

VIALIDAD NACIONAL

CAPÍTULO 34: HORMIGÓN Y MATERIALES PARA PUENTES, ALCANTARILLAS Y OBRAS DE ARTE



Ministerio de Transporte
Presidencia de la Nación

Edición 2019

ÍNDICE

1.	NORMAS TÉCNICAS Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN.....	4
2.	DEFINICIONES Y NOMENCLATURA	5
2.1.	Definiciones	5
2.1.1.	Obra de arte mayor.....	5
2.1.2.	Obra de arte menor	5
2.1.3.	Hormigón de cemento	5
2.1.4.	Hormigón autocompactante o autocompactable	5
2.1.5.	Hormigones compactados con fibras	5
2.1.6.	Hormigón proyectado o gunitado.....	5
2.1.7.	Mezcla gunitada por vía húmeda.....	5
2.1.8.	Mezcla gunitada por vía seca	6
2.1.9.	Mortero para aplicaciones estructurales.....	6
2.1.10.	Lechadas de cemento para inyecciones en vainas de elementos postesados	6
2.1.11.	Hormigón masivo.....	6
2.1.12.	Elemento prefabricado de hormigón	6
2.1.13.	Resistencia especificada del hormigón (f'_c)	6
2.1.14.	Edad de diseño	6
2.1.15.	Cemento para uso general	7
2.1.16.	Cemento con propiedades especiales	7
2.1.17.	Agregado grueso	7
2.1.18.	Agregado fino.....	7
2.2.	Nomenclatura.....	7
3.	HIGIENE, SEGURIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL.....	8
3.1.	Higiene y seguridad	8
3.2.	Gestión ambiental.....	8
4.	REQUISITOS DE LOS MATERIALES	9
4.1.	Agregados.....	9
4.1.1.	Características generales	9
4.1.2.	Agregado grueso	10
4.1.2.1.	Requisitos del agregado grueso	10
4.1.2.2.	Reemplazo parcial del agregado grueso natural por agregado reciclado.....	11
4.1.3.	Agregado fino.....	11
4.1.3.1.	Requisitos del agregado fino	11
4.2.	Cementos para uso general y cementos con propiedades especiales	12
4.2.1.	Características generales	12
4.2.2.	Cemento Portland para uso general.....	13
4.2.3.	Cemento Portland con propiedades especiales	13
4.3.	Agua de mezclado y curado	14
4.4.	Aditivos	14
4.5.	Adiciones minerales.....	14
4.6.	Pigmentos colorantes	15
4.7.	Fibras	15
4.7.1.	Microfibras (no estructurales)	15
4.7.2.	Macrofibras estructurales	15
4.8.	Compuestos líquidos formadores de membranas de curado.....	16
4.9.	Acero para armaduras pasivas y activas.....	16
4.10.	Anclajes para hormigón postesado y vainas	16
4.11.	Apoyos de material elastomérico.....	16
4.12.	Material para juntas	17
4.12.1.	Rellenos premoldeados para juntas de dilatación y aislamiento.....	18
4.12.2.	Material para el sellado de juntas	18
4.12.2.1.	Requisitos	18
5.	ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE OBRA	19
5.1.	Características generales.....	19
5.2.	Requisitos de generales de los hormigones y otras mezclas de base cemento.....	19
5.2.1.	Estado fresco.....	19

5.2.1.1.	Consistencia	19
5.2.1.2.	Temperatura	20
5.2.1.3.	Contenido de aire	21
5.2.1.4.	Exudación	21
5.2.1.5.	Homogeneidad.....	22
5.2.2.	Estado endurecido.....	22
5.2.2.1.	Resistencia a la compresión.....	22
5.2.2.2.	Clases de hormigones estructurales y no estructurales.....	23
5.2.2.3.	Edad de diseño	24
5.2.3.	Durabilidad.....	24
5.2.3.1.	Clasificación del ambiente de exposición.....	24
5.2.3.2.	Recubrimiento.....	25
5.2.3.3.	Resistencia a la reacción álcali-agregado	25
5.2.3.4.	Resistencia al ataque por sulfatos.....	26
5.2.3.5.	Resistencia al ataque de aguas, suelos o ambientes agresivos.....	26
5.2.3.6.	Congelamiento y deshielo	27
5.2.4.	Otros requisitos del hormigón endurecido	27
5.3.	Hormigones con características especiales	28
5.3.1.	Hormigones autocompactantes	28
5.3.2.	Hormigones que deban estar sumergidos.....	28
5.3.3.	Hormigones de baja permeabilidad.....	29
5.3.4.	Hormigones sujetos a la abrasión	29
5.3.5.	Hormigones reforzados con fibras.....	29
5.3.6.	Hormigón masivo estructural	29
5.3.7.	Hormigón proyectado o gunitado.....	30
5.3.8.	Lechadas de cemento para inyecciones en vainas de elementos postesados	32
5.3.9.	Morteros de cemento para aplicaciones estructurales	33
5.4.	Diseño de la Fórmula de Obra.....	34
5.5.	Presentación y aprobación de la Fórmula de Obra.....	34
5.6.	Requisitos para el diseño de la mezcla	37
5.6.1.	Granulometría de la combinación de los agregados.....	37
5.6.2.	Tamaño máximo nominal del agregado (TMN).....	38
5.6.3.	Características mecánicas.....	38
5.6.4.	Durabilidad.....	38
5.6.4.1.	Obras de arte menor.....	38
5.6.4.2.	Obras de arte mayor	39
5.6.5.	Otros requisitos.....	40
5.7.	Métodos de diseño y mezclas de prueba	40
5.8.	Criterios para el diseño en proyectos de larga vida en servicio	41
5.9.	Requisitos relativos a la elaboración del hormigón	41
5.10.	Requisitos especiales para los elementos prefabricados	41
5.10.1.	Traslado y montaje de las vigas pretensadas	44
6.	REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS.....	45
6.1.	Consideraciones generales	45
6.2.	Equipos de obra.....	45
6.2.1.	Silos de almacenamiento del cemento y de las adiciones minerales	45
6.2.2.	Planta	46
6.2.2.1.	Planta dosificadora	46
6.2.3.	Equipos para el transporte del hormigón.....	47
6.2.4.	Moldes	47
6.2.5.	Vibradores.....	48
6.2.6.	Equipos para la distribución del compuesto de curado.....	48
6.2.6.1.	Equipos autopropulsados	48
6.2.7.	Equipos para el aserrado de juntas.....	49
6.2.8.	Equipos para el sellado de juntas.....	49
6.3.	Ejecución de las obras.....	49
6.3.1.	Proceso de elaboración del hormigón	49
6.3.1.1.	Alimentación de los agregados.....	49
6.3.1.2.	Mezclado del hormigón.....	50

6.3.1.3.	Carga en los equipos de transporte	50
6.3.2.	Transporte del hormigón.....	50
6.3.3.	Protección y curado	51
6.3.3.1.	Características generales	51
6.3.3.2.	Método de curado	51
6.3.3.2.1.	Compuestos líquidos formadores de membranas.....	51
6.3.4.	Aserrado de juntas.....	52
6.3.4.1.	Sellado de juntas	52
7.	LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN	53
7.1.	Condiciones generales	53
7.1.1.	Limitación por tiempo frío	53
7.1.1.1.	Tiempo frío.....	53
7.1.1.2.	Temperatura de colocación	53
7.1.1.3.	Elaboración y colocación del hormigón	53
7.1.1.4.	Protección y curado	54
7.1.2.	Limitación por tiempo caluroso	55
7.1.2.1.	Tiempo caluroso	55
7.1.2.2.	Temperatura de colocación	55
7.1.2.3.	Elaboración y colocación del hormigón	56
7.1.2.4.	Protección y curado	57
7.1.3.	Precipitaciones intensas	57
8.	PLAN DE CONTROL DE CALIDAD	58
8.1.	Generalidades.....	58
8.2.	Control de procedencia de los materiales	60
8.2.1.	Control de procedencia de agregados	60
8.2.2.	Control de procedencia de los cementos y las adiciones minerales.....	60
8.2.3.	Control de procedencia de los aditivos.....	61
8.2.4.	Control de procedencia de las fibras u otros materiales en pellets.....	61
8.2.5.	Control de procedencia de los compuestos líquidos para la formación de membranas.....	61
8.2.6.	Control de procedencia de las barras para armaduras y/o cables de pretensado.....	62
8.2.7.	Control de procedencia del material para juntas	62
8.3.	Archivo de la información	63
9.	CRITERIOS Y CONTROL DE CONFORMIDAD DEL HORMIGÓN	64
10.	MEDICIÓN	65
11.	FORMA DE PAGO	66

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. DEFINICIONES Y NOMENCLATURA

2.1. Definiciones

2.1.1. Obra de arte mayor

Se define como obra de arte mayor aquella:

- cuya estructura posee una luz individual mayor o igual que siete metros (7 m), ó
- cuya luz total sea mayor o igual que veinte metros (20 m), ó
- cuya luz total sea mayor o igual a cuatro metros (4 m) y de altura mayor o igual que dos y medio metros (2,5 m).

2.1.2. Obra de arte menor

Se define como obra de arte menor aquella que no cumple los requisitos mencionados en el *Punto 2.1.1.*

2.1.3. Hormigón de cemento

Se define como hormigón de cemento a una mezcla homogénea de cemento, agregados gruesos, agregados finos, adiciones, aditivos y agua.

2.1.4. Hormigón autocompactante o autocompactable

Se define como hormigón autocompactante o autocompactable aquel hormigón que presenta la capacidad de fluir y rellenar correctamente, por acción de su propio peso, el volumen a hormigonar en moldes y encofrados, sin requerir ningún tipo de compactación ni aporte de energía externa.

2.1.5. Hormigones compactados con fibras

Se define como hormigón reforzado con fibras (HRF), aquel que incluye en su composición fibras cortas, discretas y aleatoriamente distribuidas en su masa, con el objetivo de mejorar alguna de sus propiedades en estado plástico o endurecido.

2.1.6. Hormigón proyectado o gunitado

Se define como hormigón proyectado o gunitado a las mezclas de mortero u hormigón cuyo sistema de colocación y compactación se realiza mediante proyección neumática a alta velocidad a través de una boquilla.

2.1.7. Mezcla gunitada por vía húmeda

Se define como mezcla gunitada por vía húmeda, aquella mezcla húmeda aplicada con bombas

mediante mangueras con incorporación de aire comprimido en la boquilla de salida.

2.1.8. Mezcla gunitada por vía seca

Se define como mezcla gunitada por vía seca, aquella mezcla seca aplicada a presión que es transportada neumáticamente con agua incorporada en las boquillas de salida.

2.1.9. Mortero para aplicaciones estructurales

Se define como mortero de cemento para aplicaciones estructurales aquel constituido por una mezcla de cemento, agregado fino, agua y, eventualmente aditivos y/o adiciones minerales para mejorar alguna de sus propiedades, que se emplea para fijaciones, anclajes y rellenos, y que desempeña una función estructural en la obra, presentando en estado fresco una alta fluidez que permiten cumplir la condición de autonivelante. Se caracterizan además por experimentar una leve expansión que permite compensar su contracción inicial y desarrollan elevadas resistencias mecánicas iniciales y finales.

2.1.10. Lechadas de cemento para inyecciones en vainas de elementos postesados

Se definen a las lechadas para inyección de vainas en obras de hormigón postesado, a las constituidas por una mezcla de cemento, agua y, eventualmente, arena fina, aditivos y adiciones minerales, que se inyectan en los conductos de las armaduras activas para establecer la necesaria adherencia entre dichas armaduras y el hormigón, así como para protegerlas contra la corrosión.

2.1.11. Hormigón masivo

Se define como hormigón masivo aquellas estructuras de hormigón cuya menor dimensión es mayor que setenta y cinco centímetros (75 cm) de largo (de acuerdo a lo establecido en el *Reglamento CIRSOC 201:2005*) como para requerir adoptar medidas de prevención del riesgo de fisuración por los cambios de volumen, y los gradientes térmicos asociados a la generación de calor de hidratación del material cementicio.

2.1.12. Elemento prefabricado de hormigón

Se definen como elemento prefabricado de hormigón a aquel ejecutado en instalaciones industriales o a pie de obra y que luego se monta en su sitio definitivo. Estos deben cumplir con los requisitos establecidos en el Capítulo 16 del *Reglamento CIRSOC 201:2005*, con excepción de los incluidos en el presente *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales* o aquellos definidos en los *Pliegos de Especificaciones Técnicas Particulares*.

2.1.13. Resistencia especificada del hormigón (f'_c)

Se define como resistencia especificada del hormigón como aquella resistencia nominal a la compresión del hormigón especificada para la obra y supuesta en el diseño y análisis de estructuras nuevas, determinada según la Norma IRAM 1546 e indicada por su clase resistente.

2.1.14. Edad de diseño

Se define edad de diseño como aquella en la que establece que se debe verificar la resistencia especificada del hormigón, de acuerdo con el tipo de estructura, el momento de su puesta en carga, el cemento a utilizar en la construcción y el tipo de aditivos y/o adiciones minerales activas utilizadas que puedan modificar el desarrollo de la resistencia del cemento utilizado.

2.1.15. Cemento para uso general

Se define como cemento para uso general al que cumple con los requisitos establecidos en la Norma IRAM 50000.

2.1.16. Cemento con propiedades especiales

Se define como cemento con propiedades especiales al que cumple con los requisitos establecidos en la Norma IRAM 50001.

2.1.17. Agregado grueso

Se define como agregado grueso, la parte del agregado total retenida en el tamiz 4,75 mm utilizando los tamices indicados en la Norma IRAM 1501-2/NM-ISO 565.

2.1.18. Agregado fino

Se define como agregado fino la parte del agregado total pasante por el tamiz IRAM 4,75 mm utilizando los tamices indicados en la Norma IRAM 1501-2/MN-ISO 565.

2.2. Nomenclatura

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

H _o	XX
----------------	----

Donde:

- H_o: Letras que indican que se trata de un “Hormigón para obras de arte”.
- XX: Número que indica el valor de la resistencia especificada a la compresión f'_c , en MPa, a la edad de diseño según el tipo de cemento que se trate, definida según el Reglamento CIRSOC 201:2005.

3. HIGIENE, SEGURIDAD Y GESTIÓN AMBIENTAL

3.1. 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.

3.2. 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*.

4. 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.

4.1. Agregados

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

4.1.1. Características generales

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

Tabla N°3 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ACOPIO DE AGREGADOS	
Característica	Requisitos
Procedencia	Los agregados deben ser de origen natural o una mezcla de estos con agregados resultantes de procesos de trituración de rocas, 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.
Resistencia, durabilidad y reactividad	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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 en la Norma 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>

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

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 de la planta. Cada fracción debe ser suficientemente homogénea y se debe poder acopiar y manejar sin que se verifique segregación.</p> <p>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 favorecer 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 aceptación.</p> <p>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 <i>Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares</i>, o en su defecto el <i>Supervisor de Obra</i>, 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 tres (3) días de trabajo para el nivel de producción previsto.</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 ejecutado.</p> <p>No se permite el uso de agregados que provengan de acopios congelados, o que contengan hielo o sales descongelantes.</p>

4.1.2. Agregado grueso

4.1.2.1. Requisitos del agregado grueso

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

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.

En caso que se empleen agregados livianos, los mismos deben cumplir con lo especificado en la Norma IRAM 1567.

Tabla N°4 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS ⁽¹⁾		
Ensayo	Norma	Exigencia
Tamaño máximo nominal	IRAM 1569 IRAM 1533	<1/3 del espesor en losas, o <1/5 de la menor dimensión lineal en otros elementos estructurales. <3/4 de la separación mínima libre horizontal o vertical entre dos barras contiguas de armadura, o entre grupos de barras paralelas en contacto directo que actúen como una unidad, o <3/4 del recubrimiento mínimo.
Densidad y absorción	IRAM 1520 IRAM 1533	Determinación obligatoria para su caracterización
Análisis del estado físico de la roca	IRAM 1702 IRAM 1703	Determinación obligatoria para agregados de origen natural
Granulometría	IRAM 1505 ⁽²⁾	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.

(1) Para agregados gruesos tipo basálticos, se deben verificar los requisitos de la *Tabla N°5*.

(2) Se deben utilizar los tamices indicados en la Norma IRAM 1501-2/NM-ISO 565.

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

Tabla N°5 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS GRUESOS “TIPO BASÁLTICOS”		
Ensayo	Norma	Exigencia
Ensayo de ebullición para los basaltos “Sonnenbrand”	UNE-EN 1367-3	Determinación obligatoria para su caracterización

4.1.2.2. Reemplazo parcial del agregado grueso natural por agregado reciclado

Las condiciones para el empleo de agregado grueso reciclado, así como los requisitos para el agregado grueso reciclado y el agregado grueso mixto (mezcla de agregado natural y agregado reciclado) se rigen según lo establecido en la Norma IRAM 1531.

4.1.3. Agregado fino

4.1.3.1. Requisitos del agregado fino

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*.

En caso de que se empleen agregados de distinta procedencia, cada una de ellos debe cumplir individualmente las prescripciones establecidas en la Norma IRAM 1512 y en la *Tabla N°6*.

Tabla N°6 - REQUISITOS DE LOS AGREGADOS FINOS		
Ensayo	Norma	Exigencia
Equivalente de arena	IRAM 1682	$\geq 75 \%$
Granulometría	IRAM 1505 (1)	Debe ser tal que permita cumplir con la granulometría establecida para la Fórmula de Obra.
Densidad y absorción	IRAM 1520	Determinación obligatoria para su caracterización
Módulo de finura	--	2,1 a 3,4 (2)
Porcentaje en peso de agregado fino triturado respecto del total del agregado fino	--	$\leq 30\%$ (3)

(1) Se deben utilizar los tamices indicados en la Norma IRAM 1501-2/NM-ISO 565.

(2) Para la determinación de este parámetro se deben utilizar solamente los tamices correspondientes a la serie normal IRAM. Sólo se admiten valores por fuera de este intervalo, 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 en estado endurecido.

(3) El porcentaje indicado se puede incrementar si se demuestra previamente que se pueden elaborar hormigones que reúnan las características y propiedades especificadas para la obra en ejecución.

4.2. Cementos para uso general y cementos con propiedades especiales

4.2.1. Características generales

Los requisitos generales que deben cumplir los cementos para el aprovisionamiento, almacenamiento y certificación, son los que se establecen en la *Tabla N°7*.

Tabla N°7 – 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, y se debe llevar un registro de la procedencia de los mismos.

Tabla N°7 – REQUISITOS PARA EL APROVISIONAMIENTO Y ALMACENAMIENTO DE LOS CEMENTOS

Característica	Requisitos
Acopio	<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 pliego.</p> <p>Cuando se detecten anomalías en el suministro de cemento, estas partidas se deben almacenar por separado hasta confirmar su aceptación.</p> <p>El almacenamiento del cemento a granel se debe realizar en silos metálicos limpios, secos, bien ventilados, protegidos de la intemperie y con cierre hermético.</p>
Certificación	Los cementos deben estar certificados de acuerdo a lo establecido en la Resolución 54/2018 SC.

4.2.2. Cemento Portland para uso general

Cuando se deban utilizar los cementos para uso general, éstos deben cumplir lo indicado en la Norma IRAM 50000, admitiendo el uso de los correspondientes a las categorías C 30, C 40 y C 50 sólo cuando su empleo permita obtener hormigones durables y resistentes.

4.2.3. Cemento Portland con propiedades especiales

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

4.3. Agua de mezclado y curado

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.

4.4. 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. Para aditivos no contemplados en la Norma IRAM 1663, se puede utilizar la Norma EN 934, o la Norma ASTM C- 494.

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.

4.5. Adiciones minerales

Se pueden incorporar al hormigón adiciones minerales activas o inertes tales como puzolanas naturales, o resultantes de un proceso de calcinación, 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 cumplimenta 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 utilizar en la preparación del hormigón deben cumplir con lo establecido en la Norma IRAM 1668 (Puzolanas y Cenizas Volantes), Norma IRAM 1667 (Escoria granulada de alto horno), Norma IRAM 1593 (Filler calcáreo) o Norma ASTM C-1240 (Humo de sílice), y Norma IRAM 1666 (Hormigón elaborado), según corresponda.

Para el transporte y almacenamiento de las adiciones minerales pulverulentas rigen las mismas disposiciones establecidas para el cemento en el *Punto 4.2*.

4.6. Pigmentos colorantes

Cuando se empleen pigmentos o colorantes, estos materiales, así como el hormigón que se elabore con ellos, deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C- 979.

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.

4.7. 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.

4.7.1. Microfibras (no estructurales)

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, se debe considerar que la incorporación de microfibras incide en la demanda de agua de la mezcla y su trabajabilidad.

4.7.2. 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 (R150, 3) de acuerdo a lo que establezca el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*.

La determinación de la resistencia residual se debe realizar de acuerdo con lo establecido en la Norma ASTM C- 1609.

Su incorporación y mezclado se debe realizar de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

Las fibras sintéticas deben ser del tipo III de acuerdo con la Norma ASTM C- 1116, monofilamento y deben tener una relación de largo / diámetro equivalente (aspecto) de sesenta (60) o mayor. Las fibras metálicas deben verificar los requisitos establecidos en la Norma ASTM A- 820 y deben tener una relación de largo / diámetro equivalente (aspecto) de cincuenta (50) o mayor.

Su largo debe ser de como mínimo una vez y media el tamaño máximo del agregado, salvo que se demuestre mediante ensayos que con fibras de un largo menor se alcanza la resistencia residual especificada. Su proporción no debe superar los cuatro kilos de fibras por metro cúbico de hormigón (4 kg/m^3), a menos que el *Contratista* pueda demostrar con ensayos, que no se produce aglomeración de las fibras, y que el hormigón obtenido presenta las características deseadas.

4.8. Compuestos líquidos formadores de membranas de curado

Los compuestos líquidos formadores de membranas de curado deben estar integrados por una base (porción no volátil) y un disolvente volátil, que en ningún caso debe producir efectos dañinos sobre el hormigón. La base, debe constar de un pigmento blanco, finamente dividido, para facilitar las tareas de colocación.

Los compuestos que se utilicen deben ser líquidos y provistos por su fabricante sin requerir diluciones en obra. 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 expuesta.

El *Contratista* puede incorporar otro método de protección adicional (por ejemplo, utilizar un retardador de evaporación, aspersión de una fina niebla de agua sobre la superficie, 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 y las pérdidas por viento. 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 ($> 200 \text{ g/m}^2$).

4.9. Acero para armaduras pasivas y activas

Deben cumplir con los requisitos establecidos en el Reglamento CIRSOC 201 vigente, excepto que en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* se establezca otro documento en su reemplazo.

Cuando las estructuras a construir se encuentren en zonas sísmicas, definidas en el Reglamento Argentino para Construcciones Sismorresistentes, INPRES-CIRSOC 103-2005 - Parte II, los aceros empleados en ellas deben cumplir con las condiciones establecidas en el mismo.

4.10. Anclajes para hormigón postesado y vainas

Los anclajes y las vainas a utilizar en los hormigones postesados deberán cumplir con las disposiciones establecidas en el Reglamento CIRSOC 201 vigente, excepto que en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* se establezca otro documento en su reemplazo.

4.11. Apoyos de material elastomérico

Los apoyos deben estar constituidos por una o varias placas de policloropreno, entre las cuales se intercalan chapas de acero. La unión entre chapas y placas se hará exclusivamente por

vulcanización.

Los apoyos deben funcionar como elemento de vinculación, destinado a permitir ciertos movimientos relativos (traslación y rotación) de las estructuras. Sus dimensiones, así como el número de placas que lo componen deben ser las establecidas en los planos del proyecto.

El compuesto de policloropreno, utilizado en la fabricación de los apoyos, debe corresponder al grado de dureza shore 60 o 70 según indique el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*, y cumple con los requisitos indicados en la Tabla N°8.

Tabla Nº 8 – REQUISITOS DE LOS COMPUESTOS DE POLICLOROPRENO						
Características (según Norma IRAM 113091)	Unidad	Grados de Dureza				Método de ensayo (Norma IRAM)
		60		70		
		Min	Máx	Min	Máx	
Propiedades físicas:	Grados					
• Dureza Shore A	Shore	55	65	65	75	113003
• Resistencia a la tracción	MPa	17,5	---	17,5	---	113004
• Alargamiento a la rotura	%	400	---	300	---	--
Comportamiento bajo envejecimiento térmico a 100 °C durante 72 horas:						
• Modificación de la dureza Shore A	Grados Shore	---	+15	---	+15	113005
• Modificación de la resistencia a tracción	%	---	-15	---	-15	113003
• Modificación del alargamiento a la rotura	%	---	-40	---	-40	113004
Deformación por compresión después de 24 horas a 100 °C	%	---	35	---	35	113010 (Método B)
Resistencia al ozono para una concentración de 1 ppm en volumen de aire, a una deformación del 20% durante 100 horas a 38°C ± 1°C	---	No se debe agrietar				113025

4.12. Material para juntas

El *Contratista* debe proponer los materiales a utilizar a este efecto, salvo que los mismos sean establecidos en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*. 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.

4.12.1. Rellenos premoldeados para juntas de dilatación y aislamiento

El material utilizado para utilizar como relleno premoldeado puede ser:

- Relleno de espuma polimérica: de acuerdo con la Norma ASTM D5249.
- Relleno de madera compresible: debe estar constituido por madera blanda con densidad no mayor de 400 kg/m³, que cumpla con la Norma AASHTO T42 o la Norma ASTM D545. La madera debe estar previamente tratada para prevenir su deterioro frente a agentes biológicos o atmosféricos.
- 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 D1751.
- Relleno premoldeado de policloropreno: este relleno, como así también el adhesivo, debe cumplir con todos los requisitos exigidos por la Normas IRAM 113083 y la Norma IRAM 113084.

4.12.2. Material para el sellado de juntas

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

El contratista debe presentar para su aprobación la hoja técnica del producto 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 deben estar aprobados 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.

4.12.2.1. Requisitos

- Relleno premoldeado de policloropreno: Este relleno como así también el adhesivo, deben cumplir con todos los requisitos exigidos por las Normas IRAM 113083 e IRAM 113084.
- Selladores asfálticos modificados con polímeros: Estos selladores deben cumplir con los requisitos establecidos en la Norma IRAM 6838. El tipo de sellador que se debe utilizar es definido en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*.
- Selladores de caucho de siliconas: Estos productos deben ajustarse a la Norma ASTM D5893. El *Contratista* debe presentar un informe con los ensayos de calidad que demuestren que el producto propuesto verifica los requisitos establecidos.

5. ESTUDIO DE LA MEZCLA Y OBTENCIÓN DE LA FÓRMULA DE OBRA

5.1. Características generales

El hormigón diseñado y elaborado, según la *Fórmula de Obra aprobada* y vigente, debe ser elaborada con los métodos y tener la trabajabilidad necesaria como para ser utilizada con los equipos de transporte, colocación, compactación y curado 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.

5.2. Requisitos de generales de los hormigones y otras mezclas de base cemento

5.2.1. Estado fresco

5.2.1.1. Consistencia

El hormigón debe tener una consistencia acorde con las características de los elementos estructurales a hormigonar y con los medios disponibles para permitir su transporte, colocación y correcta compactación, sin que se produzca segregación ni exudación perjudicial. La consistencia se debe especificar según lo indicado en la Tabla N° 8, estableciendo un valor nominal del asentamiento (Norma IRAM 1536), o del extendido en la mesa de Graf (Norma IRAM 1690), o del tiempo de remoldeo de la mezcla (Norma IRAM 1767), según corresponda.

Para los hormigones autocompactantes, los métodos de ensayo aplicables a la determinación del extendido, el tiempo T50 y la evaluación de la capacidad de pasaje a través del anillo J son los establecidos en la Norma IRAM 1890-1 y en la Norma IRAM 1890-2.

Al momento de la colocación, el hormigón debe cumplir con la consistencia especificada dentro de las tolerancias indicadas en la *Tabla N°8* y en la *Tabla N°9*.

La consistencia del hormigón del pastón se debe mantener dentro del intervalo especificado hasta finalizar su colocación, previendo que ésta se realice dentro de los treinta minutos (30 min) posteriores al arribo del vehículo de transporte a la obra. En el caso que se extienda el tiempo de colocación más allá de los treinta minutos (30 min), el *Contratista* debe asegurar los medios para mantener la consistencia dentro del rango especificado.

**Tabla N°8 – ÁMBITOS DE CONSISTENCIA DEL HORMIGÓN Y TOLERANCIAS
PARA LOS VALORES NOMINALES**

Consistencia	Remoldeo (V) (seg)		Asentamiento (A) (cm)		Extendido (E) (cm)		Método de ensayo
	Ámbito	Tolerancia	Ámbito	Tolerancia	Ámbito	Tolerancia	
Muy seca	V > 5,0 V ≤ 30,0	± 2,0	-	-	-	-	IRAM 1767
Seca	-	-	A > 2,0 A ≤ 5,0	± 1,0	-	-	IRAM 1536
Plástica	-	-	A > 5,0 A ≤ 10,0	± 2,0	-	-	IRAM 1536
Muy plástica	-	-	A > 10,0 A ≤ 15,0	± 2,0	E > 50 E ≤ 55	± 5,0	IRAM 1536 ó IRAM 1690
Fluida	-	-	A > 15,0 A ≤ 18,0	± 3,0 (Siendo A ≤ 20 cm)	E > 55 E ≤ 60	± 5,0	IRAM 1536 ó IRAM 1690
Muy fluida	-	-	-	-	E > 60 E ≤ 65	± 5,0	IRAM 1690

**Tabla N°9 – VALORES A CUMPLIR POR EL EXTENDIDO, EL TIEMPO T50 Y EL ÍNDICE DE
ESTABILIDAD VISUAL PARA HORMIGONES AUTOCOMPACTANTES
Y LAS TOLERANCIAS RESPECTO AL VALOR ESPECIFICADO**

	Extendido (cm)	Tiempo T50 (s)	VSI (índice de estabilidad visual)	Bloqueo ⁽¹⁾ (cm)
Ámbito	E > 55 E ≤ 75	2 a 8	≤ 1	< 5,0
Tolerancia	± 5,0	+ 2	---	---
Método de ensayo	IRAM 1890-1	IRAM 1890-1	IRAM 1890-1	IRAM 1890-2

⁽¹⁾ Diferencia del extendido con y sin anillo J.

5.2.1.2. Temperatura

La temperatura del hormigón se debe controlar, previa colocación del hormigón en obra durante toda la jornada de trabajo, determinada según la Norma IRAM 1893.

La temperatura del hormigón fresco, previa su colocación en obra, debe estar comprendida dentro del intervalo de temperaturas de colocación informado en la *Fórmula de Obra* aprobada y vigente.

- Para clima frío, la temperatura del hormigón debe cumplir con lo indicado en el *Reglamento CIRSOC 201:2005 Art. 5.11 REQUISITOS PARA EL HORMIGONADO EN TIEMPO FRÍO*.
- Para clima cálido la temperatura del hormigón debe cumplir con lo indicado en el *Reglamento CIRSOC 201 Art. 5.12 REQUISITOS PARA EL HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO*, con excepción de la temperatura máxima del hormigón fresco al momento de la colocación que debe ser de 32°C, pudiendo elevarse hasta 35°C si se disponen de los medios necesarios para proteger al hormigón de los riesgos de fisuración por origen térmico.

5.2.1.3. Contenido de aire

Cuando la clasificación del ambiente de exposición (ver Tabla N°13), se encuadre en Tipo C₁ (o para hormigones colados bajo agua) ó Tipo C₂, el porcentaje total debe estar comprendido dentro de los límites establecidos en la Tabla N°10:

Tabla N°10 – CANTIDAD TOTAL DE AIRE NATURAL E INTENCIONALMENTE INCORPORADO AL HORMIGÓN POR TMN DEL AGREGADO GRUESO Y SEGÚN SU TIPO DE EXPOSICIÓN		
Tamaño máximo nominal del agregado grueso (mm)	Porcentaje total de aire natural e intencionalmente incorporado al hormigón, de acuerdo con el tipo de exposición ó para hormigones especiales (% en volumen)	
	Exposición tipo C ₁ y hormigón a colocar bajo agua	Exposición tipo C ₂
13,2	5,5 ±1,5	7,0 ±1,5
19,0	5,0 ±1,5	6,0 ±1,5
26,5	4,5 ±1,5	6,0 ±1,5
37,5	4,5 ±1,5	5,5 ±1,5
53,0	4,0 ±1,5	5,0 ±1,5

La determinación del contenido de aire de la mezcla fresca se debe realizar según la Norma IRAM 1602-2 o la Norma IRAM 1511. Alternativamente, si se dispone de todos los datos necesarios, se puede emplear la Norma IRAM 1562.

5.2.1.4. Exudación

Cuando se construyan elementos estructurales que superen los dos (2) metros de altura o que estén sometidos a abrasión o erosión o cavitación, se deben determinar la capacidad y velocidad de exudación, según las indicaciones de la Norma IRAM 1604, cumpliendo los límites siguientes:

- capacidad de exudación igual o menor que cinco por ciento (5 %).
- velocidad de exudación igual o menor que 100×10^{-6} cm/s.

5.2.1.5. Homogeneidad

Se debe evaluar la homogeneidad del hormigón según las indicaciones de la Norma IRAM 1876. Se considera que un hormigón es homogéneo cuando las diferencias, en valor absoluto, entre los resultados de ensayo de las muestras extraídas de diferentes porciones del mismo pastón son menores que:

- para el contenido de agregado grueso: 6,0 %;
- para la densidad del mortero libre de aire: 1,6 %.

5.2.2. Estado endurecido

5.2.2.1. Resistencia a la compresión

El hormigón debe cumplir con el valor de la resistencia especificada establecida en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*, ensayado a la rotura a la compresión a la edad de diseño adoptada según los documentos del Proyecto, sobre probetas cilíndricas de 150 mm de diámetro y 300 mm de alto, preparadas y curadas según la Norma IRAM 1524 (en obra) o la Norma IRAM 1534 (en laboratorio), según corresponda.

Si la totalidad del agregado grueso que se utiliza para elaborar el hormigón pasa a través del tamiz IRAM 26,5 mm, la resistencia de rotura a la compresión se puede determinar por ensayo de probetas cilíndricas de 100 mm de diámetro y 200 mm de alto, sin afectar estos resultados por ningún coeficiente de corrección.

El método de ensayo para la determinación de la resistencia a la compresión del hormigón debe ser el indicado en la Norma IRAM 1546. Para la preparación de las bases de las probetas se deben aplicar los métodos indicados en la Norma IRAM 1553 o mediante el uso de placas de elastómero no adheridas indicadas en la Norma IRAM 1709.

Se debe adoptar como resultado de ensayo, el valor que se obtiene como promedio de las resistencias de dos o más probetas cilíndricas, moldeadas con la misma muestra de hormigón y ensayadas a la misma edad.

Se debe cumplir que la diferencia entre las resistencias extremas del grupo de probetas que constituye cada ensayo sea menor que el 10% de la resistencia media de las probetas. Si este valor resulta mayor que este límite, se debe rechazar el resultado del ensayo y se deben analizar los procedimientos de moldeo, curado, preparación de las bases y ensayo de las probetas, con el objeto de evaluar si existen desvíos en la determinación.

Cuando la muestra de ensayo esté constituida por tres o más probetas, si la diferencia entre las resistencias extremas es mayor que el 10%, pero las resistencias de las probetas más semejantes

difieren en, como máximo, 10% con respecto a su valor de resistencia promedio, se debe descartar el valor con mayor discrepancia y aceptar el ensayo adoptando como resultado de éste al promedio de las resistencias obtenidas con las probetas más concordantes.

5.2.2.2. Clases de hormigones estructurales y no estructurales

Los hormigones a utilizar deben ser los correspondientes a las clases indicadas en la *Tabla N°11*, de acuerdo con lo establecido por los documentos del Proyecto y en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*, respetando las restricciones establecidas en el Reglamento INPRES-CIRSOC 103 - "Reglamento Argentino Para Construcciones Sismorresistentes", de acuerdo a la zona sísmica en donde deba emplazarse la obra de arte.

Cuando por razones de durabilidad y según el ambiente de exposición indicado en la *Tabla N°13* se requiera alcanzar un nivel de resistencia a la compresión mínima en el hormigón, el criterio que debe prevalecer para el diseño de la mezcla es el correspondiente a la clase que resulte mayor entre el valor especificado por razones estructurales y la que se establece por razones de durabilidad.

Tabla N° 11 – RESISTENCIAS DE LOS HORMIGONES

Clase de hormigón ⁽¹⁾	Resistencia especificada a la compresión, $f'c$ (MPa) ⁽²⁾	Tipo de hormigón
H – 5	5	No estructural
H – 10	10	
H – 15	15	
H – 20	20	Estructural
H – 25	25	
H – 30	30	
H – 35	35	
H – 40	40	
H – 45	45	
H – 50	50	
H – 60	60	
H – 80	80	
H – 100	100	

⁽¹⁾ Se pueden utilizar hormigones de cemento correspondientes a clases intermedias además de las indicadas en esta tabla, si así lo establece el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*.

⁽²⁾ Resistencia especificada o resistencia característica a compresión $f'c$ (MPa) definida en el Punto 2.1.10 del presente Pliego.

5.2.2.3. Edad de diseño

Los documentos del *Proyecto* deben establecer la edad de diseño a la cual se debe verificar la resistencia especificada (f'_c). Cuando en los documentos del *Proyecto* no se establezca una edad de diseño, ella se debe adoptar igual a veintiocho (28 d) días.

En estructuras masivas, cuando se utilicen cementos con altos contenidos de adiciones minerales activas, se puede considerar una edad de diseño superior a veintiocho (28 d) días. En este caso, la edad de diseño adoptada debe constar en los planos y en los documentos del *Proyecto*.

En la Tabla N°12 se indican como criterio orientativo, distintas edades de diseño según el tipo de cemento a utilizar:

Tabla N°12 - EDAD DE DISEÑO SUGERIDA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CEMENTO	
Tipo de cemento	Edad de diseño (días)
Cemento de Alta Resistencia Inicial (ARI)	7
Cemento Normal	28
Cemento Moderadamente Resistente a los Sulfatos (MRS), sin adiciones	
Cemento Altamente Resistente a los Sulfatos (ARS), sin adiciones	
Cemento Resistente a la Reacción Álcali-Agregado (RRAA)	
Cemento Pozolánico	90
Cemento Altamente Resistente a los Sulfatos (ARS), con adiciones	
Cemento de Bajo Calor de Hidratación (BCH)	
Cemento con Escorias de Alto Horno	
Cemento de Escorias de Alto Horno	

5.2.3. Durabilidad

5.2.3.1. Clasificación del ambiente de exposición

Los tipos de ambientes o las clases de exposición del elemento estructural son los que se establecen en el *Reglamento CIRSOC 201-2005 Art. 2.2.4. Clasificación del medio ambiente* y se resume en la Tabla N°13.

Los requisitos correspondientes a cada ambiente de exposición, contemplan un período en servicio de hasta cincuenta (50) años y se aplican sólo a obras de arte menores.

Para obras de arte mayor el período de servicio puede ser mayor de cincuenta (50) años en cuyo caso, los límites serán más exigentes que los indicados en el presente *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales*.

Tabla N°13 – CLASIFICACIÓN SEGÚN AMBIENTE DE EXPOSICIÓN	
Designación	Ambiente de exposición
A₁	no agresivo
A₂	normal, con temperatura moderada y fría, sin congelación, humedad alta y media con ciclos de mojado y secado
A₃	clima cálido y húmedo
C_L	húmedo o sumergido con cloruros de origen diferente al medio marino
M₁	marino al aire, a más de 1 km de la línea de marea alta, y con contacto eventual con aire saturado de sales
M₂	marino al aire, a menos de 1 km de la línea de marea alta, con contacto permanente o frecuente con aire saturado de sales, o sumergido en agua de mar por debajo del nivel mínimo de mareas
M₃	marino sumergido en la zona de fluctuación de mareas o expuesto a salpicaduras de mar
C₁	expuesto a congelación y deshielo, sin sales <i>descongelantes</i>
C₂	expuesto a congelación y deshielo, con sales <i>descongelantes</i>
Q₁	con agresividad química moderada
Q₂	con agresividad química fuerte
Q₃	con agresividad química muy fuerte

5.2.3.2. Recubrimiento

Para obras de arte menores, se deben tener en cuenta todas las consideraciones indicadas en el *Capítulo 7 del Reglamento CIRSOC 201:2005 DETALLES DE ARMADO*.

Para obras de arte mayores se pueden incorporar otras condiciones para poder asegurar la durabilidad de los elementos estructurales durante la vida de servicio prevista, se definen en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* y se detallan en los *Documentos de Proyecto*, que deben ser verificadas por el *Supervisor de Obra*.

5.2.3.3. Resistencia a la reacción álcali-agregado

En el caso que se encuentre previsto el empleo de algún 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 (agregados gruesos) o la Norma IRAM 1512 (agregados finos), sea calificado como reactivo, sólo puede ser empleado en la construcción de obras de arte, si se adoptan las medidas preventivas y recomendaciones de uso incluidas en las mencionadas normas.

5.2.3.4. Resistencia al ataque por sulfatos

Cuando el ambiente de exposición sea agresivo debido a la presencia de sulfatos, el cemento o el material cementicio resultante de la combinación de cemento con la adición mineral utilizado para la elaboración del hormigón, debe cumplir con lo indicado en la Norma IRAM 50001 respecto a los cementos de moderada resistencia a los sulfatos (MRS) o alta resistencia a los sulfatos (ARS), según corresponda al grado de ataque especificado.

Como alternativa se considera que el material cementicio resultante de la combinación del cemento con la adición mineral es de moderada resistencia a los sulfatos cuando desarrolla una expansión menor que 0,10% al cabo de seis (6) meses de ser ensayado según la Norma IRAM 1635. Cuando se requiera alta resistencia a los sulfatos (ARS), la expansión debe ser menor que 0,05% a los 6 meses y menor que 0,10% a los doce (12) meses según el ensayo indicado en la Norma IRAM 1635.

Para la aplicación en obras de arte menores, además se deben cumplir los requisitos de relación agua/material cementicio, resistencia característica y contenido unitario de cemento establecidos en el Reglamento CIRSOC 201:2005 en lo que se refiere a exposición a ambientes agresivos debido a la presencia de sulfatos. En el caso de obras de arte mayores, pueden exigirse además otros requisitos, los cuales deben constar en los Documentos de proyecto y en el correspondiente *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* y quedan sujetos a la aprobación del *Supervisor de Obra*.

5.2.3.5. Resistencia al ataque de aguas, suelos o ambientes agresivos

En aquellos casos en que la estructura de la obra de arte menor deba estar expuesta a suelos, aguas o ambientes que contienen elementos químicos capaces de provocar la alteración del hormigón, se debe proceder según lo indicado en el *Reglamento CIRSOC 201:2005, Art. 2.2.5. Sustancias agresivas al hormigón contenidas en aguas y suelos en contacto con las estructuras*.

En los casos de fuerte agresividad, cuando las medidas de protección que se adopten en el propio hormigón deban ser complementadas con protecciones superficiales adicionales, éstas pueden tener menor vida útil que la establecida para la estructura. En estos casos, los *Documentos del Proyecto* deben establecer la planificación del mantenimiento de la protección superficial.

En función del tipo y el grado de ataque, si difiere de los contemplados, se deben hacer evaluaciones teniendo en cuenta el estado actual del conocimiento y se deben incorporar a los *Documentos del Proyecto* las prescripciones complementarias que se considere necesarias para lograr la vida útil establecida. Estos deben constar en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* y están sujetos a la aprobación del *Supervisor de Obra*.

En el caso que un elemento estructural armado deba estar sometido a la acción del agua marina (tipos de ambientes de exposición M_1 , M_2 , M_3), o a la acción de aguas con contenidos de sulfatos y cloruros equivalentes a las del agua marina pero provenientes de ambiente no marino, se deben utilizar materiales cementicios que cumplan con las siguientes especificaciones:

- Cemento moderadamente resistente a los sulfatos (Norma IRAM 50001)
- Cemento de uso general más una adición mineral activa incorporada en obra (puzolana,

- ceniza volante, escoria granulada de alto horno o humo de sílice). (Norma IRAM 50000)
- Cemento de uso general (Norma IRAM 50000).

Las mezclas cementicias realizadas con cementos de uso general de acuerdo con la Norma IRAM 50000, ensayados según la Norma IRAM 1635, deben tener una expansión igual o menor que 0,10 % a los seis (6) meses de edad. Este requisito *no* es de aplicación en las mezclas realizadas con cementos moderadamente resistente a los sulfatos o en mezclas realizadas con cementos de uso general sin adiciones agregadas, cuando se utilice un cemento normal con contenido de adiciones minerales igual o menor que el 5 % y cuyo contenido de aluminato tricálcico (C_3A) sea igual o menor que el 8%, determinado según la Norma IRAM 1504.

Deben cumplirse los requisitos de relación agua/material cementicio y resistencia especificada (f'_c) establecidos en el *Reglamento CIRSOC 201:2005* en lo que se refiere a exposición frente al agua de mar.

En el caso de estructuras de obras de arte mayor, pueden exigirse además otros requisitos, los cuales deben constar en los *Documentos de proyecto* y en el correspondiente *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* y quedan sujetos a la aprobación del *Supervisor de Obra*.

5.2.3.6. Congelamiento y deshielo

Las obras de arte menor que, según lo establecido en la *Tabla N° 13 CLASIFICACIÓN SEGÚN AMBIENTE DE EXPOSICIÓN*, se encuentran identificadas dentro de las clases de exposición C_1 o C_2 , deben contener un volumen de aire intencionalmente incorporado dentro de los límites establecidos en la *Tabla N° 12 EDAD DE DISEÑO SUGERIDA EN FUNCIÓN DEL TIPO DE CEMENTO*, determinado según Norma IRAM 1602-2.

También deben cumplirse los requisitos de relación agua/material cementicio y resistencia característica establecidos en el *Reglamento CIRSOC 201:2005*. Los agregados deben cumplir con el ensayo de inmersión en sulfato de sodio según la Norma IRAM 1525.

En el caso de estructuras de obras de arte mayor, pueden exigirse además otros requisitos, los cuales deben constar en los *Documentos de proyecto* y en el correspondiente *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* y quedan sujetos a la aprobación del *Supervisor de Obra*.

5.2.4. Otros requisitos del hormigón endurecido

Se pueden requerir otras propiedades especiales para los hormigones en estado endurecido, relativos, por ejemplo, a la resistencia a la tracción por compresión diametral, a la resistencia a la tracción por flexión, al módulo de elasticidad estático a compresión, a la densidad del hormigón en estado endurecido, a la contracción por secado a una edad especificada, a la velocidad de succión capilar, a la penetración de agua a presión, entre otros.

Para la verificación de estos requisitos, se debe especificar el valor nominal de la propiedad, el método de ensayo aplicable y el criterio de conformidad a ser utilizado. Cuando no se especifique el método de ensayo, se entiende que se deben utilizar los indicados en la Tabla N° 14:

Tabla N°14 –OTROS REQUISITOS DEL HORMIGÓN ENDURECIDO

Requisito	Método de ensayo
Resistencia a la tracción por compresión diametral	IRAM 1658
Resistencia a la tracción por flexión	IRAM 1547
Módulo de elasticidad estático a compresión y relación de Poisson	IRAM 1865
Densidad del hormigón en estado endurecido	UNE EN 12390-7
Coefficiente de expansión térmica	AASHTO T336
Contracción por secado	IRAM 1597
Fluencia lenta (Creep)	ASTM C-512
Velocidad y capacidad de succión capilar	IRAM 1871
Penetración de agua a presión	IRAM 1554
Resistencia residual	ASTM C-1609

Para la verificación de propiedades de resistencia distintas a la resistencia a la compresión, se debe adoptar como resultado de un ensayo al valor que se obtiene como promedio de las resistencias de tres (3) probetas moldeadas con la misma muestra de hormigón, y ensayadas en las mismas condiciones y edad.

Cuando se requiera verificar la velocidad de succión capilar del hormigón, el ensayo se debe realizar a partir de probetas de cien (100) mm de diámetro nominal.

5.3. Hormigones con características especiales

5.3.1. Hormigones autocompactantes

Este tipo de hormigones se caracteriza a través de los siguientes métodos de ensayo:

- Fluidez y de escurrimiento, a través del extendido y del Tiempo T50, según lo establecido en la Norma IRAM 1890. Parte 1.
- Capacidad de pasaje frente al bloqueo, mediante la evaluación de la capacidad de pasaje a través del anillo J, según lo establecido en la Norma IRAM 1890. Parte 2.

Los intervalos admisibles de los parámetros anteriores, se encuentran indicados en la Tabla N° 9. Estos requisitos se deben cumplir simultáneamente para todos los ensayos especificados en dicha tabla, asegurando el *Contratista* que se mantienen las características requeridas durante todo el proceso de colocación del hormigón, hasta su posición definitiva en la obra de arte.

5.3.2. Hormigones que deban estar sumergidos

Las obras de arte menor de hormigón, a colocar bajo agua deben cumplir con los requisitos establecidos en el *Reglamento CIRSOC 201:2005* el Art. 2.4.

En el caso de obras de arte mayor, pueden exigirse además otros requisitos, los cuales deben constar en los *Documentos de proyecto* y en el correspondiente *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* y quedan sujetos a la aprobación del *Supervisor de Obra*.

5.3.3. Hormigones de baja permeabilidad

Las estructuras de hormigón de obras de arte menor, destinadas a contener o conducir agua, y aquellos que requieran una baja permeabilidad, deben cumplir con los requisitos establecidos en el *Art. 2.4 del Reglamento CIRSOC 201:2005*.

En el caso de obras de arte mayor, pueden exigirse además otros requisitos, los cuales deben constar en los *Documentos de proyecto* y en el correspondiente *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* y quedan sujetos a la aprobación del *Supervisor de Obra*.

5.3.4. Hormigones sujetos a la abrasión

Las estructuras de hormigón de obras de arte menor sujetas a la abrasión deben cumplir con los requisitos establecidos en el *Art. 2.4 del Reglamento CIRSOC 201:2005*.

En el caso de obras de arte mayor, pueden exigirse además otros requisitos, los cuales deben constar en los *Documentos de proyecto* y en el correspondiente *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* y quedan sujetos a la aprobación del *Supervisor de Obra*.

5.3.5. Hormigones reforzados con fibras

La incorporación de fibras en los hormigones puede ser con finalidad estructural o no estructural. El empleo de fibras en el hormigón tiene finalidad estructural cuando se utiliza su contribución en los cálculos relativos a alguno de los estados límite últimos o de servicio.

Se considera que las fibras no tienen función estructural cuando la inclusión de fibras tiene otros objetivos, por ejemplo: la mejora de la resistencia al fuego o el control de la fisuración.

En aquellos casos donde la incorporación de fibras sea con fines estructurales, se debe verificar que el hormigón reforzado con fibras utilizado es capaz de alcanzar la resistencia residual (R150, 3) que se establece en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*. La resistencia residual se debe determinar de acuerdo con la Norma ASTM C1609 o aquella que se indique en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*.

5.3.6. Hormigón masivo estructural

Cuando se trate de elementos estructurales que formen parte de una obra de arte menor y que encuadren dentro de la clasificación de hormigón masivo, se deben respetar las instrucciones indicadas en el *Reglamento CIRSOC 201:2005 Art. 5.13. Hormigón masivo estructural*.

En el caso de obras de arte mayor, pueden exigirse además otros requisitos, los cuales deben constar en los *Documentos de proyecto* y en el correspondiente *Pliego de Especificaciones Técnicas*

Particulares y quedan sujetos a la aprobación del *Supervisor de Obra*.

Cualquier sección de hormigón identificada como hormigón masivo debe modelarse térmicamente mediante un método reconocido, que permita estimar con una precisión adecuada el gradiente térmico máximo y la temperatura máxima debido al calor de hidratación, a ser alcanzado en la masa de hormigón durante la construcción.

Excepto que se especifique un valor distinto en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*, la temperatura máxima del hormigón, en todo lugar e instante durante la construcción, no debe exceder los 65 °C. Cuando la temperatura determinada por modelado térmico pueda exceder este límite, el *Contratista* debe presentar una propuesta para el control de la temperatura del hormigón, que debe ser además aprobada por el *Supervisor de Obra*.

Se puede considerar una temperatura límite mayor a los 65 °C, si se demuestra que la misma no conduce a efectos adversos significativos sobre las condiciones de servicio y durabilidad del hormigón, en base a estudios con el conjunto de los materiales a ser empleados en la obra y en las condiciones de trabajo previstas, que debe constar en los *Documentos de Proyecto*.

Durante la construcción, el gradiente térmico en la masa de hormigón, medido del centro a la superficie, no debe exceder los 25 °C, o, cuando se determine, el gradiente máximo admisible según el modelado térmico, al efecto de controlar el riesgo de fisuración por causas térmicas en el hormigón.

Para el control de los requisitos anteriores, se debe monitorear la temperatura real del hormigón mediante termopares instalados en la estructura, los cuales deben tener la aprobación del *Supervisor de Obra*.

5.3.7. Hormigón proyectado o gunitado

Los materiales componentes para la mezcla de hormigón proyectado o gunitado deben cumplir los requisitos incluidos en el presente *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales*, con excepción de los requisitos granulométricos para la mezcla total de agregados indicados en el *Punto 5.6.1. Granulometría de la combinación de agregados*.

A modo orientativo se indican las normas aplicables a la ejecución de los hormigones proyectados o gunitados en la Tabla N° 15, a continuación:

Tabla N° 15 – NORMAS APLICABLES A LA EJECUCIÓN DE HORMIGONES PROYECTADOS O GUNITADOS	
UNE 83607 IN	Hormigón proyectado. Recomendaciones de utilización
UNE 14487-1	Hormigón proyectado. Definiciones, especificaciones y conformidad.
UNE 14487-2	Hormigón proyectado. Ejecución.
UNE 14488-1	Ensayos de hormigón proyectado. Parte 1: Toma de muestras de hormigón fresco y endurecido.
UNE 14488-2	Ensayos de hormigón proyectado. Parte 2: Resistencia a compresión del hormigón proyectado a corta edad.
UNE 14488-3	Ensayos de hormigón proyectado. Parte 3: Resistencias a flexión, primer pico, última y residual, de probetas prismáticas reforzadas con fibras.

UNE 14488-4	Ensayos de hormigón proyectado. Parte 4: Resistencia al arrancamiento de testigos mediante tracción directa.
UNE 14488-5	Ensayos de hormigón proyectado. Parte 5: Determinación de la capacidad de absorción de energía de probetas planas reforzadas con fibras.
UNE 14488-6	Ensayos de hormigón proyectado. Parte 6: Determinación del espesor de hormigón sobre un sustrato.
UNE 14488-7	Ensayos de hormigón proyectado. Parte 7: Contenido en fibras del hormigón reforzado con fibras.
ASTM C42	Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete.
ASTM C39	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens.
ASTM C31	Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field
NTC 3658	Ingeniería civil y arquitectura. Método para la obtención y ensayo de núcleos extraídos y vigas de concreto aserradas
NTC 673	Concretos. Ensayo de resistencia a la compresión de especímenes cilíndricos de concreto.
NTC 550	Concretos. Elaboración y curado de especímenes de concreto en obra.
IRAM 1896	Preparación de paneles para la posterior extracción de testigos para ensayos de calidad del hormigón proyectado.
ACI CSS	Concreto lanzado artesano.
ACI 506R-95	Guía concreto lanzado.
ACI 506 R-95	Especificaciones del concreto lanzado.
ACI 506R-08	Guía para concreto lanzado reforzado con fibras
ACI 506R-09	Guía para concreto lanzado subterráneo
EFNARC	TLC Guidelines 2008

Antes del comienzo de las operaciones de gunitado en obra, se deben hacer pruebas de puesta a punto del equipo con la elaboración de pastones gunitados sobre paneles de prueba. Los paneles se deben fabricar con enchapados de madera, y una parte de los mismos debe tener colocada una armadura similar a la prevista en la construcción. Los paneles deben ser lo suficientemente grandes como para obtener todos los testigos que se necesiten, y para que el conjunto sea representativo de la calidad y uniformidad que puede obtenerse en obra. Todos los equipos utilizados para la dosificación y mezclado de materiales deben ser aprobados por el *Supervisor de Obra*.

Debe verificarse que la boquilla de proyección y los equipos auxiliares tengan la capacidad adecuada para los volúmenes de aplicación. El aire comprimido para los equipos debe estar limpio, seco y libre de aceite u otros contaminantes. El equipo debe ser capaz de mantener la presión durante todo el proceso de operación y con una velocidad desde la boquilla tal que permita la adherencia a la superficie de proyección, con mínimo rebote y máxima adherencia y densidad.

Antes de aplicar el gunitado se deben llevar a cabo las siguientes tareas: inspección y corrección del perfil de la sección excavada; y limpieza de las superficies que deban recibir el hormigón. La limpieza de superficies se debe hacer con aire comprimido y, donde las condiciones locales lo permitan, con una mezcla de aire y agua (hidrolavado) para eliminar todo material que pueda impedir la adherencia del gunitado.

La superficie debe estar húmeda, pero sin agua libre o en escurrimiento, previo a la colocación del

gunitado. La distancia entre la boquilla y la superficie de proyección no debe ser mayor que 1,50 m. La boquilla debe mantenerse perpendicular a la superficie de aplicación. Cada capa de gunitado debe aplicarse mediante varias pasadas de la boquilla sobre el área de trabajo. Al obtener el espesor total por acumulación de capas sucesivas, se debe evitar que cada capa endurezca y eliminar cualquier material suelto y rebote. Cada capa aplicada debe tener un espesor del orden de los 5 cm. Todo material de rebote debe eliminarse de las áreas de trabajo y no puede ser reutilizado.

Para superficies verticales o semi verticales, la aplicación debe empezar desde abajo. El espesor de la capa está determinado por el requisito de no tener desprendimientos del material. El espesor de cualquier capa se verifica perforando barrenos de veinticinco (25) mm de diámetro en las posiciones definidas por el *Supervisor de Obra*.

El curado debe comenzar tan pronto se hayan finalizado las operaciones de proyección y se debe mantener durante un tiempo mínimo de siete (7) días.

El control de calidad debe llevarse a cabo mediante la extracción y ensayo de testigos calados de paneles de hormigón proyectado, siguiendo las indicaciones establecidas en la Norma IRAM 1896. El control se lleva a cabo cada 1000 m² de hormigón proyectado o fracción.

5.3.8. Lechadas de cemento para inyecciones en vainas de elementos postesados

El material de inyección, así como el proceso de ejecución debe cumplir los requisitos establecidos en el Reglamento CIRSOC 201:2005 Capítulo 23 HORMIGÓN PRETENSADO. INYECCIÓN DE VAINAS, con excepción de los requisitos incluidos en el presente *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales* o aquellos definidos en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*.

Los materiales componentes deben cumplir los requisitos incluidos en el presente *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales*. Se debe verificar además que la suma de los contenidos de cloruros, sulfatos y sulfuros provistos por cada uno de los materiales componentes, no superen los siguientes valores:

- el contenido en iones cloruro (Cl⁻) no debe ser superior a 0,1% de la masa de cemento;
- el contenido en iones sulfato (SO₃) no debe ser superior a 3,5% de la masa de cemento;
- el contenido en ión sulfuro (S²⁻) no debe ser superior a 0,01% de la masa de cemento.

La mezcla de materiales componentes de la lechada cementicia debe cumplir con los requisitos indicados en la Tabla N°16.

Tabla N° 16 – REQUISITOS PARA LECHADAS DE INYECCIÓN DE VAINAS EN ELEMENTOS POSTESADOS

Parámetro	Método de ensayo	Requisito	Norma de aplicación
Fluidez	Escurrimiento en cono de Marsh	< 25 segundos ⁽¹⁾	UNE- EN 445
Exudación	Mecha inducida	< 0,3% a las 3 horas	
	Tubo inclinado	< 0,3% a las 3 horas	
Estabilidad de volumen	Mecha inducida	-0,5% ± 5%	

Tiempo de Fraguado	Fraguado inicial	> 3 horas	IRAM 1619 ⁽¹⁾
	Fraguado final	< 24 horas	
Resistencia a compresión	7 días	> 27 MPa	IRAM 1622 ⁽²⁾
	28 días	> 30 MPa	

⁽¹⁾ Luego de 30 minutos del mezclado, la medida de consistencia no debe variar en más de un 20% del valor de consistencia determinado luego del mezclado inicial. Durante todo el procedimiento de inyección, el tiempo de escurrimiento en el cono de Marsh debe ser inferior de veinticinco (25) segundos.

⁽²⁾ Aplica para los procedimientos de preparación de las probetas, curado y ensayo. El material a ensayar corresponde a la lechada / mortero formulado para la inyección.

La mezcla se debe dosificar en masa y elaborar mecánicamente con maquinaria apropiada. El equipo debe contar con la capacidad de mantener la mezcla en agitación continua para evitar la segregación y sedimentación de la lechada antes de su inyección.

La inyección debe llevarse a cabo lo antes posible después del tesado. Antes de proceder a la inyección debe limpiarse el conducto con aire a presión. Observando, si éste llega a salir por el extremo opuesto en forma continua y regular. Si los conductos son de hormigón, se debe inyectar agua para humedecer dicho hormigón. Igualmente, si los tendones han sido lubricados o protegidos provisionalmente, debe inyectarse agua hasta la eliminación del producto utilizado. Las conexiones de las boquillas de inyección deben estar limpias de hormigón o cualquier otro material, y ser herméticas a fin de evitar posibles arrastres de aire.

No se debe inyectar si se encuentra previsto la ocurrencia de heladas en un plazo de dos (2) días, ni cuando la temperatura de la pieza sea inferior a cinco grados centígrados (5° C). No deben transcurrir más de treinta (30) minutos desde el amasado hasta el comienzo de la inyección, a no ser que se utilicen retardadores de fraguado.

La inyección debe hacerse desde el anclaje más bajo o desde el tubo de purga inferior del conducto, con todos los tubos de purga restantes abiertos. A medida que la inyección sale por los sucesivos tubos de purga más próximos al punto por donde se inyecta, se cierran éstos, dejando previamente fluir por ellos la lechada hasta que tenga la misma consistencia que la que se inyecta y hayan cesado de salir burbujas de aire.

La lechada se inyecta a una presión comprendida entre tres (3) kg/cm² y siete (7) kg/cm². La bomba debe proporcionar una inyección continua e ininterrumpida, tolerando pequeñas variaciones de presión. La misma debe estar provista de un dispositivo de seguridad que evite las sobrepresiones superiores a diez (10) kg/cm² que puedan producirse por atascos en el interior de los conductos.

La velocidad de avance, para conductos de diámetro inferior a diez (10) centímetros, debe estar comprendida entre seis y doce (6 y 12) metros por minuto. La inyección de cada conducto se debe hacer de forma continua e ininterrumpida, y con la uniformidad necesaria para impedir la segregación de la mezcla. Una vez efectuada la inyección, se debe mantener la presión en los conductos durante treinta (30) segundos, como mínimo, y a continuación se cierra la válvula o llave situada antes de la boquilla. En conductos muy largos o de gran sección útil, se debe intentar reinyectar antes de las dos horas (2) h, para eliminar la posible reducción de volumen de la mezcla y los posibles huecos situados en la parte superior de los conductos.

5.3.9. Morteros de cemento para aplicaciones estructurales

Estas mezclas pueden producirse íntegramente en la obra, siempre que se dosifiquen en masa y se

mezclen mecánicamente con maquinaria apropiada, o se pueden emplear mezclas pre-elaboradas en seco para su empaste con agua antes de proceder a su colocación.

En el caso de mezclas pre-elaboradas se deben seguir las indicaciones provistas por su fabricante.

El mortero para aplicaciones estructurales debe verificar los requisitos indicados en la Norma IRAM 1715.

5.4. Diseño de la Fórmula de Obra

El hormigón diseñado y elaborado, según la *Fórmula de Obra* aprobada y vigente, debe ser trabajable, de acuerdo con los métodos y equipos de elaboración, transporte, colocación, compactación y terminación que se empleen en la ejecución del *Proyecto*, y debe cumplir con los requisitos de resistencia y durabilidad aplicables.

La fórmula de obra debe ser aprobada previo a su uso por el *Supervisor de Obra*. La presentación de la fórmula de obra debe realizarse con la anticipación suficiente, como para permitir al *Supervisor de Obra* la posibilidad de reproducir esta fórmula en laboratorio y verificar el cumplimiento de los requisitos incluidos en esta especificación.

5.5. Presentación y aprobación 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.

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, la *Fórmula de Obra* no debe entenderse como “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, relación agua/cemento 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 las Tablas N°17, 18 y 19.

Tabla N°17 – REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA

Parámetro	Información que debe ser consignada
Agregados	<p>Se debe contar con:</p> <ul style="list-style-type: none"> La identificación, características (densidad, absorción y material pasante tamiz (#200) 75 µm y proporción de cada fracción del agregado, incluidos los agregados gruesos reciclados contemplados en la Norma IRAM 1531. Granulometría de los agregados combinados. Ensayos realizados sobre el agregado grueso, como mínimo todos los contemplados en el <i>Punto 4.1.2.1 Agregado grueso</i>. Ensayos realizados sobre el agregado fino, como mínimo todos los contemplados en el <i>Punto 4.1.3.1 Agregado fino</i>.
Cemento	<p>Se debe remitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> el último certificado de conformidad vigente expedido por el Organismo de Certificación correspondiente. Se debe incluir la denominación, el tipo, la categoría, el origen, y el tipo de expedición. El protocolo de ensayos, expedido por el fabricante en los últimos treinta (30) días.
Adiciones minerales	<p>Deben indicarse:</p> <ul style="list-style-type: none"> Denominación, Forma de expedición, Ensayos de aptitud según lo indicado en el <i>Punto 4.5. Adiciones minerales</i>. <p>Cuando se incorporen adiciones minerales en forma separada durante la elaboración del hormigón, debe remitirse junto con la presentación de la <i>Fórmula de Obra</i>:</p> <ul style="list-style-type: none"> 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, de acuerdo a lo indicado en el <i>Punto 4.5. Adiciones minerales</i>.
Aditivos, fibras y/o pigmentos	<p>Deben indicarse:</p> <ul style="list-style-type: none"> la denominación; características; su forma de incorporación, y expedición; los ensayos de aptitud según lo indicado en los <i>Puntos 4.4. Aditivos, 4.6. Pigmentos colorantes y 4.7. Fibras</i>; la proporción empleada respecto de la masa de material cementicio.

Tabla N°17 – REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA

Parámetro	Información que debe ser consignada
Agua de mezclado y curado	<p>Debe indicarse:</p> <ul style="list-style-type: none"> la procedencia y/o fuente del agua de mezclado y curado a emplear en obra, con sus correspondientes ensayos de aptitud según el <i>Punto 4.3 Agua de mezclado y curado</i>.
Tiempo de mezclado	<p>Deben indicarse:</p> <ul style="list-style-type: none"> el tiempo requerido para la mezcla de los materiales componentes. Orden de ingreso al mezclador de los materiales componentes.
Fórmula de Obra	<p>Deben presentarse:</p> <ul style="list-style-type: none"> los contenidos en masa de cada uno de los componentes expresados en kilogramos por metro cúbico de hormigón elaborado, con los agregados en la condición de humedad, secos en estufa o saturados superficie seca. <p>La presentación de la fórmula de obra debe incluir los requisitos aplicables para la mezcla de hormigón en estudio, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> Clase resistente del hormigón; Relación agua/material cementicio; Clasificación del ambiente de exposición; Consistencia; Tamaño máximo; Requisitos particulares por durabilidad; Hormigón de características especiales (si aplica); Otros requisitos del hormigón endurecido (si aplica); Incorporación de otros componentes (fibras, pigmentos, etc., cuando corresponda).
Informe de presentación de la Fórmula de Obra	Según el <i>Formato Tipo</i> vigente de la Dirección Nacional de Vialidad.

Tabla N°18 – REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA, EN ESTADO FRESCO

Parámetro	Información que debe ser consignada
IRAM 1562	Masa de la unidad de volumen del hormigón fresco
IRAM 1893	Temperatura

Tabla N°18 – REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA, EN ESTADO FRESCO

Parámetro	Información que debe ser consignada
IRAM 1536 IRAM 1690 IRAM 1767 IRAM 1890-1 IRAM 1890-2	Consistencia inicial y a los treinta (30) minutos, según el tipo de mezcla que se trate, y de acuerdo con lo indicado en el <i>Punto 5.2.1.1. Consistencia</i> .
IRAM 1602 ó IRAM 1511	Porcentaje de aire incorporado
IRAM 1662	Tiempo de fraguado
IRAM 1604 ⁽¹⁾	Capacidad y velocidad de exudación

⁽¹⁾ Cuando corresponda.

Tabla N°19 – REQUISITOS QUE DEBE REUNIR LA FÓRMULA DE OBRA, EN ESTADO ENDURECIDO

Parámetro	Información que debe ser consignada
IRAM 1546	Resistencia a la compresión potencial según lo indicado en el <i>Punto 5.2.2.3. Edad de diseño</i> .
IRAM 1871 ⁽¹⁾	Velocidad y capacidad de succión capilar.
IRAM 1554 ⁽¹⁾	Penetración de agua

⁽¹⁾ Cuando corresponda.

El *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* puede exigir otras propiedades mecánicas diferentes a las indicadas en la Tabla N°19.

5.6. Requisitos para el diseño de la mezcla

5.6.1. 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. Están exceptuados de cumplir este requisito aquellos hormigones cuyo sistema de colocación difiera del convencional, como es el caso de hormigones autocompactantes, proyectados, entre otros.

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.

La granulometría de los agregados resultante de la combinación de las diferentes fracciones de agregados puede presentar durante la producción una variación del módulo de finura del agregado total en más o en menos de hasta 0,2. En el caso que se exceda esta tolerancia, el *Contratista* debe presentar para aprobación del *Supervisor de Obra*, la nueva distribución granulométrica propuesta y demostrar que con la nueva granulometría propuesta se obtienen condiciones de trabajabilidad,

resistencia y durabilidad adecuadas, en las características de 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.

5.6.2. Tamaño máximo nominal del agregado (TMN)

El tamaño máximo nominal de la combinación de agregados (TMN) debe cumplir con los siguientes requisitos:

- $\text{TMN} < \frac{1}{3}$ del espesor de una losa ó $\text{TMN} < \frac{1}{5}$ de la menor dimensión lineal en cualquier otro elemento estructural; ó
- $\text{TMN} < \frac{3}{4}$ de la mínima separación libre horizontal o vertical entre dos barras contiguas de armaduras, o entre grupos de barras paralelas en contacto directo que actúen como una unidad, ó $< \frac{3}{4}$ del recubrimiento mínimo.

5.6.3. Características mecánicas

El *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* puede incluir el cumplimiento adicional de otras propiedades mecánicas, tales como:

- la resistencia a la tracción por compresión diametral (Norma IRAM 1658);
- la resistencia a la tracción por flexión (Norma IRAM 1547);
- el módulo de elasticidad estático a compresión (Norma IRAM 1865).

En todos los casos el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* en concordancia con los *Documentos de Proyecto*, debe establecer la edad de diseño a la cual se deben verificar los parámetros resistentes especificados, siguiendo las recomendaciones de la Tabla N° 12. Cuando los mismos no establezcan una edad de diseño, ésta se debe adoptar igual a veintiocho (28) días.

5.6.4. Durabilidad

5.6.4.1. Obras de arte menor

Se deben cumplir los requisitos siguientes:

- a) **Relación agua/cemento**, o razón agua/material cementicio debe ser la menor de las dos siguientes:
 - La necesaria para alcanzar las propiedades resistentes establecidas según lo indicado en el *Punto 5.6.3 Características mecánicas*;
 - La menor de las máximas especificadas por durabilidad y por características

especiales de la estructura, según se establece en el *Reglamento CIRSOC 201:2005*.
Capítulo 2 ESPECIFICACIONES POR RESISTENCIA Y DURABILIDAD.

- b) **Contenido de cemento**, igual a superior a lo indicado en el *Reglamento CIRSOC 201:2005 Art. 5.1.5. Contenido unitario de cemento*. Cuando se trate de hormigón colocado bajo agua, este requisito se debe considerar según lo indicado en el *Reglamento CIRSOC 201:2005 Art. 5.6.3. Estructuras hormigonadas en contacto con agua*.
- c) **Contenido de Aire Intencionalmente Incorporado**. Cuando de acuerdo con el tipo de exposición o para hormigones con características especiales, según lo indicado en el *Reglamento CIRSOC 201:2005, Capítulo 2, Tabla 2.5* (Requisitos de durabilidad a cumplir por los hormigones), y en el *Punto 5.2.2.2 Clases de hormigones estructurales y no estructurales*, en función del tipo de exposición de la estructura se requiera la incorporación intencional, el porcentaje total de aire debe estar comprendido dentro de los límites establecidos en la Tabla N°12.
- d) **Agresividad química**. En lo que respecta a la prevención del ataque por sulfatos, ataque de agua de mar, así como frente a otros tipos de agresividad química, se debe elegir un material cementicio adecuado que permita cumplir los requisitos establecidos en la presente *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales* en el *Punto 5.2.3. Durabilidad*.
- e) **Agregados reactivos**. En el caso que se encuentre previsto el empleo de agregados potencialmente reactivos, se deben adoptar medidas prescriptivas o prestacionales para la prevención de la Reacción Álcali Sílice (RAS), según lo indicado en el *Punto 5.2.3.3. Resistencia a la reacción álcali-agregado*.
- f) **Tipo de exposición**. En los casos que el tipo de exposición, según lo indicado en el *Punto 5.2.3.1. Clasificación del ambiente de exposición*, sea distinto de A₁, se debe verificar que la capacidad y velocidad de succión capilar, determinada según Norma IRAM 1871, cumple con los requisitos indicados en el *Reglamento CIRSOC 201:2005 Art. 2.2.11 Penetración de agua*.
- g) En hormigones destinados a contener o conducir agua, y aquellos que requieran baja permeabilidad, se debe verificar que la penetración de agua a presión según Norma IRAM 1554, cumple con los requisitos indicados en el *CIRSOC 201:2005. Art. 2.2.11. Penetración de agua*.
- h) **Otras propiedades especiales**, incluidas en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*.

5.6.4.2. Obras de arte mayor

En este caso los requisitos son más exigentes que los contemplados en el *Punto 5.6.4.1. Obras de arte menor* y por el *Reglamento CIRSOC 201:2005*, teniendo su método de análisis que estar detallado y debidamente fundamentado en los *Documentos de Proyecto*, así como sus exigencias en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*.

Como referencia para el diseño y la durabilidad de las obras de arte de vida en servicio mayor que cincuenta (50) años se sugiere tener en cuenta los métodos y las indicaciones de la Norma EN 2394 (General principles on reliability for structures), así como las de las mencionadas en la Tabla N° 20:

**Tabla N°20 – DOCUMENTOS NORMATIVOS RECOMENDADOS
 PARA LA EVALUACIÓN DE LA DURABILIDAD**

Norma	Título
SIA 262/1	Betonbau. Ergänzende Festlegungen.
NT Build 492	The Chloride Migration Coefficient from Non-Steady-State Migration
ASTM C 1202	Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration
ASTM C 1760	Standard Test Method for Bulk Electrical Conductivity of Hardened Concrete
AASHTO TP 95	Standard Method of Test for Surface Resistivity Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration
UNI 11164	Calcestruzzo - Determinazione della permeabilità all'ossigeno
UNE 83981	Durabilidad del hormigón. Métodos de ensayo. Determinación de la permeabilidad al oxígeno del hormigón endurecido.
BS 1881- 204	Testing concrete. Recommendations on the use of electromagnetic covermeters

5.6.5. Otros requisitos

El *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares* puede requerir el cumplimiento de otras propiedades.

En tales casos se debe indicar:

- El valor especificado de la propiedad a cumplir;
- El método de ensayo;
- La tolerancia respecto al valor especificado;
- El criterio de conformidad (fractil de rechazos con respecto al valor especificado y su tolerancia).

5.7. Métodos de diseño y mezclas de prueba

La composición del hormigón y sus materiales componentes, a utilizar en la construcción de una obra de arte, se debe elegir de manera de cumplir los requisitos especificados para el hormigón fresco y endurecido, incluyendo aspectos relativos a la consistencia, la resistencia, la durabilidad, y lo establecido en el *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*.

No se permite el empleo de dosificaciones empíricas de hormigón.

La determinación de la composición del hormigón se debe realizar por:

- un procedimiento de diseño racional y pastones de prueba preparados en laboratorio, o
- un procedimiento de diseño racional e información de proyectos anteriores.

Cuando el hormigón se dosifique en forma racional con el antecedente de otros proyectos, se debe verificar que:

- la información empleada para la definición de la dosificación provenga de ensayos realizados dentro de los últimos doce (12) meses;
- los materiales a emplear, los equipos y las condiciones de elaboración sean similares a las que se utilicen para la provisión del hormigón que motiva la dosificación a realizar.

Cuando se utilice una nueva dosificación para un tipo de hormigón, se deben realizar ensayos iniciales que permitan demostrar que la dosificación propuesta permite alcanzar los requisitos especificados. Este mismo criterio debe adoptarse cuando se produzca un cambio significativo en los materiales componentes del hormigón.

La composición de cada tipo de hormigón se debe revisar en forma periódica, para asegurar que los hormigones producidos son conformes con los requisitos especificados.

5.8. Criterios para el diseño en proyectos de larga vida en servicio

Este *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales* establece requisitos de carácter predominantemente prescriptivos orientados a alcanzar una vida en servicio de cincuenta (50) años.

En proyectos de obras de arte para los que se requiera alcanzar una vida en servicio superior, se deben determinar las condiciones especiales de diseño, selección y uso de materiales, producción, construcción y mantenimiento necesarias para alcanzar la vida en servicio especificada. Como se menciona en el *Punto 5.6.4.2 Obras de arte mayor*, se deben aplicar modelos de predicción de la vida en servicio, semi - probabilísticos o analíticos, basados en parámetros relativos a la durabilidad y el transporte de fluidos en el hormigón (por ejemplo, la permeabilidad a los gases y agua, la succión capilar, la penetración del ion cloruro, el avance de la profundidad de carbonatación, entre otros), de aplicación y acreditación internacional reconocida, que demuestren que los criterios adoptados permiten alcanzar la vida útil especificada.

Se debe contar con documentación de respaldo que justifique la elección de datos y criterios adoptados para la aplicación de dichos modelos, teniendo en consideración las condiciones locales y las específicas del *Proyecto* en cuestión.

5.9. Requisitos relativos a la elaboración del hormigón

El proceso de elaboración del hormigón se debe regir según lo indicado en la Norma IRAM 1666, en todo aquello que no contradiga a lo establecido en el presente *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales* o en el correspondiente *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*.

5.10. Requisitos especiales para los elementos prefabricados

Estos deben cumplir los requisitos establecidos en el *Reglamento CIRSOC 201:2005 Capítulo 16 ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN PREFABRICADO*, con excepción de los incluidos en el presente *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales* o en el correspondiente *Pliego de Especificaciones Técnicas Particulares*.

Para la fabricación de este tipo de elementos, aplican todos los requisitos incluidos en este *Pliego de Especificaciones Técnicas Generales*. El *Supervisor de Obras* puede establecer la frecuencia de toma de muestras de materiales para su ensayo, así como la inspección de los procesos de fabricación en planta, según se requiera.

En el caso que se encuentre previsto el curado a vapor del hormigón, deben respetarse los lineamientos establecidos en el *Reglamento CIRSOC 201:2005 Art. 5.10.6. Curado a vapor*.

Los elementos se deben almacenar en obra en su posición normal de trabajo, sobre apoyos de suficiente extensión y evitando el contacto con el terreno o con cualquier producto que pueda afectar su calidad o aspecto.

Las estructuras no deben presentar rebabas que sean indicio de pérdidas de mezcla cementicia, ni nidos de abeja u oquedades que dejen a la vista las armaduras. Tampoco se deben presentar superficies deslavadas o aristas descantilladas, señales de discontinuidad en el hormigonado, o armaduras visibles.

Salvo autorización del *Supervisor de Obra*, no se aceptan vigas con fisuras de más de una décima de milímetro (0,1 mm) de ancho, o con fisuras de retracción de más de dos centímetros (2 cm) de largo.

La comba lateral máxima, medida en forma de flecha horizontal, no debe ser superior al quinientosavo (1/500) de la longitud de la viga. La contraflecha bajo la acción del peso propio, medida en la viga en condiciones normales de apoyo, no debe ser superior al trescientosavo (1/300) de la luz para vigas de hasta diez metros (10 m), y al quinientosavo (1/500) para luces mayores.

El *Supervisor de Obra* puede solicitar la verificación de las características mecánicas y, en particular, del módulo de flecha, momentos de fisuración y rotura y esfuerzo de corte a rotura, sobre un cierto número de vigas.

Salvo indicación contraria, se deben seguir las indicaciones de los documentos normativos de la Tabla N°21:

Tabla N°21 – REQUISITOS PARA ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN	
Elemento prefabricado	Norma de aplicación
Productos prefabricados de hormigón para puentes	UNE- EN 15050
Pre losas para sistemas de forjados	UNE- EN 13747
Losas huecas pretensadas	IRAM 11712
	UNE- EN 1178

Tabla N°21 – REQUISITOS PARA ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

Viguetas prefabricadas de hormigón pretensado	IRAM 11600 IRAM 11633 UNE -EN 15037 1-2
Losetas aglomeradas con cemento	IRAM 11563
Forjados prefabricados de hormigón	IRAM 1554-1 IRAM 1554-2
Caños de hormigón pretensado sin cilindro de acero	IRAM 11519
Caños y piezas de conexión para obras de desagüe pluvial y cloacal	IRAM 11513
Caños de hormigón armado no pretensado (conducción de líquidos sin presión)	IRAM 11503 UNE -EN 1916
Barreras de contención	UNE- EN 135112
Elementos prefabricados para muros de contención	UNE- EN 15258 UNE- EN 14992
Mástiles y postes	UNE- EN 12843
Elementos prefabricados de cimentación	UNE- EN 12794 UNE- EN 14991
Columnas y básculos de hormigón armado y pretensado	UNE- EN 40-5
Cordones prefabricados de hormigón	UNE -EN 1340
Barreras sónicas de hormigón	IRAM 11713 IRAM 11715- 1 IRAM 11715- 2 IRAM 11715- 3
Caños de hormigón armado con malla soldada doblada o en espiral, no presentados (conducción de líquidos sin presión)	IRAM 11629
Mampostería de bloques de hormigón	IRAM 11556 IRAM 11561-1 IRAM 11561-2 IRAM 11651-3 IRAM 11651-4
Adoquines de hormigón para pavimentos intertrabados	IRAM 11656 IRAM 11657
Cámaras de inspección prefabricadas	IRAM 11515 UNE -EN 1917

Tabla N°21 – REQUISITOS PARA ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

Mobiliario Urbano	IRAM 10720
-------------------	------------

5.10.1. Traslado y montaje de las vigas pretensadas

El *Contratista* debe presentar un plan de montaje, en el que se indiquen las tareas a realizar para la colocación definitiva de las vigas, del sistema y forma de transporte e izado de las vigas con su correspondiente cálculo de verificación, los equipos necesarios que se utilicen, como así también sus características técnicas y todo otro elemento de referencia que permita el control del proceso.

El plan de montaje debe ser aprobado por el *Supervisor de Obra*, por lo que se debe presentar a la misma, con la anticipación necesaria a la iniciación de los trabajos respectivos. El *Contratista* es el único responsable si al realizarse dichas tareas, se produjeran averías o deformaciones en las estructuras u obras ejecutadas, deterioros en las vigas durante el proceso de izado, y es a su exclusivo cargo la reparación o reconstrucción de tales daños.

El *Supervisor de Obras* se reserva el derecho de rechazar aquellas vigas prefabricadas que no satisfagan los requisitos antes mencionados o presenten defectos o anomalías visibles. Asimismo, puede requerir con cargo para el *Contratista*, la realización de ensayos de carga a rotura o no, según determine el *Supervisor de Obras* en aquellas vigas pretensadas que ofrezcan dudas en cuanto a su ejecución.

El tiempo entre el colado del hormigón y el montaje de las vigas debe ser dentro de un plazo aproximado de treinta y cinco (35) días.

6. REQUERIMIENTOS CONSTRUCTIVOS

6.1. Consideraciones generales

El hormigón debe ser compactado durante su colado utilizando vibradores mecánicos de inmersión de alta frecuencia, en número y potencia adecuados a la obra. El vibrado se debe efectuar de tal manera que no produzca segregación de los materiales. Durante el vibrado se debe evitar la aplicación de la cabeza del vibrador sobre los elementos metálicos que componen la armadura.

Se pueden emplear vibradores de superficie cuando se trate de espesores delgados, inferiores a los veinte (20) cm.

En lugares de difícil colocación y donde no llegue la acción de los vibradores mecánicos, la compactación del hormigón debe ser complementada con vibración manual.

Debe evitarse el llenado de los encofrados con caída libre del material desde alturas mayores a un y medio (1,50) metros. La aprobación de los métodos a adoptar en este caso para el colado del hormigón está sujeta a la aprobación del *Supervisor de Obras*.

El método y los detalles utilizados para el curado de los elementos de hormigón, deben someterse a la aprobación del *Supervisor de Obras*.

6.2. Equipos de obra

6.2.1. 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°22*.

Tabla N°22 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS SILOS DEL CEMENTO Y DE LAS ADICIONES MINERALES	
Características	Requisitos
Silos de almacenamiento	<p>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.</p> <p>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.</p>
Bolsas	<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 15 cm. La altura del acopio debe ser igual o menor que diez (10) bolsas.</p>

6.2.2. Planta

6.2.2.1. Planta dosificadora

Las plantas dosificadoras de hormigón se deben ajustar a los requisitos que se establecen en la *Tabla N°23*.

Tabla N°23 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LAS PLANTAS DOSIFICADORAS DE HORMIGÓN	
Características	Requisitos
Capacidad de producción	En función del plan de trabajo.
Alimentación de agregados	La planta debe contar con una cantidad de silos de dosificación en frío al menos igual al número de fracciones de los agregados que componen la <i>Fórmula de Obra</i> 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> .

6.2.2.2. Planta dosificadora y elaboradora

Las plantas dosificadoras y elaboradoras de hormigón se deben ajustar a los requisitos que se establecen en la *Tabla N°23* y en la *Tabla N°24*.

Tabla N°24 – 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 <i>Fórmula de Obra</i> , 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

	<p>de características homogéneas.</p> <p>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.</p>
--	--

6.2.3. 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°25*.

Tabla N°25 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS ELEMENTOS DE TRANSPORTE DE HORMIGÓN ELABORADO	
Características	Requisitos
Capacidad de transporte	El número y capacidad de los camiones debe ser acorde al volumen de producción de la planta, de modo de no condicionar o interrumpir el proceso de dosificación, elaboración y colocación.
Camiones sin dispositivos mezcladores ni de agitación	Los vehículos de transporte deben tener cajas metálicas, lisas, estancas con aristas y vértices redondeados, y deben estar provistos de puertas estancas que permitan la descarga controlada del hormigón. Asimismo, deben estar provistos de los medios o cubiertas necesarias para proteger al hormigón contra las acciones climáticas y contra toda posibilidad de contaminación con sustancias extrañas.
Camiones motohormigoneros 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.

6.2.4. Moldes

Los moldes para los encofrados de las losas de hormigón deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°26*.

Tabla N°26 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS MOLDES PARA LOS ENCOFRADOS DE LAS LOSAS DE HORMIGÓN	
Característica	Requisitos
Cantidad	La cantidad y tipo de moldes debe ser acorde al tamaño y forma de las losas a ejecutar y al volumen de producción de la planta, de modo de no frenar el proceso de dosificación, elaboración y colocación.
Tamaño y Tolerancias	<ul style="list-style-type: none"> 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, 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.
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.

6.2.5. 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).

Los vibradores deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°27*.

Tabla N°27 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS VIBRADORES	
Característica	Requisitos
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.

6.2.6. Equipos para la distribución del compuesto de curado

6.2.6.1. Equipos autopropulsados

Los equipos para la distribución de compuesto de curado deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N° 28*.

Tabla N° 28 – REQUISITOS QUE DEBEN CUMPLIR LOS EQUIPOS DE DISTRIBUCIÓN DEL COMPUESTO DE CURADO	
Característica	Requisitos
Equipos para la distribución del compuesto de curado	Los equipos utilizados en la distribución del compuesto de curado deben asegurar una distribución continua y uniforme de la película aplicada, así como la ausencia de zonas deficitarias en dotación. 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.

6.2.7. Equipos para el aserrado de juntas

Los equipos para el aserrado de juntas deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°29*.

Tabla N°29 – 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).

6.2.8. Equipos para el sellado de juntas

Los equipos para el sellado de juntas deben ajustarse a los requisitos indicados en la *Tabla N°30*.

Tabla N°30 – 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.

6.3. Ejecución de las obras

6.3.1. Proceso de elaboración del hormigón

6.3.1.1. 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.

6.3.1.2. 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.

6.3.1.3. 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.

6.3.2. 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*.

6.3.3. Protección y curado

6.3.3.1. 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.

6.3.3.2. 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.

6.3.3.2.1. 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 g/m²) ni superior a trescientos gramos por metro cuadrado (300 g/m²). Al aplicar el producto

sobre el hormigón, según la dosificación especificada, debe apreciarse visualmente la uniformidad de su distribución sobre la superficie y bordes.

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.

6.3.4. 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.

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 cajeado.

6.3.4.1. Sellado de juntas

Todas las juntas 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.

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. LIMITACIONES DE LA EJECUCIÓN

7.1. 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 la obra de arte de cualquier factor climático que pudiera afectar la calidad final, o suspender las tareas de colocación hasta que las condiciones climáticas mejoren.

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 de la obra de arte se debe detener con la antelación suficiente para que el acabado se pueda concluir con luz natural.

7.1.1. Limitación por tiempo frío

7.1.1.1. 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.

7.1.1.2. 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).

7.1.1.3. 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 (60) grados Celsius.

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

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 (5) grados Celsius o menor. Dichas operaciones no deben ser reiniciadas hasta que la temperatura ambiente a la sombra sea dos (2) grados Celsius y esté en ascenso.

Se debe suspender la puesta en obra siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho (48) horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los cero (0) grados Celsius.

Previo al hormigonado, se debe verificar que las armaduras, 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 (2) grados Celsius e inferior a dieciocho (18) grados Celsius.

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

7.1.1.4. Protección y curado

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°33*:

Tabla N°33 – TIEMPO MÍNIMO DE PERÍODO DE PROTECCIÓN

	Tipo de material cementante	Tiempo mínimo de protección
H° con aire intencionalmente incorporado	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
H° sin aire intencionalmente incorporado	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. Cuando sea necesario quitar estas coberturas para proceder al aserrado de las juntas, esto se debe realizar preferentemente con temperatura ambiente en ascenso, y en forma progresiva.

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.

7.1.2. Limitación por tiempo caluroso

7.1.2.1. 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.

7.1.2.2. 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).

7.1.2.3. 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.

7.1.2.4. Protección y curado

Es válido lo establecido en el Punto 7.3.8.2. *Métodos de curado*

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.

7.1.3. 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 superficie de hormigón que no haya alcanzado el fraguado inicial del hormigón, sin dañar el texturizado.

8. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD

8.1. 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, 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, parámetros y requisitos establecidos en el Anexo al Capítulo 14 del Reglamento CIRSOC 201 y Anexos, en su Edición de 2005.
- Ensayos y parámetros establecidos en el Capítulo 4 del Reglamento CIRSOC 201 y Anexos, en su Edición de 2005.
- 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 *Curriculum 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.

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.

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 Reglamento de aplicación 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 D-3244 para establecer el valor definitivo del parámetro considerado.

Para la determinación de puntos de muestreo, se debe emplear el sistema de muestreo aleatorio descrito en la Norma ASTM D-3665.

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.

8.2. Control de procedencia de los materiales

8.2.1. Control de procedencia de agregados

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 8.1 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.

8.2.2. 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 8.1 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.

8.2.3. 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 8.1 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.

8.2.4. 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 8.1 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.

8.2.5. 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 8.1 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.

8.2.6. Control de procedencia de las barras para armaduras y/o cables de pretensado

El *Contratista* es responsable de solicitar al proveedor de las barras para armaduras y/o cables de pretensado 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 8.1 Generalidades*:

- Referencia del remito de la partida.
- Denominación comercial del material provisto.
- Certificado o informe de calidad del material 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.

8.2.7. 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 8.1 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.

8.3. 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.

9. CRITERIOS Y CONTROL DE CONFORMIDAD DEL HORMIGÓN

Los criterios y control de conformidad del hormigón se establecen en el *Capítulo 4 del Reglamento CIRSOC 201 y Anexos, en su Edición de 2005*.

Cuando un pastón de hormigón fresco resulte no conforme, o no verifique la exigencia mínima del reglamento, no debe ser colocado en la estructura. En este caso, el pastón no recibe pago directo alguno y corre por cuenta del *Contratista* la reposición del mismo y la disposición final del material rechazado.

Cuando algún pastón o lote de hormigón colocado resulte no conforme, o no verifique la exigencia mínima del reglamento, debe ser rechazado. En este caso, corre por cuenta del *Contratista* la remediación de la situación, mediante la demolición y reemplazo del sector y, eventualmente, de elementos estructurales afectados (directa o indirectamente).

Siempre que no se comprometa la durabilidad de la estructura en cuestión, o estructuras aledañas, puede el *Contratista*, previa aprobación del *Supervisor de Obra*, remediar la situación mediante refuerzo de los elementos estructurales. En este caso el *Contratista* debe someter a la aprobación de la *Supervisor de Obra* el proyecto de refuerzo que se propone realizar, a los efectos de que la estructura pueda cumplir satisfactoriamente las funciones que le corresponden frente a las solicitudes en servicio, con el grado de seguridad previsto. El *Supervisor de Obra* puede, a su criterio aceptar o rechazar el refuerzo propuesto. Una vez ejecutado el refuerzo, se debe realizar una prueba de carga directa de la zona o elemento reforzado, si esta arroja resultados satisfactorios la zona o elemento cuestionado se considera conforme. En caso contrario el *Contratista* debe proceder a la demolición y reconstrucción del elemento o zona afectada, de acuerdo con las condiciones y planos del proyecto original (previo refuerzo).

Todos los gastos que se originen como consecuencia de cualquiera de las alternativas indicadas corren por cuenta del *Contratista*, incluyendo las correspondientes a la protección, reparación, demolición y reconstrucción de las obras o estructuras existentes o ejecutadas que resulten o puedan resultar afectadas por los trabajos a ejecutar o ejecutados. Se incluye también el transporte y depósito fuera de la zona de la obra al lugar que indique el Supervisor de Obra, los materiales o escombros resultantes de la demolición.

10. MEDICIÓN

La elaboración y colocación de hormigón considerado en el presente documento se mide en metros cúbicos (m^3) compactados ejecutados. Los valores surgen de los volúmenes establecidos para las estructuras en los documentos del proyecto. Cuando en el volumen de hormigón de la estructura queden incluidos pilotes (considerando los mismos a partir de la cota inferior de los cabezales), u elementos (como ser anclajes, etc.) que desplacen volúmenes de hormigón mayores al cinco (5%) por ciento del volumen de la estructura ejecutada, dichos volúmenes deben ser descontados del volumen bruto determinado (no se consideran para ello los volúmenes ocupados por armaduras).

La provisión y colocación de las armaduras, mallas de acero y/o cables de pretensado consideradas en el presente documento se paga por tonelada, para cada tipo de material (tipo de acero, diámetro, conformación del cable, etc.). Los valores surgen de considerar el volumen de cada elemento (a partir del diámetro teórico y longitud adoptada para cada elemento en los documentos del proyecto), por el peso específico del material (salvo debida justificación del proveedor o del *Supervisor de Obra*, se debe adoptar para el acero una densidad de $7850 \text{ kg}/m^3$).

PLIEGO BORRADOR- NO APTO CONSTRUCCIÓN

11. FORMA DE PAGO

La elaboración y colocación del hormigón se paga por metro cúbico terminado, medida en la forma establecida en el *Punto 8. Medición*, a los precios unitarios de contrato para los ítems respectivos.

La provisión y colocación de las armaduras, mallas de acero y/o cables de pretensado se paga por tonelada, medida en la forma establecida en el *Punto 8. 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 armadura.
- La provisión, carga, transporte, descarga y acopio de los cables para pretensado.
- 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 las armaduras y/o de mallas de acero), compactación, curado, protección y, eventualmente, aserrado del hormigón.
- Eventualmente, los procesos involucrados en el pretensado.
- 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 costos asociados a la remediación de pastones y/o lotes rechazados (incluyendo los costos de demolición y remediación asociados a ellos).