNSITO**

### **9.1. Limitaciones de la ejecución**

#### **9.1.1. Condiciones generales**

Previo a la colocación del hormigón fresco, el Contratista debe analizar la posible incidencia de cualquier combinación de factores climáticos adversos (nevadas, temperaturas extremas, lluvia, altas tasas de evaporación, altos gradientes térmicos, etc.) que pudieran ocurrir durante la construcción o en las veinticuatro horas (24 h) subsiguientes, y puedan perjudicar la calidad del hormigón fresco o endurecido. El Contratista debe prever la aplicación de las medidas de protección y curado 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, previa aprobación del Supervisor de Obra, pueden emplearse herramientas informáticas de simulación, como por ejemplo “Hiperpav” u otros modelos de riesgo.

No debe transcurrir más de una hora (1 h) entre la llegada del hormigón a pie de obra y su terminación. El Supervisor de Obra puede aumentar este plazo, si se adoptan precauciones para extender el tiempo de fraguado del hormigón, o si las condiciones de humedad y temperatura son favorables.

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

#### **9.1.2. Limitación por tiempo frío**

##### **9.1.2.1. Tiempo frío**

Se considera tiempo frío cuando se de alguna de las siguientes situaciones:

- La temperatura media diaria ambiente es menor que cinco grados Celsius (5 °C).
- La temperatura ambiente es igual o menor que diez grados Celsius (10 °C) durante doce horas (12 h), en cualquier período de veinticuatro horas (24 h).

**Nota:** se considera como temperatura media diaria ambiente al promedio de las temperaturas máxima y mínima que ocurren durante las veinticuatro horas (24 h) de dos (2) días consecutivos.

##### **9.1.2.2. Temperatura de colocación**

Cuando se coloque hormigón en tiempo frío, la temperatura mínima a la que se debe colocar el



hormigón es de trece grados Celsius (13 °C).

#### **9.1.2.3. Elaboración y colocación del hormigón**

Cuando sea necesario calentar los materiales componentes, se deben respetar las siguientes temperaturas máximas:

- Agua de mezclado: 80°C
- Agregados: 65°C de media, y menor a 80°C en cualquier punto de la masa del mismo.

Los equipos utilizados para calentar los materiales componentes lo deben hacer de manera uniforme en toda su masa.

Se debe cuidar el orden de ingreso de los materiales componentes al mezclador, en ningún caso el cemento se debe poner en contacto con materiales que estén a temperaturas mayores de sesenta grados Celsius (60 °C).

En ningún caso la temperatura del hormigón fresco debe superar los treinta y dos grados Celsius (32 °C).

No se deben utilizar materiales congelados y/o que contengan hielo adherido. Queda prohibido el uso de sales o productos químicos para descongelar los materiales componentes.

Las operaciones de mezclado y colocación del hormigón se deben interrumpir cuando la temperatura ambiente a la sombra, sea de cinco grados Celsius (5 °C) o menor. Dichas operaciones no deben ser reiniciadas hasta que la temperatura ambiente a la sombra sea dos grados Celsius (2 °C) y esté en ascenso.

Se debe suspender 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).

Previo al hormigonado, se debe verificar que las armaduras, barras pasadoras y/o barras de unión, moldes, encofrados, superficie de apoyo y cualquier otro material o elemento que vaya a estar en contacto con el hormigón fresco se encuentran libres de hielo o escarcha, y que su temperatura es mayor a dos grados Celsius (2 °C) e inferior a dieciocho (18 °C)

El hormigón que haya sido perjudicado por la acción de las bajas temperaturas, debe ser eliminado antes de continuar con las tareas de hormigonado.

#### **9.1.2.4. Protección y curado**

Es válido lo establecido en el Punto 7.3.8.2. *Métodos de curado* y en el Punto 7.3.8.3. *Protección de la calzada de hormigón después de la construcción*.

Cuando se prevea que después de la colocación del hormigón la temperatura media del ambiente descienda por debajo de los cinco grados Celsius (5 °C), el hormigón fresco debe ser protegido y mantenido a una temperatura de trece grados Celsius (13 °C) o superior. Esto debe suceder durante un período de tiempo superior al indicado en la *Tabla N°34*.

<b>Tabla N°34 – TIEMPO MÍNIMO DE PERÍODO DE PROTECCIÓN</b>		
	<b>Tipo de material cementante</b>	<b>Tiempo mínimo de protección</b>
<b>H° con aire intencionalmente incorporado</b>	Cemento Portland normal sin adiciones minerales	3 días
	Cemento altamente resistente a los sulfatos y cemento moderadamente resistente a los sulfatos	3 días
	Cemento resistente a la reacción Álcali-Agregado	3 días
	Cemento de alta resistencia inicial	2 días
	Resto de los materiales cementantes	6 días
<b>H° sin aire intencionalmente incorporado</b>	Cemento Portland normal sin adiciones minerales	6 días
	Cemento altamente resistente a los sulfatos y cemento moderadamente resistente a los sulfatos	6 días
	Cemento resistente a la reacción Álcali-Agregado	6 días
	Cemento de alta resistencia inicial	4 días
	Resto de los materiales cementantes	12 días

Para proteger al hormigón de las bajas temperaturas se deben utilizar cubiertas con aislantes térmicos que aprovechen el calor de hidratación, geotextiles o mantas térmicas, o cualquier otro método que, previa aprobación del Supervisor de Obra, resulte adecuado para proteger al hormigón.

En caso de que el Supervisor de Obra lo considere, el contratista debe aplicar medidas de protección adicionales para garantizar que durante el fraguado y endurecimiento del hormigón no se producen deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

Finalizado el período de protección estipulado, sin importar las condiciones de temperaturas y/o climáticas, se considera que el hormigón no está más sometido a tiempo frío, y sobre él se continua con el curado normal.

### **9.1.3. Limitación por tiempo caluroso**

#### **9.1.3.1. Tiempo caluroso**

Se considera tiempo caluroso a cualquier combinación de factores climáticos que, asociados a la alta temperatura ambiente, condiciones ventosas y/o de baja humedad relativa, que puede perjudicar la calidad del hormigón fresco o endurecido, o contribuya al desarrollo de propiedades anormales del mismo.

#### **9.1.3.2. Temperatura de colocación**

La temperatura del hormigón fresco, inmediatamente antes de su descarga, colocación y compactación, debe ser igual o menor a treinta y dos grados Celsius (32 °C). Esta temperatura no evita la formación de fisuras por retracción térmica ni por contracción plástica, por lo que el Supervisor de Obra puede exigir al Contratista la realización de estudios complementarios, o el empleo de medidas de mitigación o protección adicionales que le permitan prevenir algún deterioro en el hormigón joven, con una adecuada confiabilidad. En función de estos estudios y medidas adoptadas, el Supervisor de Obra podrá adoptar una temperatura diferente, que nunca podrá ser mayor a treinta y cinco grados Celsius (35 °C).

#### **9.1.3.3. Elaboración y colocación del hormigón**

Para reducir la temperatura del hormigón fresco, previa autorización del Supervisor de Obra, se puede adoptar una o varias de las siguientes medidas:

- Usar cemento con la menor temperatura posible.
- Mantener los acopios de agregados a la sombra, y refrigerarlos con agua limpia mediante riego periódico.
- Refrigerar y/o mantener aislada térmicamente el agua de mezclado.
- Emplear hielo en reemplazo parcial o total del agua de mezclado.

En el caso de que se emplee hielo en reemplazo de agua de mezclado, el mismo debe estar totalmente licuado antes de terminar el período de mezclado.

Inmediatamente previo al hormigonado, el Contratista debe humedecer (sin saturar ni encharcar) la superficie de apoyo, como así también todas las superficies y materiales que vayan a estar en contacto con el hormigón fresco. Asimismo, La temperatura en la superficie de apoyo de la losa debe ser menor a treinta y cinco grados Celsius (35 °C), de manera de reducir la ganancia de calor del hormigón recién colocado.

En condiciones de tiempo cálido el contratista, previa autorización y/o solicitud del Supervisor de Obra, debe aplicar una o varias de las siguientes medidas de protección:

- Colocar pantallas que protejan al hormigón contra los rayos del sol.
- Prestar especial atención en las tareas de curado. Aplicarlo inmediatamente luego de finalizado el texturizado del hormigón. Eventualmente, en caso de atrasarse, se puede evaluar el empleo de neblinas o retardadores de evaporación.
- Controlar la evolución de las temperaturas del ambiente y del pavimento durante las primeras treinta y seis horas (36 h). Se deben tomar las medidas necesarias que permitan controlar el primer enfriamiento de modo tal que el gradiente de temperatura no supere los tres grados Celsius (3 °C) por hora, o un total de veintiocho grados Celsius (28 °C) durante las primeras veinticuatro horas (24 h), para reducir los riesgos de fisuración térmica.
- Restringir los horarios de hormigonado para reducir la temperatura máxima a alcanzar por el pavimento.

- Incorporar cubiertas a los camiones o tolvas para proteger el hormigón de la incidencia directa de los rayos solares.
- Trabajar con la menor cantidad de agua y asentamiento posibles, que permitan una colocación y terminación adecuadas.

Durante el hormigonado en tiempo caluroso, cuando la temperatura del hormigón fresco, inmediatamente después de su colocación y compactación, sea superior a treinta grados Celsius (30 °C), sólo se permite la colocación del hormigón, previa autorización del Supervisor de Obra, si se toman precauciones adecuadas y se disponen los medios para protegerlo de los gradientes térmicos y de las altas tasas de evaporación.

#### **9.1.3.4. Protección y curado**

Es válido lo establecido en el Punto 7.3.8.2. *Métodos de curado* y en el Punto 7.3.8.3. *Protección de la calzada de hormigón después de la construcción*.

Las superficies de hormigón expuestas al medio ambiente, sin membrana de curado, se deben mantener continuamente humedecidas durante el tiempo de curado, mediante riego en forma de niebla, arpilleras húmedas u otros medios de comprobada eficacia y aprobado por el Supervisor de Obra. Asimismo, durante las primeras veinticuatro horas (24 h), deben ser protegidas contra la acción del viento y del sol, con el objeto de evitar la fisuración del hormigón por contracción plástica y/o por secado prematuro.

En ningún caso el agua de curado debe tener una temperatura inferior a la del hormigón en más de diez grados Celsius (10 °C).

Los encofrados se deben mantener continuamente humedecidos, de manera que no levanten temperatura y/o absorban agua del hormigón.

#### **9.1.4. Precipitaciones intensas**

Se debe interrumpir la ejecución de las obras cuando sea inminente la caída de precipitaciones con una intensidad tal que pudiera provocar la deformación del borde de las losas, modificar la relación agua/cemento de la capa superficial del hormigón o provocar la pérdida de la textura superficial del hormigón fresco.

Ante la eventual caída de precipitaciones, el contratista debe prever la aplicación de un geotextil, arpillera u otro tipo de manta que permita proteger al hormigón de las inclemencias climáticas. Este cobertor debe proveerse en el ancho completo de calzada y debe ser capaz de cubrir toda sección de pavimento que no haya alcanzado el fraguado inicial del hormigón, sin dañar el texturizado.

### **9.2. Habilitación al tránsito**

Prevía autorización del Supervisor de Obra, se puede habilitar la calzada al tránsito cuando se

verifique un valor mínimo de resistencia a la flexión de treinta y seis décimas de megapascal (3,6 MPa), o en su defecto, lo que se indique en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. No obstante lo anterior, se debe verificar que la resistencia del hormigón endurecido es suficiente para tolerar las acciones del tránsito y las condiciones climáticas, sin sufrir deterioro adicional al previsto en su vida útil. Se puede utilizar el gráfico de Resistencia vs. Madurez informada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

## 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 Supervisor de Obra, el mismo debe incluir como mínimo los siguientes aspectos:

- Ensayos establecidos en el *Punto 10. Plan de Control de Calidad* del presente documento.
- Listado de equipos, instrumentos y elementos con los que cuenta el Laboratorio de Obra para realizar los ensayos; nunca menor a lo indicado en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para el Laboratorio de Obra y Oficina para el Personal de la Inspección*.
- Certificado de Calibración y Plan de Calibración y Verificación de los equipos, instrumentos y elementos del Laboratorio de Obra, según lo indicado en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales para el Laboratorio de Obra y Oficina para el Personal de la Inspección*.
- Designación y *Currículum Vitae* del profesional, perteneciente a la empresa Contratista, responsable de llevar adelante el Plan de Control de Calidad.

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

- Una presentación mensual.
- Dos mil metros cúbicos (2000 m<sup>3</sup>) de hormigón colocado.

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

Adicionalmente, en el informe se debe incluir, como mínimo, las cartas de control del período involucrado de los siguientes parámetros (para la conformación de los mismos se debe emplear la frecuencia de ensayo estipulada en el correspondiente Plan de Calidad):

- Granulometría.
- Contenido de aire.
- Asentamiento inicial y asentamiento de colocación.
- Resistencia efectiva a la compresión.
- Espesor.

- Macrotextura.

Esta información se debe emplear para el ajuste de los procesos de fabricación y colocación del hormigón.

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

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

El presente Plan de Control de Calidad queda complementado con lo establecido en el *Punto 11. Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada* para la cantidad de muestras, cantidad de testigos, condiciones de ensayo, determinación de los parámetros en estudio y demás consideraciones.

El Supervisor 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 del Contratista. Dicho laboratorio independiente debe contar con el equipamiento calibrado con patrones trazables siendo deseable y valorada la participación del mismo en programas de interlaboratorios.

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 Supervisor de Obra, considerando la misma muestra, el valor que se debe tomar como definitivo es el correspondiente al laboratorio empleado por el Supervisor de Obra. Si el Supervisor 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 el *Anexo V. Método de muestreo* se detalla un resumen o guía de ejemplo.

En todos los casos en los cuales se contemple una metodología de muestreo establecida por el IRAM, se debe adoptar ésta como válida.

Para casos extraordinarios donde no sea aplicable lo anterior, el Contratista debe proponer la metodología de muestreo y/o extracción de testigos, elevándola a consideración y aprobación del Supervisor de Obra. El Supervisor de Obra puede modificarla a su sólo criterio; el Contratista se encuentra obligado a aceptar dichas modificaciones y/o cambios. En ningún caso puede el Contratista emplear una metodología de muestreo y/o extracción de testigos que no cuente con la aprobación del Supervisor de Obra.



En virtud de velar por la correcta ejecución del proyecto y control de calidad del mismo, el Supervisor de Obra puede, respecto al presente Plan de Control de Calidad, agregar ensayos a realizar, aumentar la frecuencia de los ensayos, aumentar la cantidad de muestras y/o testigos a ensayar, aumentar las frecuencias de muestreo, ordenar la extracción de muestras y/o testigos de cierto lugar en particular y ordenar la ejecución de ensayos sobre cierto lugar en particular.

## **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 los mismos.

### **10.2.1. Definición de lote de producción**

Se considera como lote de producción a la menor fracción que resulte de la aplicación de los siguientes criterios:

- Una cantidad menor o igual a trescientos metros cúbicos ( $\leq 300 \text{ m}^3$ ) de hormigón producido.
- Los metros cúbicos de hormigón elaborados en media jornada de trabajo.

En el caso de que cambie alguno de los materiales componentes, cambie la Fórmula de Obra o bien cambie el equipamiento, se debe considerar un nuevo lote de producción.

En caso de que se produzca alguna detención superior a una hora ( $> 1\text{h}$ ) 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.

Nota: El lote de producción es para un mismo tipo de hormigón. En caso de que se cambie el hormigón en elaboración, corresponde considerar un nuevo lote de producción para la misma.

### **10.2.2. Definición de lote de obra**

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

- Una longitud menor o igual a quinientos metros ( $\leq 500 \text{ m}$ ) lineales de construcción, colocados en una sola capa.
- Tres mil quinientos metros cuadrados ( $3500 \text{ m}^2$ ) 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

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 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 vírgenes

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados gruesos es la que se indica en la *Tabla N°35*.

<b>Tabla N°35 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL AGREGADO GRUESO</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Frecuencia</b>
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 Angeles <sup>(1)</sup>	IRAM 1532	Mensual
Coeficiente de pulimento acelerado <sup>(2)</sup>	IRAM 1543	Trimestral
Polvo adherido	IRAM 1883	Semanal
Material fino que pasa por el tamiz IRAM 75 µm, por lavado	IRAM 1540	Semanal
Micro Deval <sup>(1)</sup>	IRAM 1762	Trimestral
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Semestral
Limpieza <sup>(3)</sup>	---	Diaria
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Diaria
Módulo de finura y tamaño máximo	IRAM 1505	Diaria
Contenido de humedad	IRAM 1533	Diaria x2 (por la mañana y por la tarde)
Densidad y absorción	IRAM 1533	Semanal
Ensayo de ebullición para los basaltos "Sonnenbrand" <sup>(4)</sup>	UNE-EN 1367-3	Mensual
Resto de los ensayos contemplados en la norma IRAM 1531	Según norma	Trimestral

- (1) En el caso de agregados “tipo basálticos”, la frecuencia de ensayo es de quince (15) días.
- (2) Sólo aplica a agregados que se utilizan en calzadas de hormigón.
- (3) La determinación de la limpieza se realiza visualmente.
- (4) Sólo aplica a agregados que provienen de yacimientos “tipo basálticos”.

#### 10.3.1.2. Agregados gruesos de hormigón reciclado triturado

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados gruesos de hormigón reciclado triturado se indica en la *Tabla N°35*.

#### 10.3.1.3. Agregados finos vírgenes

La frecuencia mínima de ensayos para cada fracción de agregados finos es la que se indica en la *Tabla N°36*.

Tabla N°36 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL AGREGADO FINO		
Parámetro	Método	Frecuencia
Equivalente de arena	IRAM 1682	Semanal
Granulometría	IRAM 1505 IRAM 1501	Diaria
Material fino que pasa por el tamiz IRAM 75 µm, por lavado	IRAM 1540	Semanal
Módulo de finura y tamaño máximo	IRAM 1505	Diaria
Contenido de humedad	IRAM 1533	Diaria x2 (por la mañana y por la tarde)
Densidad y absorción	IRAM 1520	Semanal
Resto de los ensayos contemplados en la norma IRAM 1512	Según norma	Trimestral

#### 10.3.2. Cementos

Con una frecuencia que designe el Supervisor de Obra, se deben tomar desde el camión tolva muestras duplicadas de cinco kilogramos (5 kg), en envases de doble bolsa de doscientos micrones (200 µm) con cierre con precintos plásticos. Las mismas deben ser debidamente conformadas e identificadas, procediéndose a la reserva de las mismas por un período de treinta (30) días en perfecto estado de conservación. Los grupos deben quedar en poder del Contratista y del Supervisor de Obra, y de ser necesario su análisis, a sólo criterio del Supervisor de Obra, las muestras deben ser ensayadas a través de un laboratorio aprobado por el Supervisor de Obra, quedando a cargo del Contratista los costos que ello demandare.

#### 10.3.3. Adiciones minerales

Con una frecuencia que designe el Supervisor de Obra, mínima mensual, se deben tomar desde el camión tolva muestras duplicadas de cinco kilogramos (5 kg), en envases de doble bolsa de

doscientos micrones (200  $\mu\text{m}$ ) con cierre con precintos plásticos. Las mismas deben ser debidamente conformadas e identificadas, procediéndose a la reserva de las mismas por un período de treinta (30) días en perfecto estado de conservación. Los grupos deben quedar en poder del Contratista y del Supervisor de Obra, y de ser necesario su análisis, a sólo criterio del Supervisor de Obra, las muestras deben ser ensayadas a través de un laboratorio aprobado por el Supervisor de Obra, quedando a cargo del Contratista los costos que ello demandare.

#### **10.3.4. Aditivos**

Con una frecuencia que designe el Supervisor de Obra, se deben tomar muestras duplicadas de quinientos centímetros cúbicos (500  $\text{cm}^3$ ) de cada partida de aditivo. Para ello, se deben emplear envases plásticos herméticos, sin uso previo, debidamente conformado e identificado por el Supervisor de Obra y el Contratista, a fin de proceder a su mantenimiento en reserva por un período de treinta (30) días. Los grupos de muestras deben quedar en poder de la Contratista y del Supervisor de Obra.

#### **10.3.5. Fibras u otros materiales en pellets**

El Plan de Ensayos a realizar sobre las fibras u otros materiales en pellets, así como también la frecuencia de los mismos, debe ser propuestos por el Contratista, y aprobado por el Supervisor de Obra.

#### **10.3.6. Compuestos líquidos para la formación de membranas**

Con una frecuencia que designe el Supervisor de Obra, se deben tomar muestras duplicadas de quinientos centímetros cúbicos (500  $\text{cm}^3$ ) de cada partida de compuesto líquido formador de membranas de curado. Para ello, se deben emplear envases plásticos herméticos, sin uso previo, debidamente conformados e identificados por el Supervisor de Obra y el Contratista, a fin de proceder a su mantenimiento en reserva por un período de treinta (30) días. Los grupos de muestras deben quedar en poder de la Contratista y del Supervisor de Obra.

#### **10.3.7. Barras pasadores y barras de unión**

El Plan de Ensayos a realizar sobre las barras pasadores y barras de unión, así como también la frecuencia de los mismos, debe ser propuesto por el Contratista, y aprobado por el Supervisor de Obra. Dicho Plan de Ensayos debe incluir, como mínimo, la verificación de la posición de pasadores posterior a la ejecución de la losa mediante el uso de un equipo magnético o de similares prestaciones.

#### **10.3.8. Material para juntas**

El Plan de Ensayos a realizar sobre el material para juntas, así como también la frecuencia de los mismos, debe ser propuestos por el Contratista, y aprobado por el Supervisor de Obra.

#### 10.4. Plan de ensayos sobre el proceso de elaboración y colocación del hormigón

A continuación, se establece una frecuencia mínima de ensayos para el control de calidad de la producción del hormigón; la misma se resume en la *Tabla N°37*.

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

Al cambiar un insumo y/o alguno de los materiales componentes del hormigón, se debe presentar una nueva Fórmula de Obra.

<b>Tabla N°37 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE EL PROCESO DE ELABORACIÓN Y COLOCACIÓN DEL HORMIGÓN</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Frecuencia</b>
Aspecto	---	Cada equipo de transporte
Asentamiento inicial <sup>(1)</sup>	IRAM 1536	Cada lote de producción
Asentamiento de colocación <sup>(2)</sup>	IRAM 1536	Cada equipo de transporte
Aire incorporado <sup>(2)</sup> <sup>(3)</sup>	IRAM 1602 o IRAM 1511	Cada equipo de transporte
Temperatura del hormigón fresco <sup>(2)</sup>	ASTM C 1064	Cada equipo de transporte
Capacidad y velocidad de exudación	IRAM 1604	Mensual
Tiempo de fraguado	IRAM 1662	Trimestral
Granulometría de la combinación de agregados	IRAM 1505	Mensual
PUV	IRAM 1562	Diario
Resistencia a la compresión a los 3 días <sup>(4)</sup>	IRAM 1524/1534/1546/1553/1709	Cada lote de obra
Resistencia a la compresión a los 7 días	IRAM 1524/1534/1546/1553/1709	Cada lote de obra
Resistencia a la compresión a los 28 días	IRAM 1524/1534/1546/1553/1709	Cada lote de obra
Resistencia a la flexión a 28 días	IRAM 1547	Cada lote de obra
Temperatura ambiente, humedad relativa ambiente, e intensidad del viento en el frente de pavimentación.	---	Cada dos (2) horas

(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.

(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 N°38*.

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.

<b>Tabla N°38 – PLAN DE ENSAYOS SOBRE LA UNIDAD TERMINADA</b>		
<b>Parámetro</b>	<b>Método</b>	<b>Frecuencia</b>
Espesor medio de testigos	IRAM 1574	Cada lote de obra
Resistencia a la compresión a los 3 días <sup>(1)</sup>	IRAM 1551/1546/1553/1709	Cada lote de obra
Resistencia a la compresión a los 28 días	IRAM 1551/1546/1553/1709	Cada lote de obra
Macrotextura superficial inicial <sup>(2)</sup>	IRAM 1850 o Método Vigente de la DNV <sup>(3)</sup>	Cada lote de obra o por tramo <sup>(4)</sup>
Determinación del ancho	---	Cada 100 m
Determinación del perfil transversal	---	Cada 100 m
Regularidad superficial (IRI)	---	Por tramo <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Sólo aplica a proyectos donde se utilice Tecnología de Alto Rendimiento (TAR).

<sup>(2)</sup> El método a utilizar debe corresponderse con lo establecido en el *Punto 11. Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada*.

<sup>(3)</sup> Se emplea la Norma IRAM 1850 en el caso de que se emplee el Círculo de Arena. Se emplea el Método Vigente de la DNV en el caso de que se empleen equipos de alto rendimiento.

<sup>(4)</sup> La longitud del tramo es la indicada en el *Punto 11. Requisitos del proceso de producción y de la unidad terminada*, o bien la aprobada por el Supervisor de Obra.

## 10.6. Control de procedencia de los materiales

### 10.6.1. Control de procedencia de agregados vírgenes

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor de agregados (gruesos y/o finos) que los mismos satisfagan las exigencias de la presente especificación; y debe registrar durante su recepción la siguiente información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 10.1 Generalidades*:

- Denominación comercial del proveedor.
- Ubicación de la cantera, gravera o lugar de extracción del agregado.
- Frente de cantera.
- Roca de origen.
- Certificado o informe de calidad del material.
- Referencia del remito con el tipo de material provisto.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha y hora de recepción en obrador.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y/o en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. El Contratista debe

adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

#### **10.6.2. Control de procedencia de agregados de hormigón reciclado triturado**

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor de agregados de hormigón reciclado triturado que los mismos satisfagan las exigencias de la presente especificación; y debe registrar durante su recepción la siguiente información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 10.1 Generalidades*:

- Denominación comercial del proveedor.
- Certificado o informe de calidad del material.
- Referencia del remito con el tipo de material provisto.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha y hora de recepción en obrador.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y/o en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. El Contratista debe adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

#### **10.6.3. Control de procedencia de los cementos y las adiciones minerales**

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor de los cementos y adiciones minerales que satisfagan las exigencias de la presente especificación y debe registrar durante su recepción la siguiente información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 10.1 Generalidades*:

- Referencia del remito de la partida.
- Denominación comercial del material provisto.
- Certificado de Conformidad del Producto (según norma IRAM 50000/50001/50002).
- Protocolos de calidad emitidos por el fabricante.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha de despacho del producto.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y/o en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. El Contratista debe adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.



#### **10.6.4. Control de procedencia de los aditivos**

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor de los aditivos que satisfagan las exigencias de la presente especificación; y debe registrar durante su recepción la siguiente información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 10.1 Generalidades*:

- Referencia del remito de la partida.
- Denominación comercial del aditivo provisto.
- Certificado o informe de calidad del aditivo provisto.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha de despacho del producto.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y/o en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. El Contratista debe adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

#### **10.6.5. Control de procedencia de las fibras u otros materiales en pellets**

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor de las fibras u otros materiales en pellets que satisfagan las exigencias de la presente especificación; y debe registrar durante su recepción la siguiente información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 10.1 Generalidades*:

- Referencia del remito de la partida.
- Denominación comercial de la fibra u otro material en pellet provisto.
- Certificado o informe de calidad de la fibra u otro material en pellet provisto.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha de despacho del producto.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y/o en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. El Contratista debe adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

#### **10.6.6. Control de procedencia de los compuestos líquidos para la formación de membranas**

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor de los compuestos para la formación de membranas que satisfagan las exigencias de la presente especificación; y debe registrar durante su recepción la siguiente información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 10.1 Generalidades*:

- Referencia del remito de la partida.
- Denominación comercial de los compuestos para la formación de membranas provistos.
- Certificado o informe de calidad de los compuestos para la formación de membranas provistos.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha de despacho del producto.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y/o en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. El Contratista debe adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

#### **10.6.7. Control de procedencia de las barras pasadoras y barras de unión**

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor de las barras pasadoras y barras de unión que satisfagan las exigencias de la presente especificación; y debe registrar durante su recepción la siguiente información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 10.1 Generalidades*:

- Referencia del remito de la partida.
- Denominación comercial de las barras pasadoras y barras de unión provistas.
- Certificado o informe de calidad de las barras pasadoras y barras de unión provistas.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha de despacho del producto.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y/o en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. El Contratista debe adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

#### **10.6.8. Control de procedencia del material para juntas**

El Contratista es responsable de solicitar al proveedor del material para juntas que satisfagan las exigencias de la presente especificación; y debe registrar durante su recepción la siguiente

información, que debe ser elevada al Supervisor de Obra en el informe de control de calidad indicado en el *Punto 10.1 Generalidades*:

- Referencia del remito de la partida.
- Denominación comercial del material para juntas provistos.
- Certificado o informe de calidad del material para juntas provistos.
- Identificación del vehículo que los transporta.
- Fecha de despacho del producto.

El Contratista debe verificar que los valores declarados en los documentos permitan asegurar el cumplimiento de las especificaciones contempladas en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales y/o en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares. El Contratista debe adoptar, en el caso de que existan indicios de incumplimiento de las especificaciones contempladas, todas aquellas medidas que considere oportunas para garantizar la idoneidad del producto suministrado a la obra.

#### **10.7. 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 Supervisor de Obra cuando éste lo solicite.

Es deseable que toda la información arriba mencionada se gestione a través del uso de un GIS (Sistema de Información Geográfico).

Al momento de la recepción definitiva de la obra, el Contratista debe hacer entrega de toda la información arriba mencionada al Supervisor de Obra, dando así por finalizada su responsabilidad por el archivo de dicha información.

## **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 (equipo de transporte)**

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, presencia de elementos extraños, troncos, etc..

#### **11.1.2. Asentamiento de colocación (lote de producción)**

La determinación del asentamiento de colocación se debe hacer sobre cada unidad de transporte, previa colocación del hormigón en obra.

- 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.

La determinación del aire incorporado se debe hacer sobre cada equipo de transporte, previa colocación del hormigón en obra.

El porcentaje de aire incorporado, en caso de que el mismo sea incorporado por motivos de durabilidad frente a ciclos de congelamiento y deshielo (según lo especificado en la Fórmula de Obra), debe encuadrarse dentro de una tolerancia de más menos uno por ciento ( $\pm 1\%$ ) respecto a la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

El porcentaje de aire incorporado, en caso de que el mismo sea incorporado por motivos diferentes de durabilidad frente a ciclos de congelamiento y deshielo (según lo especificado en la Fórmula de Obra), debe encuadrarse dentro de una tolerancia de más menos uno y medio por ciento ( $\pm 1,5\%$ ) respecto a la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

#### **11.1.4. Temperatura del hormigón (lote de producción)**

La determinación de la temperatura del hormigón se debe hacer sobre cada unidad de transporte, previa colocación del hormigón en obra.

La temperatura debe ser medida en el seno del hormigón, a no menos de treinta centímetros (30 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.

#### **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 moldeado de probetas se debe realizar previa colocación del hormigón en obra, sobre al menos dos (2) unidades de transporte.

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 IRAM 1534 o IRAM 1524.

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 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 IRAM 1534 o IRAM 1524. En este caso, no se debe efectuar corrección de los resultados de ensayo por tamaño de la probeta.

Las probetas deben ser ensayadas a compresión hasta la rotura, de acuerdo con lo establecido en la norma IRAM 1546. Salvo indicación contraria del Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares o del Supervisor 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 resistencia a la compresión del lote de producción en estudio 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 simultáneamente que la diferencia entre las resistencias individuales y la resistencia media del grupo de probetas del lote resulten menores al quince por ciento (15 %).

La resistencia media de rotura a compresión a los veintiocho (28) días de cada lote de producción, debe ser mayor que el noventa por ciento (90 %) de la resistencia potencial a la compresión a los veintiocho (28) días informada en la Fórmula de Obra aprobada y vigente.

La resistencia media de rotura a compresión a los siete (7) días de cada lote de producción debe, ser mayor que el noventa por ciento (90 %) de la resistencia potencial a la compresión a los siete (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 (3) días de cada lote de producción, debe ser mayor que el noventa por ciento (90 %) de la resistencia potencial a la compresión a los tres (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 catorce (14) días contados a partir del momento de su colocación, según la norma IRAM 1551. Cuando la temperatura media diaria sea inferior a cinco grados Celsius ( $5^{\circ}\text{C}$ ), 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 ( $5^{\circ}\text{C}$ ).

Luego de extraído e identificados los testigos, se deben mantener sumergidos en agua a una temperatura de veintitrés más menos dos grados Celsius ( $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ).

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 ( $5^{\circ}\text{C}$ ). El valor medio de los testigos ensayados que se obtenga es el que se adopta como resistencia a compresión a la edad de veintiocho (28) días.

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 realizadas 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 Normas IRAM 1553 (o IRAM 1709), IRAM 1551 e IRAM 1546 respectivamente, en lo que no se opongan a lo establecido en los siguientes incisos.

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 ( $23 \pm 2^{\circ}\text{C}$ ), durante no

menos de 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 cinco milímetros (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, durante 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.

Los ensayos se deben realizar a la edad de veintiocho (28) días cumpliendo, si corresponde, lo establecido para los casos en que la calzada de hormigón hubiese estado sometida a temperaturas medias menores de cinco grados Celsius (5 °C).

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. Generalidades* 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 IRAM 1551 e IRAM 1546, 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, la resistencia efectiva de rotura a la compresión del testigo ensayado debe corregirse multiplicándola por los factores que se indican en la *Tabla N°39* siguiente, expresando el resultado con aproximación a una décima de megapascal (0,1 MPa).

<b>Tabla N°39 – FACTORES DE CORRECCIÓN DE ESBELTEZ</b>	
<b>h/d</b>	<b>Factor de corrección</b>
2,00	1,00
1,75	0,98
1,50	0,96
1,25	0,93
1,00	0,87



Para valores de las relaciones entre la altura y el diámetro medio que no figuren comprendidos entre los de la *Tabla N°39*, los factores de corrección se deben obtener por interpolación lineal.

La resistencia efectiva a la compresión a los veintiocho (28) días de cada uno de los testigos debe ser superior a la resistencia característica 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 testigos del lote.

La determinación del espesor se debe realizar con calibre. Cualquier otro método de medición propuesto por el Contratista queda sujeto a la aprobación del Supervisor 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 cinco por ciento (5 %).

#### **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. Índice de Regularidad Internacional (I.R.I.)**

Los requisitos establecidos en el presente punto aplican para los siguientes casos:

- Calzadas de rodamiento en Obras Nuevas.
- Calzadas de rodamiento en Obras de Rehabilitación en las que el espesor de losa es igual o superior a diez centímetros ( $\geq 10$  cm).

Para casos diferentes de los anteriores, los requisitos se establecen en el Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

Se debe controlar la regularidad superficial mediante la determinación del Índice de Regularidad Internacional (I.R.I.), de acuerdo al procedimiento vigente de la Dirección Nacional de Vialidad.

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).

Nota: Al margen de lo anterior, el contratista debe arbitrar los medios para realizar una determinación del I.R.I., de acuerdo al procedimiento vigente de la Dirección Nacional de Vialidad una vez que se alcance un grado de avance del veinticinco por ciento (25 %) del ítem calzada de rodamiento. Los resultados de la medición deben ser informados al Supervisor de Obra. Esta medición solo tendrá como objetivo evaluar el proceso constructivo y efectuar, en el caso que sea necesario, las mejoras que permitan alcanzar los requisitos establecidos en el presente documento.

Para la determinación del I.R.I. se deben considerar tramos de mil metros (1000 m) de longitud, calculando un solo valor del I.R.I. para cada hectómetro (hm) del perfil 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 N°40*.

<b>Tabla N°40 – REQUISITOS DE IRI</b>	
<b>Porcentaje de hectómetros [%]</b>	<b>Requisitos</b>
50	IRI < 1,5 m/km
80	IRI < 1,8 m/km
100	IRI < 2,0 m/km

En los casos en los cuales se determine el IRI para la huella derecha y huella izquierda de un mismo tramo, los requisitos establecidos en la *Tabla N°40* se deben verificar de manera independiente para cada uno de los perfiles longitudinales (huella izquierda y huella derecha).

#### **11.2.4.2. Juntas transversales**

En las juntas transversales, 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 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 o tramo)

Las exigencias vinculadas a este punto aplican sólo a la calzada de hormigón.

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

Se debe realizar el control de la macrotextura de cada lote de obra ejecutado (en el caso de que se emplee el Círculo de Arena) o de un tramo (en el caso de que se emplee un equipo de alto rendimiento, como lo es un texturómetro láser) antes de que el lote o tramo en estudio alcance seis (6) meses de servicio.

El control de la macrotextura se debe realizar mediante el método del Círculo de Arena o mediante el empleo de un Texturómetro Láser.

##### 11.2.5.1. Círculo de arena (lote de obra)

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 N°41*.

Tabla N°41 – REQUISITO DE MACROTEXTURA SUPERFICIAL INICIAL				
Característica	Norma	Rango de resultado <sup>(1)</sup>		
		TMN ≤ 12 <sup>(2)</sup>	TMN ≤ 19 <sup>(2)</sup>	TMN ≤ 53 <sup>(2)</sup>
Macrotextura (Círculo de arena)	IRAM 1850	Promedio del lote > 0,4 mm Desvío estándar < 0,1 mm	Promedio del lote > 0,5 mm Desvío estándar < 0,15 mm	Promedio del lote > 0,6 mm Desvío estándar < 0,15 mm

<sup>(1)</sup> Valores expresados como método volumétrico (círculo de arena, norma IRAM 1850).

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

### 11.2.5.2. Texturómetro láser (tramo)

En el caso de que el control de la macrotextura se realice con un equipo texturómetro láser, se debe emplear el procedimiento de medición vigente de la Dirección Nacional de Vialidad. El equipo empleado para esta tarea debe contar con la homologación anual vigente de la Dirección Nacional Vialidad.

Se le debe asignar a cada hectómetro que conforme al tramo el valor medio de macrotextura expresado como círculo de arena, el cual se obtiene a través de la correspondencia entre este valor y el valor de MPD obtenido del equipo. El procedimiento empleado para la obtención de esta correlación debe ser aprobado previamente por parte de la Dirección Nacional de Vialidad.

Se debe considerar tramos de mil metros (1000 m) de longitud. Cada uno de los tramos de mil metros (1000 m) involucrados en el tramo en estudio deben de cumplir con los requisitos establecidos en la *Tabla N°42*.

Tabla N°42 – REQUISITO DE MACROTEXTURA SUPERFICIAL INICIAL				
Porcentaje de hectómetros [%]	Norma	Requisitos <sup>(1)</sup>		
		TMN ≤ 12 <sup>(2)</sup>	TMN ≤ 19 <sup>(2)</sup>	TMN ≤ 53 <sup>(2)</sup>
50	Metodología vigente de la DNV	> 0,5 mm	> 0,6 mm	> 0,6 mm
80		> 0,4 mm	> 0,5 mm	> 0,6 mm
100		> 0,3 mm	> 0,4 mm	> 0,5 mm

(1) Valores expresados como método volumétrico (círculo de arena, norma IRAM 1850).

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

En los casos en los cuales se determine la macrotextura para la huella derecha y la huella izquierda de un mismo tramo, los requisitos establecidos en la *Tabla N°42* se deben verificar de manera independiente para cada una de ellas.

### 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 segregación, exudación 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. Lotes*.

En todos los casos en que se rechace un lote (de obra o de producción), una unidad de transporte o zonas puntuales con problemas superficiales por segregaciones y/o exudaciones, 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. Evaluación visual (equipo de transporte)

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, presencia de elementos extraños, troncos, etc..

La evaluación visual debe cumplimentar lo expuesto en el *Punto 11.1.1. Evaluación visual (equipo de transporte)*.

Si la evaluación visual no verifica lo expuesto anteriormente, se rechaza el lote de producción.

#### 12.1.2. Asentamiento de colocación (lote de producción)

Si el asentamiento de colocación del equipo de transporte no se encuadra dentro de la tolerancia establecida en el *Punto 11.1.2. Asentamiento de colocación (lote de producción)* respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de una tolerancia de tres centímetros (3 cm) respecto del valor correspondiente a la Fórmula de Obra aprobada y vigente, se acepta la unidad de transporte, pero se aplica un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra ejecutado con la unidad de transporte en estudio.

Si el asentamiento de colocación del equipo de transporte se encuentra por afuera del entorno de las tolerancias mencionadas anteriormente respecto de la Fórmula de Obra aprobada y vigente, corresponde el rechazo de la unidad de transporte, por lo cual no se debe colocar en obra.

#### 12.1.3. Aire incorporado (lote de producción)

Aplica para hormigones con aire intencionalmente incorporado.

El aire incorporado de cada equipo de transporte debe cumplimentar lo establecido en el *Punto 11.1.3. Aire incorporado (lote de producción)*.

Si el aire incorporado al hormigón del equipo de transporte en consideración, en caso de que el mismo sea incorporado por motivos de durabilidad frente a ciclos de congelamiento y deshielo (según lo especificado en la Fórmula de Obra), no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos uno por ciento ( $\pm 1 \%$ ) respecto a la Fórmula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos uno y medio por ciento ( $\pm 1,5 \%$ ), se acepta el equipo de transporte, pero corresponde un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie del lote obra ejecutado con el lote de producción en estudio.

Si el aire incorporado al hormigón del equipo de transporte en consideración, en caso de que el mismo sea incorporado por motivos diferentes de durabilidad frente a ciclos de congelamiento y deshielo (según lo especificado en la Fórmula de Obra), no se encuadra dentro de una tolerancia de más o menos uno y medio por ciento ( $\pm 1,5 \%$ ) respecto a la Fórmula de Obra aprobada y vigente, pero se encuadra dentro de la tolerancia más o menos dos por ciento ( $\pm 2 \%$ ), se acepta el equipo de transporte, pero corresponde un descuento por penalidad del diez por ciento (10 %) sobre la superficie del lote obra ejecutado con el lote de producción en estudio.

Si el aire incorporado del hormigón del equipo de transporte en estudio no verifica lo anterior, corresponde el rechazo de la unidad de transporte, la cual no se debe colocar en obra.

#### **12.1.4. Temperatura del hormigón (lote de producción)**

La aceptación del equipo de transporte, por cuanto a la temperatura del hormigón fresco del equipo de transporte, previa colocación en obra, se da si se cumple lo establecido en el *Punto 11.1.4. Temperatura del hormigón (lote de producción)*.

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

### **12.2. Unidad terminada**

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

La aceptación del lote de obra en lo relacionado a la resistencia media a la compresión a los 28 días de los testigos de la unidad terminada, se da si se cumple lo establecido en el *Punto 11.2.1. Resistencia a la compresión a los 28 días (lote de obra)*.

Si la resistencia efectiva a la compresión a los veintiocho (28) días de cada uno de los testigos del lote en estudio no cumple con lo expuesto anteriormente, 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 característica requerida en la Fórmula de obra aprobada y vigente 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.

Si la resistencia efectiva a la compresión a los veintiocho (28) días de cada uno de los testigos del lote en estudio no cumple con lo expuesto anteriormente, se rechaza el lote de obra. El Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Supervisor de Obra, a la demolición del lote en consideración y a la reposición de la capa 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. Espesor (lote de obra)*.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es superior al espesor de proyecto y se cumplimenta que el coeficiente de variación es mayor al cinco por ciento (5 %) y menor al ocho por ciento (8 %), 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.

Si el espesor medio de los testigos del lote de obra es inferior al espesor de proyecto o el coeficiente de variación es mayor al ocho por ciento (8 %), se rechaza el lote. En este caso el Contratista debe proceder, excepto indicación contraria del Supervisor de Obra, a la demolición del lote en consideración y a la reposición de la capa; o, previa autorización y aprobación del Supervisor de Obra, arbitrar los medios necesarios sobre la capa rechazada para reparar el defecto, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras. Esto es posible si la capa resultante cumple con el resto de los requisitos establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

#### **12.2.3. Ancho y perfil transversal (cada 100 m)**

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

#### **12.2.4. Regularidad superficial (tramo)**

##### **12.2.4.1. Índice de Regularidad Internacional (I.R.I.)**

Los valores de regularidad superficial deben de cumplimentar lo establecido en el *Punto 11.2.4.1. Índice de Regularidad Internacional (I.R.I.)* 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 N°43*, se acepta el tramo con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie de la calzada de rodamiento del tramo en estudio.



**Tabla N°43 – REQUISITOS AMPLIADOS DE IRI**

Porcentaje de hectómetros [%]	Requisitos
50	IRI < 1,7 m/km
80	IRI < 2,0 m/km
100	IRI < 2,2 m/km

Si los valores de la regularidad superficial del tramo en estudio no verifican las tolerancias establecidas en la *Tabla N°43*, el Contratista debe, por su cuenta, demolerla mediante fresado y reponerla; o, previa autorización del Supervisor de Obra, colocar de nuevo otra capa similar sobre la rechazada, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga de estructuras. Esto es posible si la capa colocada cumple con el resto de los requisitos establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

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

Si los valores de la regularidad superficial del tramo en estudio, en tramos de longitudes superiores a dos kilómetros (2 km), cumplimentan lo establecido en el *Punto 11.2.4.1. Índice de Regularidad Internacional (I.R.I.)*, y simultáneamente verifican los requisitos de la *Tabla N°44*, se acepta el mencionado tramo y se aplica un bono adicional del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie de la calzada de rodamiento del tramo en estudio.

**Tabla N°44 – REQUISITOS DE IRI PARA OBRA CON BONO ADICIONAL**

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

#### 12.2.4.2. Juntas transversales

En relación a las juntas transversales, las mismas deben verificar los requisitos establecidos en el *Punto 11.2.4.2. Juntas transversales*.

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 calzada 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 las mismas por cuenta del Contratista.

#### 12.2.5. Macrotextura superficial (lote de obra o tramo)

Los valores de macrotextura superficial deben cumplimentar lo establecido en el *Punto 11.2.5. Macrotextura superficial (lote de obra o tramo)* del presente documento.

#### 12.2.5.1. Círculo de arena (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 11.2.5.1 Círculo de arena (lote de obra)* de la presente especificación.

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio resulta mayor al noventa por ciento (> 90 %) del mínimo especificado y el desvío estándar es menor al especificado, para el caso en estudio, se acepta el lote con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del lote de obra en estudio.

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

Si el valor medio de la macrotextura del lote de obra en estudio es inferior al noventa por ciento (< 90 %) del mínimo especificado o el desvío estándar es igual o superior al valor máximo especificado para el tipo de calzada en cuestión, se rechaza el lote de obra en estudio. En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla mediante fresado y reponer la capa; o, previa autorización del Supervisor de Obra, colocar otra capa similar sobre la rechazada, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga en estructuras. Esto es posible si la capa colocada cumple con el resto de los requisitos establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

#### 12.2.5.2. Texturómetro láser (tramo)

La aceptación del tramo en estudio en relación a la macrotextura superficial, se da si se cumple lo establecido en el *Punto 11.2.5.2. Texturómetro láser (tramo)*.

Si la macrotextura superficial no cumple con las tolerancias admisibles especificadas en el *Punto 11.2.5.2. Texturómetro láser (tramo)*, pero se encuadran dentro de las tolerancias indicadas en la *Tabla N°45*, se acepta el tramo con un descuento del cinco por ciento (5 %) sobre la superficie del mismo.

**Tabla N°45 – REQUISITO DE TEXTURA SUPERFICIAL INICIAL**

Porcentaje de hectómetros [%]	Requisitos <sup>(1)</sup>	
	8 <sup>(2)</sup>	10 <sup>(2)</sup>
50	> 0,9 mm	> 1,0 mm
80	> 0,8 mm	> 0,9 mm
100	> 0,7 mm	> 0,8 mm

(1) Valores expresados como método volumétrico (círculo de arena, norma IRAM 1850).

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

Si la macrotextura superficial no cumple con lo expuesto anteriormente se procede al rechazo del tramo en estudio. En este caso debe el Contratista por su cuenta demolerla y reponerla; o, previa autorización del Supervisor de Obra, colocar de nuevo otra capa similar sobre la rechazada, si no existieran problemas de gálibo o de sobrecarga estructural. Esto es posible si la capa colocada cumple con el resto de los requisitos establecidos en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales.

#### **12.2.6. Aspectos superficiales (lote de obra)**

La evaluación visual debe cumplimentar lo expuesto en el *Punto 11.2.6. Aspectos superficiales (lote de obra)*.

Si la evaluación visual no verifica lo expuesto anteriormente, en todo el lote de obra o en un área parcial del mismo, se rechaza el lote de obra o el área parcial considerada. En este caso, excepto indicación contraria del Supervisor de Obra, debe el Contratista proceder a la demolición mediante fresado y a la reposición de la capa rechazada.

#### **12.2.7. Reparación o reacondicionamiento de losas afectadas por fisuración temprana (lote de obra)**

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

La recepción definitiva de una losa fisurada y no demolida se efectúa 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 Supervisor de Obra puede ordenar la total demolición y posterior reconstrucción de las losas afectadas.

Las fisuras deben ser tratadas, según sea el caso, de acuerdo con lo indicado a continuación:

##### **12.2.7.1. Fisuras plásticas (lote de obra)**

Las fisuras plásticas que se produzcan, cuya abertura no supere los 0,2 mm, no requieren ningún tipo de reparación.

En aquellas fisuras cuya abertura supere los 0,2 mm, se debe extraer un testigo de aquella que presente una mayor longitud, para determinar la profundidad de penetración. Si dicho valor no supera la mitad del espesor de la losa, las fisuras deben rellenarse con metacrilato de alto peso molecular u otro material de baja viscosidad que permita el relleno de la junta por inyección a gravedad. En caso contrario, queda a criterio del Supervisor de Obra el tipo de intervención a realizar (el cual puede ser

la demolición y reposición de la losa en estudio).

#### **12.2.7.2. Fisuras transversales no controladas (lote de obra)**

En el caso de que existan tres o más ( $\geq 3$ ) fisuras transversales que comprometan todo el espesor del pavimento, y se encuentren en el tercio central de la losa, se acepta el lote de obra con un descuento por penalidad del uno por ciento (1 %) sobre la superficie del lote de obra, por cada una de las mencionadas fisuras.

Las fisuras transversales que comprometan todo el espesor y se ubiquen en el tercio central de la losa deben caerse y sellarse. Si además se trata de un pavimento con pasadores, debe restaurarse la transferencia de carga mediante la colocación tres (3) pasadores por cada zona de huellas.

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), deben caerse y sellarse, y se debe rellenar con epoxi la porción no fisurada de la junta aserrada.

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

#### **12.2.7.3. Daño en la junta aserrada o fisura transversal (lote de obra)**

Cuando existan despostillamientos, de entre treinta milímetros (30 mm) y setenta y cinco milímetros (75 mm) de ancho, que se encuentren en los bordes de las juntas o fisuras, se acepta el lote de obra con un descuento por penalidad del uno por ciento (1 %) sobre la superficie del lote de obra, por cada una de las juntas y/o fisuras afectadas.

Los despostillamientos, de entre treinta milímetros (30 mm) y setenta y cinco milímetros (75 mm) de ancho, que se encuentren en los bordes de las juntas, deben repararse mediante la técnica de reparación en espesor parcial. Lo mismo ocurre con los despostillamientos presentes en las fisuras, siempre que éstas no sean reparadas por otro motivo.

Aquéllos despostillamientos de menos de treinta milímetros (30 mm) de ancho deben ser rellenados con material de sellado o, a criterio del Supervisor de Obra, reparados mediante la técnica de reparación en espesor parcial.

#### **12.2.7.4. Fisuras longitudinales no controladas (lote de obra)**

En el caso de que existan fisuras longitudinales relativamente paralelas a la junta longitudinal, y se encuentren a menos de treinta centímetros (30 cm) de ella, pudiendo cruzar o terminar en dicha junta, se acepta el lote de obra con un descuento por penalidad del uno por ciento (1 %) sobre la superficie del lote de obra, por cada una de las losas afectadas por dichas fisuras.

Aquellas fisuras que sean relativamente paralelas a la junta longitudinal y se encuentren a menos de treinta centímetros (30 cm) de ella, pudiendo cruzar o terminar en dicha junta, deben ser cajeadas y selladas, así como también se debe rellenar 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 debe remover y reemplazar la losa, salvo que el Supervisor 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 debe realizar el cosido cruzado de ella y el sellado de la junta longitudinal.

#### **12.2.7.5. Daño en junta aserrada o fisura longitudinal (lote de obra)**

Los despostillamientos que se encuentren en los bordes de las juntas, deben 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.

#### **12.2.7.6. Fisuras no controladas diagonales (lote de obra)**

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

#### **12.2.7.7. Fisuras múltiples no controladas (lote de obra)**

Las losas que presenten más de una fisura en profundidad total que dividan a la losa en tres o más ( $\geq 3$ ) partes deben ser reemplazadas en su totalidad. Dicha reparación debe efectuarse con la técnica de *reparación en espesor total*.

### **13. MEDICIÓN**

La ejecución de las capas de hormigón consideradas en el presente documento se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) 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; estos son acumulativos.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

#### 14. FORMA DE PAGO

La dosificación, elaboración, transporte, colocación (del hormigón, de pasadores y/o barras de unión y/o de mallas de acero), terminación, texturizado, curado, protección y aserrado de la capa de hormigón se paga por metro cuadrado de superficie terminada, medida en la forma establecida en el *Punto 13. Medición*, a los precios unitarios de contrato para los ítems respectivos.

Estos precios son compensación total por las siguientes tareas:

- Barrido y soplado de la superficie a recubrir.
- 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 en pellets 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 y aserrado del hormigón.
- 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, los aumentos de espesor por corrección de mermas en capas subyacentes, ni los aumentos de espesor por correcciones superficiales.



## **15. CONSERVACIÓN**

La conservación de cada una de las capas de hormigón contemplada en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales consiste en el mantenimiento de las mismas 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.

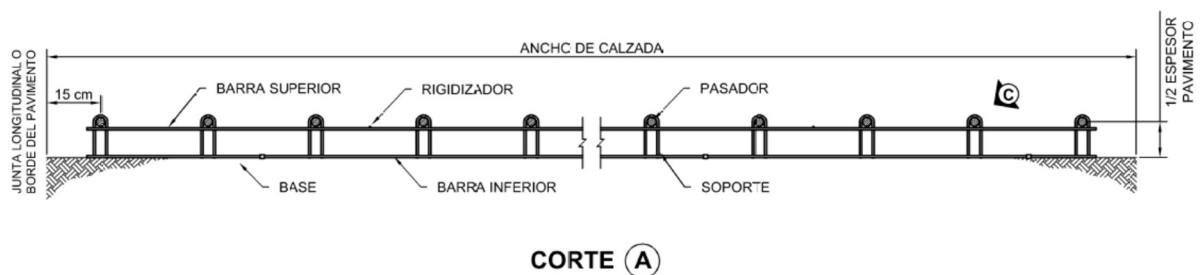
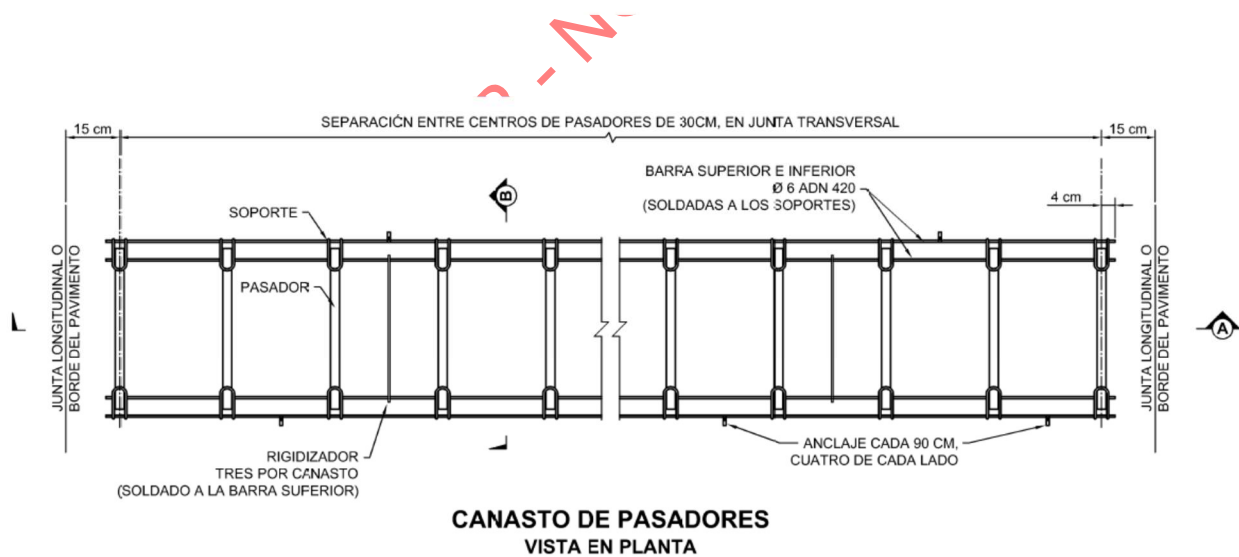
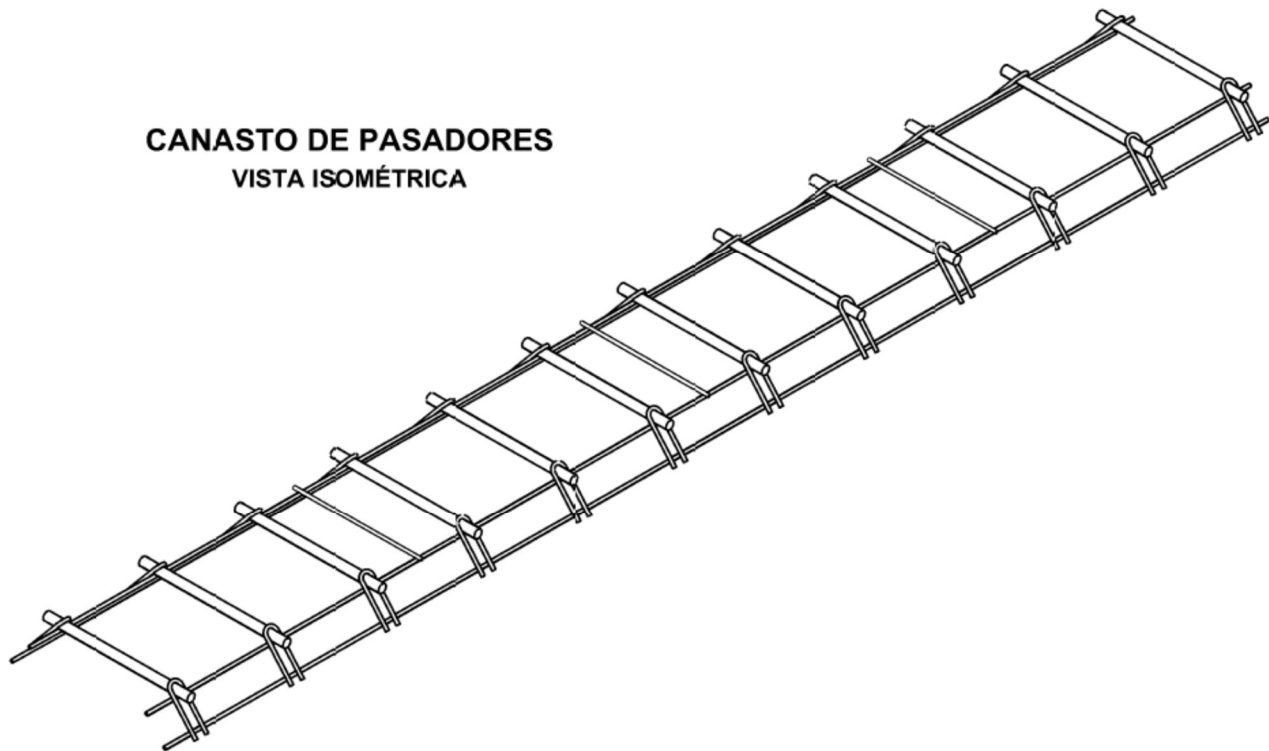
Los deterioros que se produzcan deben ser reparados por cuenta del Contratista, repitiendo, si fuera necesario al sólo juicio del Supervisor de Obra, las operaciones íntegras del proceso constructivo. Si el deterioro de alguna de las capas ejecutadas afectara la calzada de hormigón, base, capas intermedias 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.

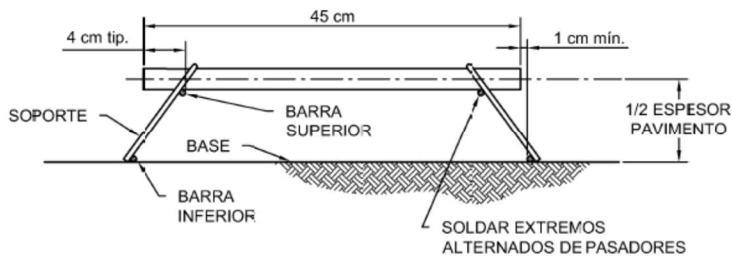
La reconstrucción de las partes arriba mencionadas, como así también de depresiones, de baches aislados y de pequeñas superficies se debe realizar de acuerdo a lo indicado en el presente Pliego de Especificaciones Técnicas Generales, con los materiales establecidos en el mismo y en el correspondiente Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO PARA CONSTRUCCIÓN

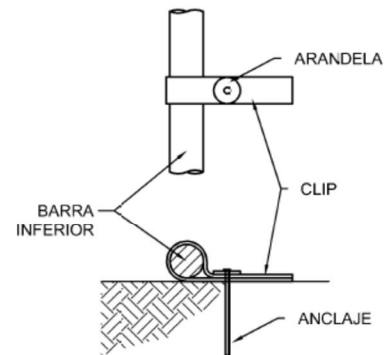
## 16. ANEXOS

### 16.1. Anexo I. Canasto de pasadores.

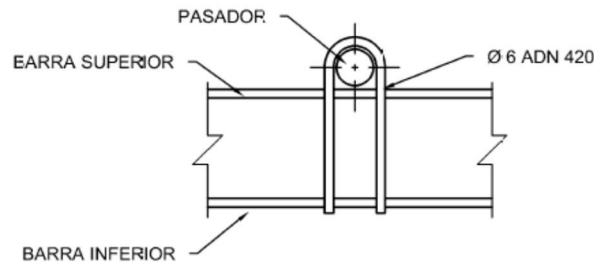




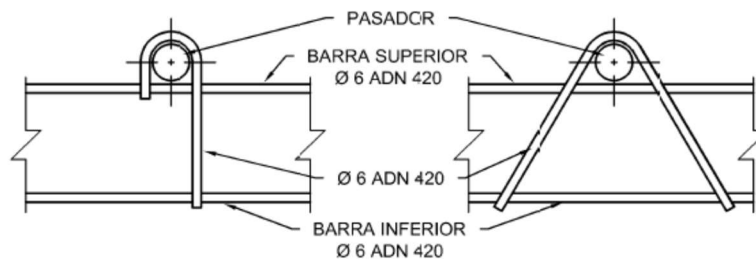
**CORTE (B)**



**DETALLE ANCLAJES**



**SOPORTE TIPO "U"**



**SOPORTE TIPO "J"**

**SOPORTE TIPO "V"**

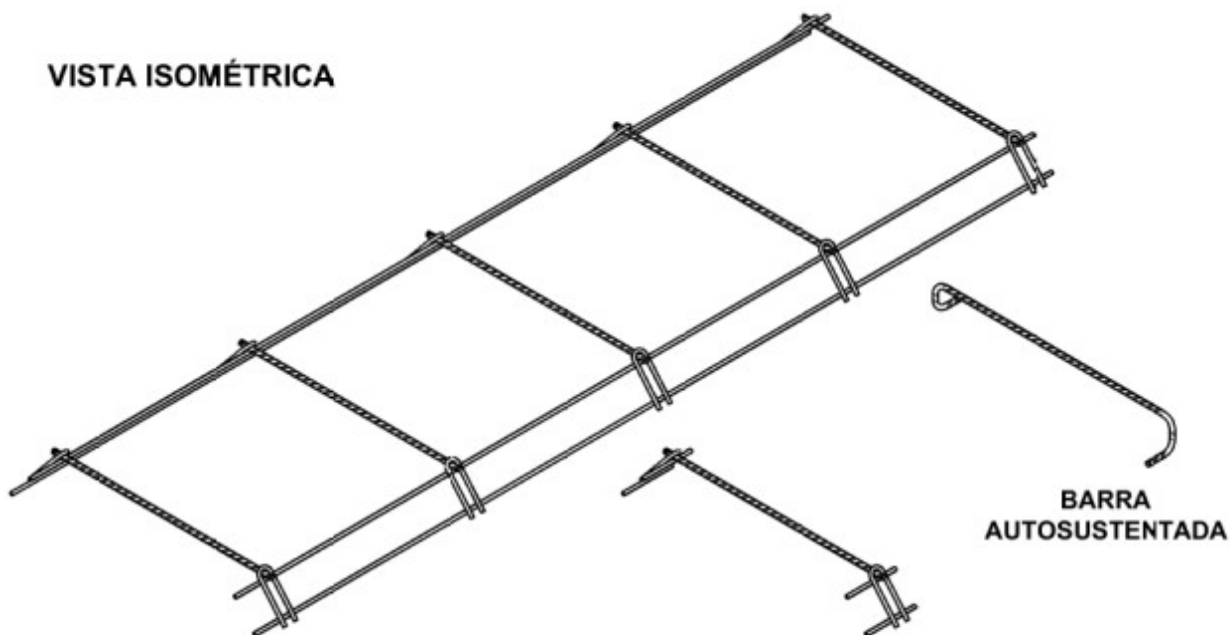
**DETALLE (C) SOPORTES**

**NOTAS**

1. Pueden utilizarse los soportes tipo "U", "J" y "V".
2. Los diámetros de barras indicados son los mínimos requeridos.
3. El canasto debe sujetarse firmemente a la base.
4. Los pasadores deben estar recubiertos en toda su longitud por una fina capa de aceite u otra sustancia de baja viscosidad que impida su adherencia con el hormigón. Deben sostenerse firmemente en el canasto y pueden soldarse en la parte superior o inferior.

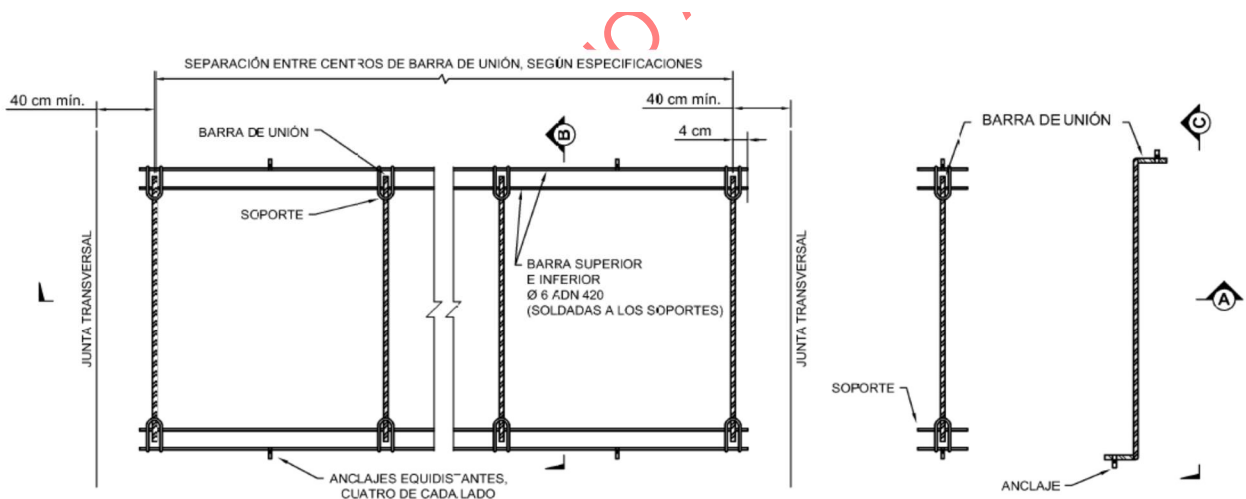
## 16.2. Anexo II. Canasto de barras de unión.

**VISTA ISOMÉTRICA**



**CANASTO DE BARRAS DE UNIÓN**

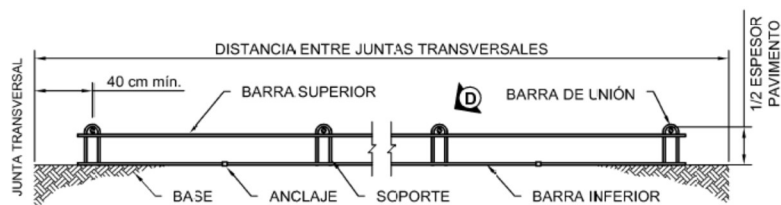
**CANASTO INDIVIDUAL**



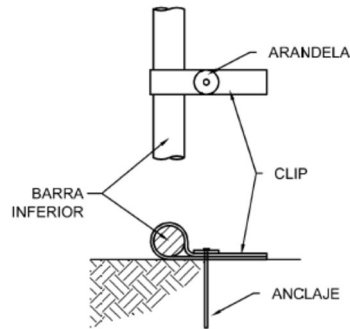
**CANASTO DE BARRAS DE UNIÓN**

**VISTA EN PLANTA**

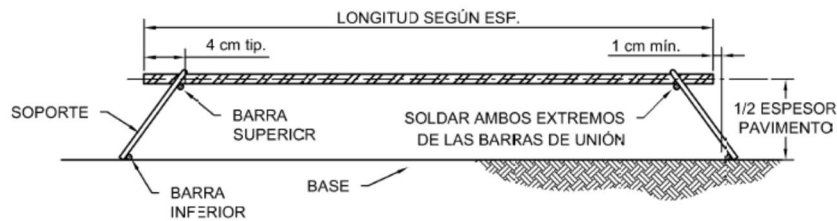
**CANASTO INDIVIDUAL BARRA AUTOSUSTENTADA**



**CORTE (A)**



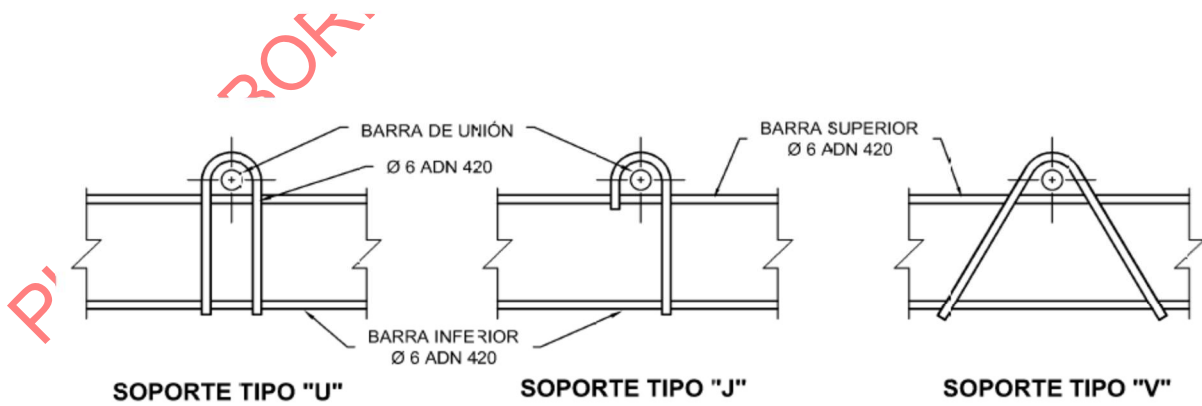
**DETALLE ANCLAJES**



**CORTE (B)**



**VISTA (C)**



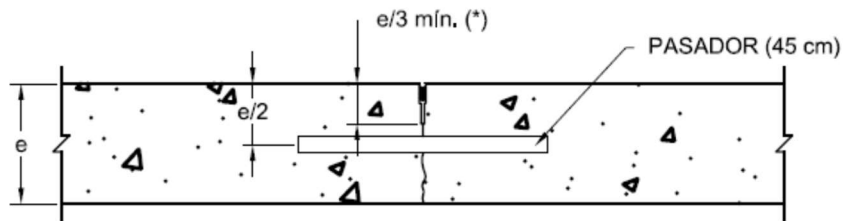
**DETALLE (C) SOPORTES**

**NOTAS**

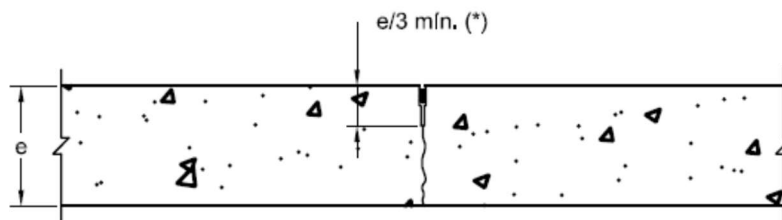
1. Pueden utilizarse los soportes tipo "U", "J" y "V".
2. Los diámetros de barras indicados son los mínimos requeridos.
3. Todas las intersecciones entre barras deben ser soldadas.
4. El canasto debe sujetarse firmemente a la base.
5. Las barras de unión deben sostenerse firmemente en el canasto. Pueden soldarse arriba o abajo.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN

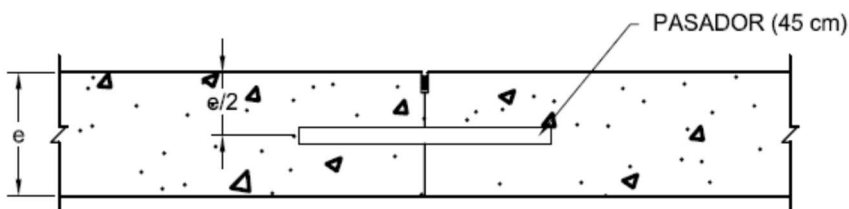
**16.3. Anexo III. Tipos de juntas en pavimentos de hormigón.**



**TIPO A-1**  
**JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN**  
**con pasadores**

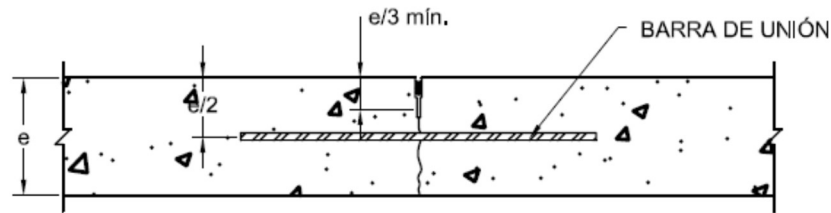


**TIPO A-2**  
**JUNTA TRANSVERSAL DE CONTRACCIÓN**  
**sin pasadores**

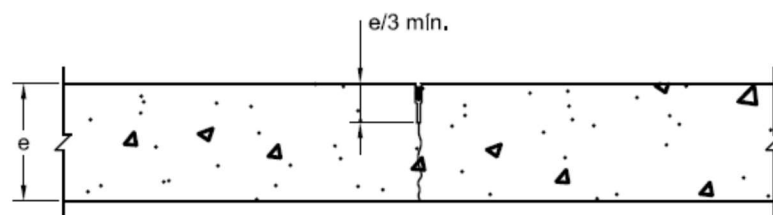


**TIPO B**  
**JUNTA TRANSVERSAL DE CONSTRUCCIÓN**

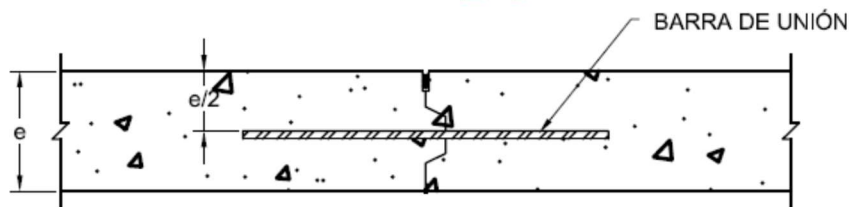




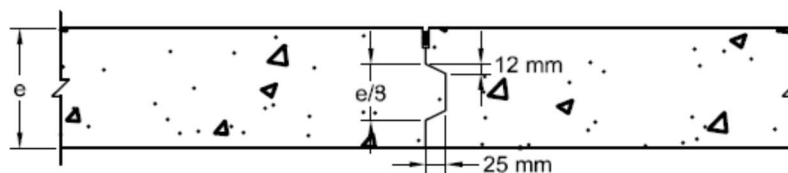
**TIPO C-1**  
**JUNTA LONGITUDINAL DE CONTRACCIÓN O ARTICULACIÓN**  
**con barras de unión**



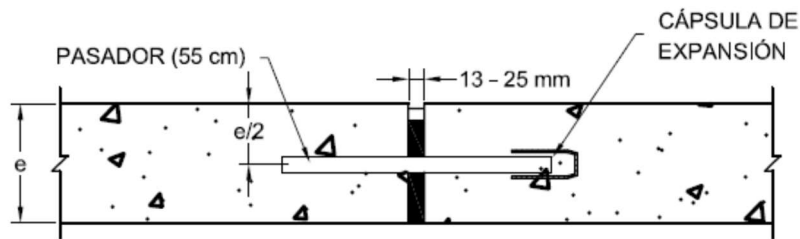
**TIPO C-2**  
**JUNTA LONGITUDINAL DE CONTRACCIÓN O ARTICULACIÓN**  
**sin barras de unión**



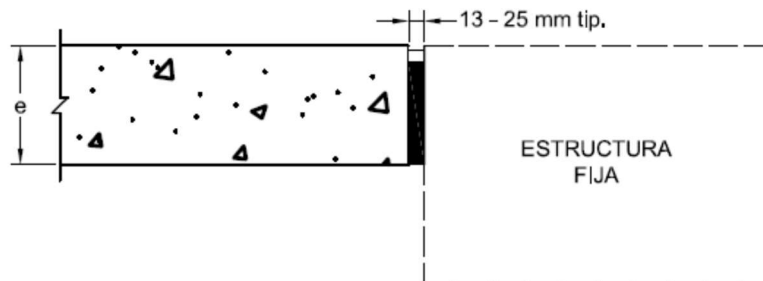
**TIPO D-1**  
**JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCIÓN O ENSAMBLADA**  
**con barras de unión**



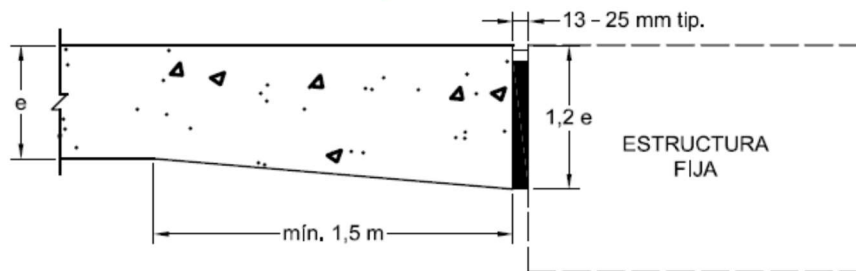
**TIPO D-2**  
**JUNTA LONGITUDINAL DE CONSTRUCCIÓN**  
**O ENSAMBLADA DE BORDES LIBRES**  
**sin barras de unión**



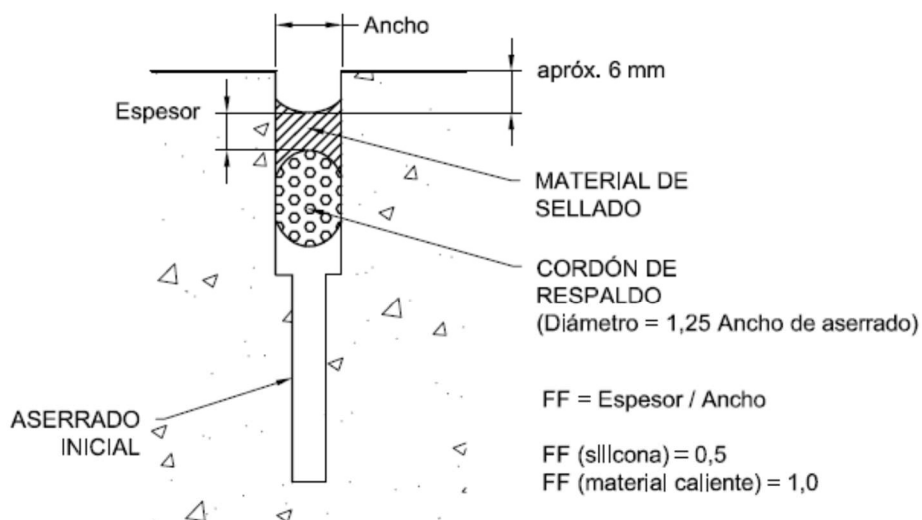
**TIPO E**  
**JUNTA TRANSVERSAL DE DILATACIÓN O EXPANSIÓN**



**TIPO F-1**  
**JUNTA DE AISLACIÓN**



**TIPO F-2**  
**JUNTA DE AISLACIÓN CON  
SOBRE-ESPESOR**

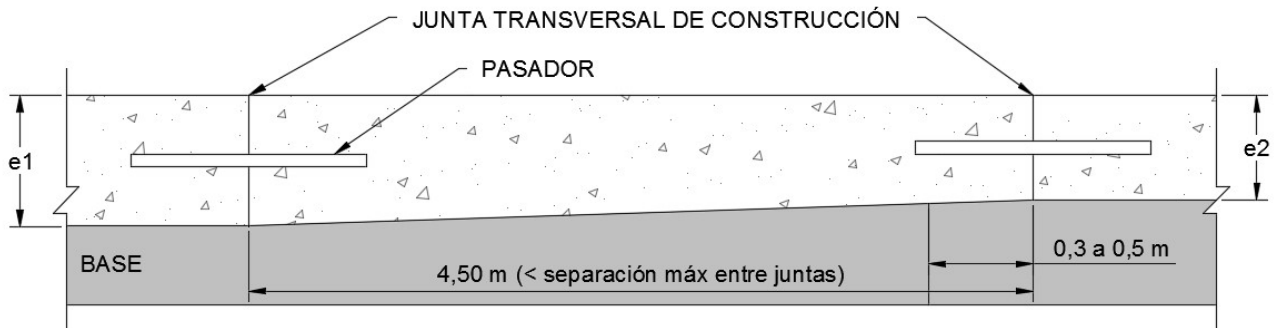


### SELLADO DE JUNTAS DE CONTRACCIÓN Y CONSTRUCCIÓN

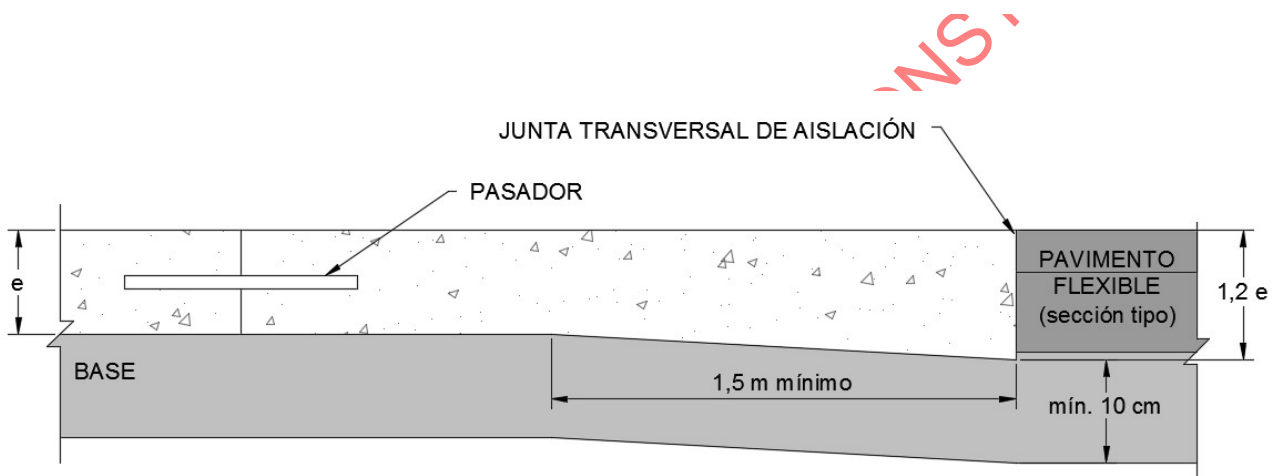
(\*) NOTA: Para pavimentos contruidos sobre bases granulares o no tratadas la profundidad mínima de aserrado es de  $e/4$ .

Fuera de escala

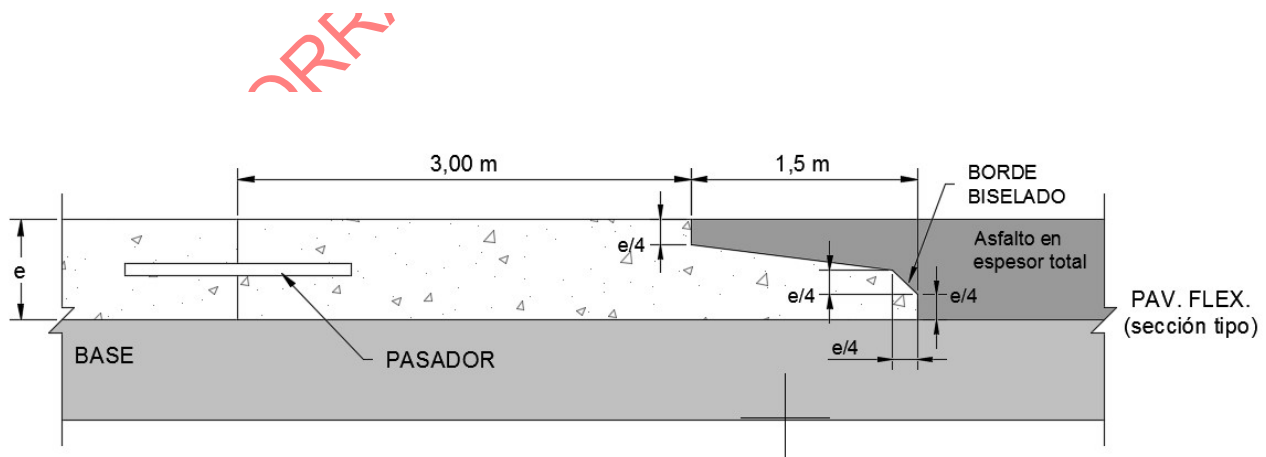
**16.4. Anexo IV. Transiciones.**



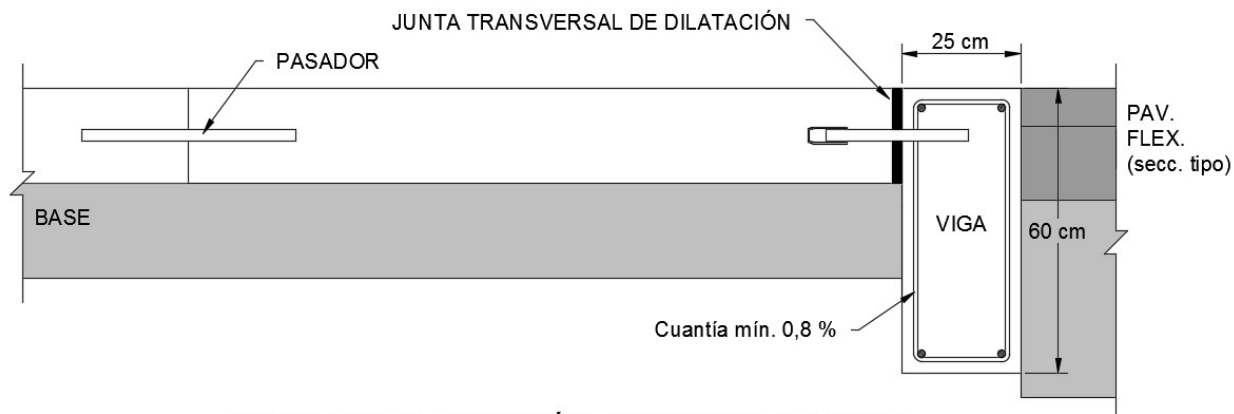
**PAVIMENTOS DE HORMIGÓN SIMPLE DE DISTINTO ESPESOR**



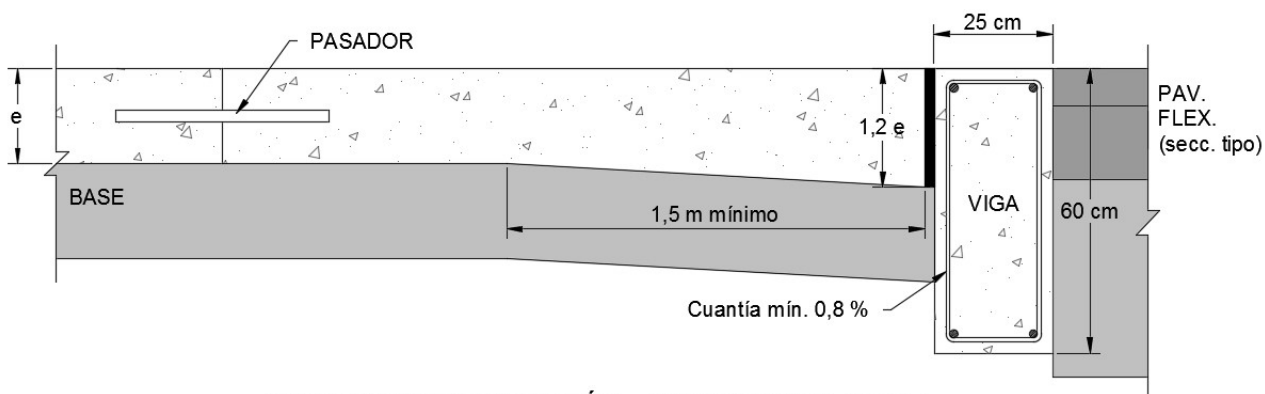
**PAVIMENTO DE HORMIGÓN - PAVIMENTO FLEXIBLE**  
**Bajo volúmen de tránsito pesado - con sobre-espesor**



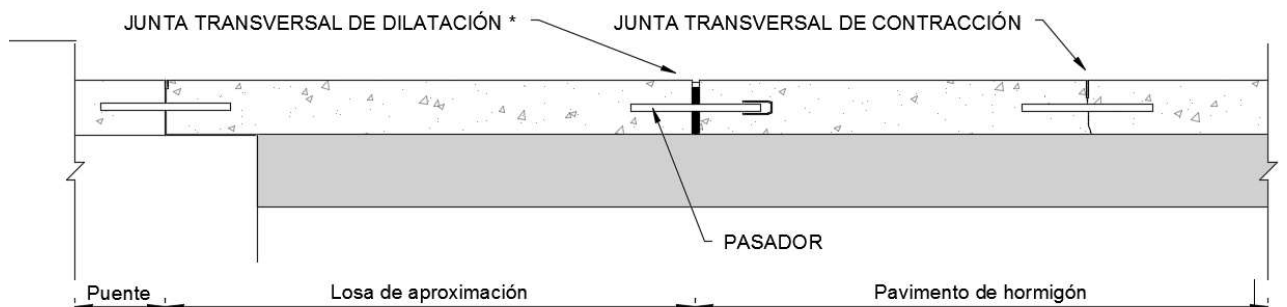
**PAVIMENTO DE HORMIGÓN - PAVIMENTO FLEXIBLE**  
**Bajo volúmen de tránsito pesado - con losa de transición**



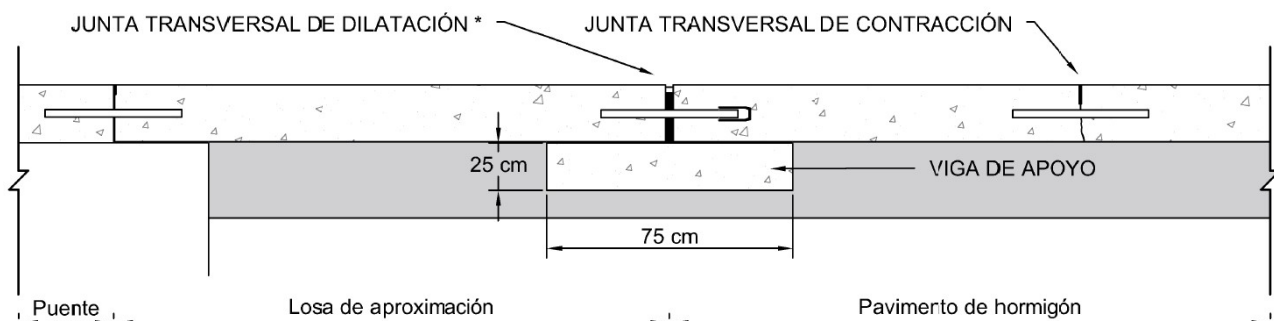
**PAVIMENTO DE HORMIGÓN - PAVIMENTO FLEXIBLE**  
**Alto volúmen de tránsito pesado - losa y viga vinculadas**



**PAVIMENTO DE HORMIGÓN - PAVIMENTO FLEXIBLE**  
**Alto volúmen de tránsito pesado - losa y viga no vinculadas**



**PAVIMENTO DE HORMIGÓN - LOSA DE APROXIMACIÓN  
Sin viga de apoyo**



**PAVIMENTO DE HORMIGÓN - LOSA DE APROXIMACIÓN  
Con viga de apoyo**

#### NOTAS

- Para controlar el funcionamiento de la junta entre el pavimento y la losa de aproximación, se debe colocar una o dos juntas de dilatación antes de la losa de aproximación.
- (\*) El ancho de las juntas de dilatación no debe ser inferior a 20 mm.
- Fuera de escala

## 16.5. Anexo V. Método de muestreo

Para la determinación del equipo de transporte de mezclas sobre el cual tomar la muestra con la cual evaluar la conformidad del lote de producción, se debe emplear el procedimiento establecido en la Norma ASTM D 3665.

A partir del mismo procedimiento se deben también determinar las coordenadas sobre las cuales extraer los testigos con los cuales evaluar la conformidad del lote de obra.

### 16.5.1. Determinación de la unidad de transporte sobre la cual realizar el muestreo

1. En primer lugar, se debe determinar el número de equipos de transporte que componen el lote de producción en estudio (N) y el número de muestras necesarios para el lote (n).
2. Seleccionar "N" números de manera aleatoria ( $x_1; x_2; \dots; x_t$ ), según se describe en el *Punto 16.5.4. Método para definir números aleatorios de muestreo*.
3. Para definir en qué equipo se debe tomar la muestra con la cual se evaluará el lote, se debe multiplicar el número total de equipos de transporte que conforman el lote (N) por cada número aleatorio obtenido ( $x_1; x_2; \dots; x_t$ ).

De esta forma, la muestra ( $m_i$ ) se obtiene del camión ( $C_i$ ) que surge de multiplicar el número de equipos de transporte que componen el lote de producción en estudio (N) por el número aleatorio correspondiente ( $x_i$ ); para ello, se debe emplear redondeo simétrico. Esto se debe repetir sucesivamente en caso de que el número de muestras a extraer sea superior a uno (1).

Muestra ( $m_i$ )	Número de equipos de transporte que conforman el lote de producción	N° aleatorio ( $x_i$ )	Camión ( $C_i$ ) del cual se obtiene la muestra ( $m_i$ )
1	N	$x_1$	$C_1 = N * x_1$
2	N	$x_2$	$C_2 = N * x_2$
3	N	$x_3$	$C_3 = N * x_3$
...	...	...	...
t	N	$x_t$	$C_t = N * x_t$

### 16.5.2. Determinación de la ubicación en la cual extraer testigos con los cuales evaluar el lote de obra

1. En primer lugar, se debe determinar el número de testigos (T) a extraer con los cuales evaluar el lote de obra en estudio.
2. Determinar el largo (L) y el ancho (A) del lote de obra.



3. Seleccionar “T” números de manera aleatoria ( $x_1; x_2; \dots; x_t$ ) según se describe en el *Punto 16.5.4. Método para definir números aleatorios de muestreo*. Estos números serán luego empleados para determinar las coordenadas en el eje longitudinal (X) del lote de obra.
4. Seleccionar “T” números de manera aleatoria ( $y_1; y_2; \dots; y_t$ ) según se describe en el *Punto 16.5.4. Método para definir números aleatorios de muestreo*. Estos números serán luego empleados para determinar las coordenadas en el eje transversal (Y) del lote de obra.
5. La *coordenada cero* (0,0) del lote de obra corresponde al punto que surja de la intersección entre el borde izquierdo de la franja y la progresiva inicial del lote, tal como se muestra en la *Figura A*.
6. Para la determinación de las coordenadas en las cuales se debe extraer cada uno de los “T” testigos, se procede de la siguiente manera:
  - a. Determinación de las coordenadas en el eje longitudinal (X) de cada testigo: multiplicar la longitud del lote (L) por cada número aleatorio ( $x_1; x_2; \dots; x_t$ ). De esta forma se obtiene las coordenadas en el eje longitudinal (X) de cada testigo ( $l_1; l_2; \dots; l_t$ ):

Testigo	Longitud del tramo [m]	N° aleatorio ( $x_i$ )	Coordenada en el eje longitudinal (X) [m]
1	L	$x_1$	$l_1 = L * x_1$
2	L	$x_2$	$l_2 = L * x_2$
3	L	$x_3$	$l_3 = L * x_3$
...	...	...	...
t	L	$x_t$	$l_t = L * x_t$

- b. Determinación de las coordenadas en el eje transversal (Y) de cada testigo: multiplicar el ancho del lote (A) por cada número aleatorio ( $y_1; y_2; \dots; y_t$ ). De esta forma se obtiene las coordenadas en el eje transversal (Y) de cada testigo ( $a_1; a_2; \dots; a_t$ ):

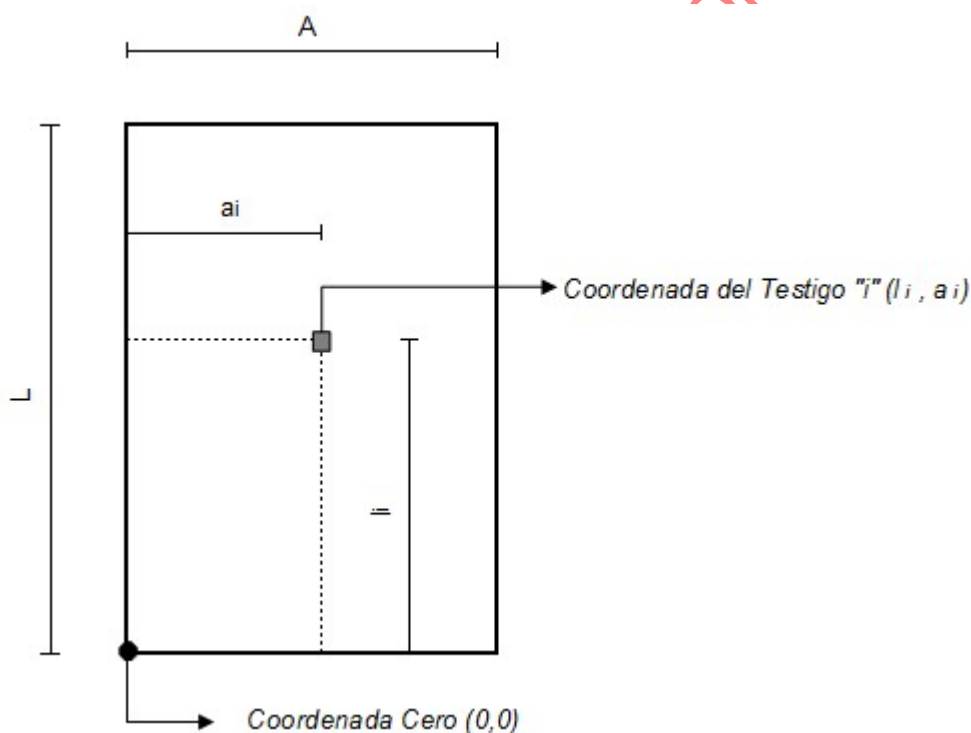
Testigo	Ancho del tramo [m]	N° aleatorio ( $y_i$ )	Coordenada en el eje transversal (Y) [m]
1	A	$y_1$	$a_1 = L * y_1$
2	A	$y_2$	$a_2 = L * y_2$
3	A	$y_3$	$a_3 = L * y_3$
...	...	...	...
t	A	$y_t$	$a_t = L * y_t$

- c. De esta manera quedan definidas para los “t” testigos las coordenadas de extracción de los mismos, considerando el sistema de referencia de la *Figura A*.

- d. Definir la coordenada del punto de extracción del testigo, referida a la *coordenada cero*, apareando las coordenadas para el largo y el ancho. De esta manera, el testigo  $T_1$  se debe extraer de la coordenada  $(l_1, a_1)$ . Los puntos de extracción de cada testigo resultan entonces:

Testigo	Coordenada en el eje longitudinal (X) [m]	Coordenada en el eje transversal (Y) [m]	Coordenada de cada testigo $T_i$ [m,m]
1	$l_1$	$a_1$	$T_1 = (l_1, a_1)$
2	$l_2$	$a_2$	$T_2 = (l_2, a_2)$
3	$l_3$	$a_3$	$T_3 = (l_3, a_3)$
...	...	...	...
T	$l_t$	$a_t$	$T_t = (l_t, a_t)$

7. Se detalla a continuación la Figura A:



**Figura A**

### 16.5.3. Determinación de la ubicación en la cual realizar el ensayo de macrotextura (Círculo de arena)

Definidas las coordenadas del punto de extracción de testigos según el *Punto 16.5.2. Determinación de la ubicación en la cual extraer testigos con los cuales evaluar el lote de obra*, se debe proceder de la siguiente manera:

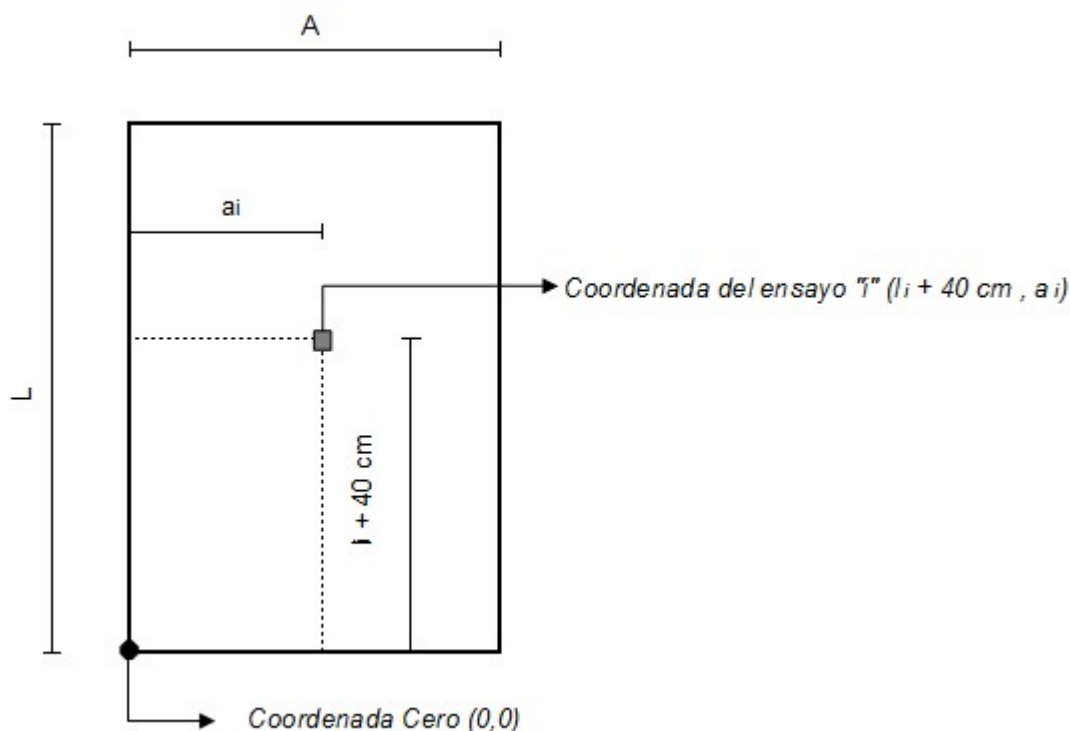
1. Para definir la coordenada de la superficie sobre la cual realizar el ensayo de Círculo de arena,

se debe sumar cuarenta centímetros (40 cm) a la coordenada de cada uno de los testigos ( $l_i$ ,  $a_i$ ).

- De esta forma, las coordenadas de cada ensayo de Círculo de arena ( $CA_i$ ) resulta:

Ensayo de Círculo de Arena ( $CA_i$ )	Coordenada en el eje longitudinal (X) [m]	Coordenada en el eje transversal (Y) [m]	Coordenada de cada testigo $T_i$ [m,m]
1	$l_1 + 40 \text{ cm}$	$a_1$	$CA_1 = (l_1 + 40 \text{ cm}, a_1)$
2	$l_2 + 40 \text{ cm}$	$a_2$	$CA_2 = (l_2 + 40 \text{ cm}, a_2)$
3	$l_3 + 40 \text{ cm}$	$a_3$	$CA_3 = (l_3 + 40 \text{ cm}, a_3)$
...	...	...	...
$CA_t$	$l_t + 40 \text{ cm}$	$a_t$	$CA_t = (l_t + 40 \text{ cm}, a_t)$

- De esta manera quedan definidas para los "t" ensayos de Círculo de arena las coordenadas de ensayo de los mismos, considerando el sistema de referencia de la *Figura B*. Definir la coordenada del punto de extracción del testigo, referida a la *coordenada cero*.
- Se detalla a continuación la *Figura B*:



**Figura B**

#### 16.5.4. Método para definir números aleatorios de muestreo

Los números aleatorios a obtener deben estar comprendidos entre cero (0) y uno (1). Simultáneamente, cada uno de ellos no debe tener menos de cuatro (4) decimales.

Los números aleatorios se deben obtener a partir de una calculadora o programa informático con función "Random". Para ello, se recomienda el uso de la *Función Random* del programa *Microsoft Excel* o similar.

El método de obtención de los números aleatorios debe ser aprobado por el Supervisor de Obra.

PLIEGO BORRADOR - NO APTO CONSTRUCCIÓN