



**EMPRESA DE TRANSPORTE DE PASAJEROS  
METRO S. A.  
DIVISIÓN DE PROYECTOS**

**INGENIERÍA DE DETALLE  
ACOMETIDA DE ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA LÍNEA 7 S/E CERRO NAVIA  
METRO DE SANTIAGO**

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA GENERAL DE OBRAS CIVILES**

**L7 – C0703 – 2**

0	20-12-2021	Construcción	RPE	CPC	RPE	CPC	CGV	
B	24-11-2021	Revisión	RPE	CPC	RPE	CPC	CGV	
A	18-11-2021	Revisión Interna	RPE	CPC	RPE	CPC	CGV	
REV N°	FECHA	EMITIDO PARA	PREP	REV	J. ESP	J. PROY	J. PROY	METRO S.A.
N° DOCUMENTO METRO S.A.		L7-C07032-ID-S01-2ES-ETG-0001					APROBADO POR	
N° DOCUMENTO E. COLABORADORA							Rev. 0	



Este documento es propiedad de METRO S.A.

Código Template DPE200-00-6C4-FOR-0018 Rev. 3 del 21/06/2019

Se prohíbe su reproducción y exhibición, sin el consentimiento de METRO S.A.

El Documento, una vez impreso, se considera una copia NO CONTROLADA y puede estar obsoleta

Consulte la revisión actual en Departamento de Procesos y Calidad

**APROBACIONES**

<b>INGENIERÍA CDZ LIMITADA</b>		<b>FIRMAS</b>	<b>FECHA</b>
<b>PREPARADO POR</b>	Rodrigo Páez E.		<b>20-12-2021</b>
<b>REVISADO POR</b>	Carola Páez C.		<b>20-12-2021</b>
<b>APROBADO POR</b>	Carola Páez C.		<b>20-12-2021</b>

<b>DIVISIÓN DE PROYECTOS</b>		<b>FIRMAS</b>	<b>FECHA</b>
<b>APROBADO POR</b>	Cristian González		

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO.....</b>	<b>3</b>
<b>CONTROL DE CAMBIOS.....</b>	<b>7</b>
<b>1. GENERAL.....</b>	<b>8</b>
1.1. Introducción.....	8
1.2. Alcance.....	8
1.3. Definiciones .....	9
1.4. Sustitución de Materiales y Equipos .....	9
1.5. Procedimiento en el Uso de Materiales y Equipos.....	9
1.6. Prioridad en Caso de Contradicciones .....	10
1.7. Mantenimiento al Día de la Información .....	10
1.8. Cumplimiento de las Tolerancias y de los Requisitos de Calidad .....	10
1.9. Tolerancias de Ejecución de Obra.....	10
1.9.1. Replanteo de Ejes .....	10
1.9.2. Tolerancias de Hormigones en Obra Gruesa.....	11
1.9.2.1. Terminación Tipo T1.....	11
1.9.2.2. Terminación Tipo T2.....	11
1.9.2.3. Terminación Tipo T3.....	11
1.9.2.4. Terminación Tipo T4.....	11
1.9.3. Tolerancias Verticalidad y Horizontalidad .....	12
1.10. Replanteo.....	12
<b>2. INSTALACIÓN DE FAENAS Y PROGRAMACIÓN DE ÁREAS.....</b>	<b>13</b>
2.1. Instalación de Faenas Propias del Contratista .....	13
2.1.1. Responsabilidad de Costo de las Instalaciones .....	13
2.2. Normas y Reglamentos.....	13
2.2.1. Reglamentos.....	13
2.2.2. Normas.....	14
2.2.3. Prescripciones Mínimas de Prevención de Riesgos .....	14
2.3. Cierros .....	14
2.4. Mantención y Retiro de las Instalaciones .....	15
2.4.1. Mantención de la Instalación de Faenas .....	15
2.4.2. Retiro de las Instalaciones.....	15
2.4.3. Entrega de las Obras .....	15
2.5. Organización de las Obras.....	15
2.6. Protección del Medio Ambiente.....	16
2.6.1. Ruidos.....	16
2.6.2. Instalaciones para el Personal.....	17
2.6.3. Demoliciones.....	17
2.6.4. Doblado o Estirado de Fierro.....	17

2.6.5.	Excavaciones y Rellenos .....	17
2.6.6.	Corte de Materiales.....	17
2.6.7.	Almacenamiento .....	18
<b>3.</b>	<b>PRESCRIPCIONES MÍNIMAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS.....</b>	<b>18</b>
3.1.	Seguridad de la Obra y Cumplimiento de Disposiciones legales.....	18
3.2.	Elementos de protección personal .....	19
3.2.1.	Cascos de Seguridad .....	19
3.2.2.	Zapatos de Seguridad.....	20
3.2.2.1.	<i>Zapatos de Seguridad para Uso Mecánico .....</i>	<i>20</i>
3.2.2.2.	<i>Zapatos de Seguridad para Uso Eléctrico.....</i>	<i>20</i>
3.2.2.3.	<i>Botas de Goma (Concreteras).....</i>	<i>20</i>
3.2.2.4.	<i>Polainas de Cuero.....</i>	<i>20</i>
3.2.3.	Guantes.....	21
3.2.3.1.	<i>Guante de Descarne Curtido al cromo (Tipo A).....</i>	<i>21</i>
3.2.3.2.	<i>Guantes de neopreno (Tipo B).....</i>	<i>21</i>
3.2.3.3.	<i>Guantes de Uso eléctrico.....</i>	<i>21</i>
3.2.4.	Delantal de Cuero (Coletto) .....	21
3.2.5.	Antiparras Plásticas o de Rejilla Metálica .....	21
3.2.6.	Protección facial .....	22
3.2.6.1.	<i>Protector Facial (Máscara de Plástico) .....</i>	<i>22</i>
3.2.6.2.	<i>Elementos de protección Respiratoria .....</i>	<i>22</i>
3.2.6.3.	<i>Máscara con Lente de protección (Caso de Soldador).....</i>	<i>22</i>
3.2.6.4.	<i>Anteojos con copa o Anteojea .....</i>	<i>22</i>
3.2.6.5.	<i>Protectores de oídos, Tapones auriculares u Orejas Tipo Fono.....</i>	<i>23</i>
3.2.7.	Cinturón de seguridad .....	23
3.3.	Superficies de trabajo .....	23
3.3.1.	Andamios .....	23
3.3.1.1.	<i>Elementos Estructurales.....</i>	<i>23</i>
3.3.1.2.	<i>Plataforma.....</i>	<i>24</i>
3.3.1.3.	<i>Armado y Desarmado.....</i>	<i>24</i>
3.3.1.4.	<i>Postes .....</i>	<i>24</i>
3.3.2.	Rampas, Pasarelas, Puentes, Plataformas sobre Caballetes.....	25
3.3.3.	Zonas de Trabajo .....	25
3.4.	Protección de Máquinas y Equipos .....	25
3.5.	Letreros de Seguridad .....	25
3.5.1.	Letreros de Peligro .....	26
3.5.2.	Letreros de Precaución .....	26
3.5.3.	Letreros Direccionales.....	26
3.6.	Orden y Limpieza.....	26
3.7.	Transporte de Personal .....	26
3.8.	Transporte de Materiales.....	27

<b>4.</b>	<b>HORMIGONES Y MOLDAJES.....</b>	<b>27</b>
4.1.	Alcance.....	27
4.2.	Normas .....	28
4.2.1.	Cemento .....	28
4.2.2.	Áridos.....	28
4.2.3.	Hormigón.....	29
4.2.4.	NORMAS EXTRANJERAS .....	30
4.3.	Materiales .....	31
4.3.1.	Cemento .....	31
4.3.2.	Agua .....	31
4.3.3.	Agregados Pétreos.....	31
4.3.4.	Control de los Áridos.....	31
4.3.4.1.	<i>Tamaños Máximos .....</i>	<i>32</i>
4.4.	Aditivos y Adhesivos .....	32
4.5.	Hormigón.....	33
4.5.1.	Clases de Hormigón .....	33
4.5.2.	Dosificación y Fabricación .....	33
4.5.2.1.	<i>Dosificación.....</i>	<i>34</i>
4.5.2.2.	<i>Correcciones a la Dosificación .....</i>	<i>34</i>
4.5.2.3.	<i>Controles en la Planta de Hormigón.....</i>	<i>34</i>
4.5.3.	Mezclado.....	35
4.5.4.	Autorización para Hormigonar.....	36
4.5.5.	Juntas en el Hormigón.....	37
4.5.5.1.	<i>Juntas de Hormigonado .....</i>	<i>37</i>
4.5.5.2.	<i>Juntas de Construcción .....</i>	<i>38</i>
4.5.5.3.	<i>Juntas de Expansión Longitudinal (Dilatación).....</i>	<i>39</i>
4.5.5.4.	<i>Juntas de Retracción .....</i>	<i>40</i>
4.5.6.	Transporte, Colocación en Obra, Ensayos y Curado del Hormigón .....	40
4.5.6.1.	<i>Transporte.....</i>	<i>40</i>
4.5.6.2.	<i>Colocación del Hormigón .....</i>	<i>42</i>
4.5.6.3.	<i>Vibrado .....</i>	<i>45</i>
4.5.6.4.	<i>Control de Hormigón.....</i>	<i>46</i>
4.5.6.5.	<i>Curado y Protección.....</i>	<i>50</i>
4.5.7.	Reparación de Desperfectos de Hormigonado .....	51
4.5.7.1.	<i>Reparaciones por Reemplazo de Hormigón.....</i>	<i>52</i>
4.5.7.2.	<i>Reparaciones Mediante Mortero Seco .....</i>	<i>52</i>
4.5.7.3.	<i>Mortero Epóxico.....</i>	<i>52</i>
4.5.7.4.	<i>Inyecciones .....</i>	<i>52</i>
4.6.	Moldajes.....	53
4.6.1.	Diseño.....	53
4.6.2.	Ejecución .....	54
4.6.3.	Retiro de Moldajes .....	55

---

4.7.	Terminación Superficial del Hormigón .....	57
4.8.	Insertos .....	58
4.9.	Inspección de Hormigones y Moldajes .....	59
4.10.	Tolerancias de Ejecución de hormigones Estructurales .....	60
<b>5.</b>	<b>ENFIERRADURAS .....</b>	<b>61</b>
5.1.	Disposiciones Generales .....	61
5.2.	Normas .....	61
5.3.	Materiales .....	62
5.4.	Preparación de las Armaduras.....	62
5.5.	Colocación de las Armaduras .....	63
5.5.1.	Ganchos, Anclajes y Traslapos .....	65
5.6.	Protección de las Enfierraduras.....	65
5.7.	Mallas Soldadas.....	65
5.8.	Inspección.....	65
<b>6.</b>	<b>IMPERMEABILIZACIONES .....</b>	<b>66</b>
6.1.	Generalidades .....	66
6.2.	Inspección.....	66
6.3.	Especificaciones Generales .....	66
6.3.1.	Preparación de la Base.....	66
6.3.2.	Protección del Sistema de Impermeabilización Colocado .....	67
6.3.3.	Responsabilidad .....	67
6.4.	Impermeabilización Tipo "A". Cara exterior de muros perimetrales en subterráneo.....	67
6.4.1.	Preparación de la Base.....	67
6.4.2.	Imprimación .....	68
6.4.3.	Impermeabilización.....	68
6.5.	Impermeabilización Cubierta Edificio 20kV.....	68

---

**CONTROL DE CAMBIOS**

Rev.	Punto	Título	Modificación Realizada

## **1. GENERAL**

### **1.1. Introducción**

Para dotar del suministro eléctrico que requiere la Línea 7 para su funcionamiento, Metro S.A., ha determinado que la fuente de alimentación será desde el futuro "Edificio de Tableros 20 kV", que se ubicará al interior de la actual Subestación Eléctrica (S/E) Cerro Navia, en la comuna del mismo nombre. Esta S/E, de propiedad de Transelec, cuenta con disponibilidad eléctrica y de espacio para materializar las nuevas obras que se requieren para este fin. Estas obras son:

- Línea aérea en AT 220 kV desde uno de los paños existentes de la S/E
- 2 Transformadores de 80 MVA 220 kV/20kV; línea soterrada en MT 20 kV; Edificio de Tableros 20 kV
- Banco de Ductos
- Pique Liner y Túnel Liner hasta el túnel interestación de la Línea 7 bajo la calle Mapocho, a un costado de la S/E.

Metro S.A. ha encargado a Ingeniería CDZ, el desarrollo de este proyecto denominado "Acometida de Alimentación Eléctrica Línea 7 S/E Cerro Navia".

### **1.2. Alcance**

Los trabajos siguientes quedan cubiertos por la presente especificación:

- Obras asociadas a las instalaciones de faenas.
- Materiales y equipos utilizados en la mezcla, colocación, terminación y curado de todas las obras de hormigón.
- Suministro, preparación y colocación de las barras de refuerzo para estructuras de hormigón armado.
- Suministro e instalación de insertos.
- Descripción de prevención de riesgos.
- Impermeabilizaciones.



### **1.3. Definiciones**

- **MANDANTE:** Empresa dueña del proyecto, la cual faculta por medio de un contrato a terceras empresas de proyectista y contratista, para el diseño y ejecución del proyecto.
- **PROYECTISTA:** Empresa encargada de proyectar las estructuras y desarrolla los planos de diseño y otros documentos necesarios para la construcción. Es el responsable del diseño de la obra.
- **CONTRATISTA:** Empresa que por encargo del mandante desarrolla el proyecto de construcción. Es el responsable de la construcción de la obra.
- **INSPECCIÓN TÉCNICA DE OBRA (I.T.O):** Se entiende por Inspección o I.T.O. como el representante autorizado del mandante, quien fiscalizará en terreno la ejecución de lo señalado en planos y especificaciones, y la correcta ejecución de los trabajos.

### **1.4. Sustitución de Materiales y Equipos**

Las marcas específicas de equipos y/o materiales que se indican en las presentes especificaciones son sólo para indicar una calidad aceptable de los mismos. Materiales o equipos de calidad equivalente de otros fabricantes podrán emplearse previa aprobación por escrito de la ITO. Será de cargo y responsabilidad del CONTRATISTA la comprobación de la equivalencia de calidad cuando ésta le sea requerida.

### **1.5. Procedimiento en el Uso de Materiales y Equipos**

La responsabilidad sobre la instalación, uso de materiales o equipos a ser utilizados o incorporados a la Obra, es del CONTRATISTA. Con el objeto de asegurar resultados adecuados se recomienda seguir las Especificaciones Técnicas de los respectivos fabricantes.

En caso de presentarse una contradicción entre dichas recomendaciones o entre los procedimientos que usualmente son aplicados por el CONTRATISTA y aquellos que taxativamente exige el Proyecto, el CONTRATISTA deberá requerir a través de la ITO una decisión de parte del PROYECTISTA. Se entiende por especificaciones o recomendaciones del Proyecto, aquellas contenidas en los planos y en las presentes Especificaciones Generales.

Toda autorización para modificar dichas especificaciones del Proyecto deberá quedar registrada por escrito y ser consignada en fecha anterior a su aplicación.

## **1.6. Prioridad en Caso de Contradicciones**

Las Obras se ejecutarán de acuerdo a los planos y especificaciones. Cuando exista discrepancia entre los documentos del Contrato, se deberá consultar a la ITO con la debida anticipación previo al comienzo de los trabajos.

En general en los planos, las cotas primarán sobre los dibujos y las notas y detalles incorporados a dichos planos sobre las Especificaciones Técnicas.

## **1.7. Mantenimiento al Día de la Información**

Será responsabilidad del CONTRATISTA el mantener en conocimiento y a disposición de su personal en la faena, toda la información correspondiente al Proyecto que esté ejecutando.

El CONTRATISTA no podrá excusar errores u omisiones en el desconocimiento por parte de su personal de antecedentes, planos o especificaciones que le hubieran sido oficialmente entregados por la ITO.

## **1.8. Cumplimiento de las Tolerancias y de los Requisitos de Calidad**

La ITO podrá ordenar la reparación o demolición de aquellas Obras que no cumplan con las tolerancias de ejecución y/o los requisitos de calidad establecidos en estas especificaciones. Tales reparaciones o demoliciones serán por cuenta exclusiva del CONTRATISTA, sin que puedan dar lugar a indemnización y/o cambios en el plazo del Contrato.

## **1.9. Tolerancias de Ejecución de Obra**

### **1.9.1. Replanteo de Ejes**

Para la ubicación espacial de las obras, los planos del proyecto contienen ejes de trazado. La materialización de estos ejes será hecha por el CONTRATISTA y verificada por la ITO. La conservación de dichos ejes y reposición de los que puedan sufrir alteraciones, serán de cargo del CONTRATISTA. La aprobación de la ITO no libera al CONTRATISTA de su propia responsabilidad en la implantación correcta de las Obras.

Los planos de trazado en planta que forman parte de la documentación del proyecto, reúnen toda la información referente a la implantación de cada obra. Una vez construidas, los ejes de cada obra deberán estar ubicados en el exacto lugar que les corresponde con respecto a los planos generales de trazado, con una tolerancia de  $\pm 0,5$  cm.

### **1.9.2. Tolerancias de Hormigones en Obra Gruesa**

Se definen cuatro tipos de terminaciones de hormigones, de acuerdo a su ubicación en la Obra. A cada uno de estos tipos corresponde una tolerancia específica.

#### **1.9.2.1. Terminación Tipo T1**

Corresponde a superficies en las que no es objetable la rugosidad. Pertenecen a este tipo las superficies que serán posteriormente cubiertas por relleno o mortero. No se permiten irregularidades abruptas mayores de 2,5 cm.

#### **1.9.2.2. Terminación Tipo T2**

Corresponde a superficies expuestas a los usuarios de las edificaciones. Pertenecen a este grupo las superficies de hormigón a la vista como fondos de losa, muros interiores a la vista, vigas en general, columnas, radier, etc.

No se aceptan irregularidades abruptas mayores de 0,6 cm ni irregularidades graduales mayores de 1,5 cm medidas con regla de 1,5 m de longitud.

#### **1.9.2.3. Terminación Tipo T3**

Corresponde a superficies expuestas al examen del público, en que la apariencia es de gran importancia. Pertenecen a este grupo los muros exteriores del edificio de tableros 20kV.

No se aceptarán irregularidades abruptas mayores que 0,3 cm o irregularidades progresivas mayores que 0,6 cm medidas con regla de 1,5 m. En todo caso los moldajes, en lo que se refiere a su diseño y grado de terminación, deberán ser previamente aprobados por la ITO conforme a planos y ETG de Arquitectura L7-C07032-ID-S01-2AR-ETG-001, en especial a lo que se refiere a modulación y ubicación de chivoles.

#### **1.9.2.4. Terminación Tipo T4**

Corresponde a superficies que deben quedar lisas y para las cuales no se aceptarán irregularidades abruptas mayores a 0,1 cm. Las irregularidades progresivas no podrán ser mayores de 0,3 cm medidas con regla de 1,5 m. Pertenecen a este grupo la superficie de losa de la Sala de Baterías, sobre la cual se aplicará sello antiácido según ETG de arquitectura L7-C07032-ID-S01-2AR-ETG-001. En caso de no cumplirse las tolerancias, las reparaciones o afinados necesarios, serán de cargo del CONTRATISTA.

### **1.9.3. Tolerancias Verticalidad y Horizontalidad**

La flecha máxima permitida a los moldajes en vigas y losas es de 1/1000 de la luz. Esta se medirá una vez vaciado el hormigón.

La verticalidad de los elementos será controlada con una tolerancia de 1 cm entre el nivel superior y el nivel inferior en un largo de 5m. En elementos horizontales se aceptará una variación progresiva de 0.5 cm en un largo de 5 m.

### **1.10. Replanteo**

El CONTRATISTA será responsable del replanteo, para ello, antes de comenzar los trabajos, se entregará la validación de la poligonal L7 coordenadas UTM Datum WGS-84 HUSO 19, para la correcta ubicación de las obras.

El replanteo deberá ser recibido por la ITO, a plena satisfacción, hecho del cual se dejará constancia oficial.

Esta recepción corresponde a una verificación de la geometría, metodología y elementos auxiliares empleados. La responsabilidad de la correcta implantación de las Obras, durante todo su desarrollo hasta su término, es del CONTRATISTA.

Una vez iniciados los trabajos, el CONTRATISTA deberá conservar o reponer los elementos que materializan el replanteo del proyecto, debiendo contar en las faenas con los instrumentos, personal auxiliar, topógrafos, alarifes, niveladores, etc., y todos los medios necesarios para la correcta ejecución de las Obras.

Si en el desarrollo de los trabajos se presentara algún error en la posición, niveles, dimensiones o alineación de las Obras, el CONTRATISTA deberá corregirlo a su cargo, a plena satisfacción de la ITO.

La comprobación de cualquier línea o nivel, por parte de la ITO, no liberará de modo alguno al CONTRATISTA de su responsabilidad por la exactitud de éstos.

## **2. INSTALACIÓN DE FAENAS Y PROGRAMACIÓN DE ÁREAS**

### **2.1. Instalación de Faenas Propias del Contratista**

El CONTRATISTA deberá presentar a la ITO, una vez entregado el terreno en las condiciones descritas en los documentos contractuales, un plano con el detalle de la disposición y ubicación de la instalación de faena principal y complementaria que empleará a su criterio en el desarrollo de las faenas.

Deberá considerar todos los recintos, equipamientos, servicios, sistemas de comunicación y sus consumos, etc. que estime necesarios para la adecuada ejecución de las Obras, cumpliendo con las disposiciones legales y normativas vigentes para este tipo de Obra y todas las exigencias indicadas en la Resolución de Calificación Ambiental RCA (Línea 7).

#### **2.1.1. Responsabilidad de Costo de las Instalaciones**

Todas las instalaciones de faenas serán diseñadas, construidas, operadas, mantenidas, re ubicadas por secuencias constructivas propias o del proyecto, desarmadas y retiradas por el propio CONTRATISTA bajo su responsabilidad, a su cargo y costo.

### **2.2. Normas y Reglamentos**

Para los materiales y métodos de trabajo a usar en las instalaciones de faenas, el CONTRATISTA será responsable de la aplicación de las Normas y Reglamentos que apliquen.

#### **2.2.1. Reglamentos**

<b>Título</b>
Ordenanza General de Construcciones.
Reglamento de instalaciones interiores de alumbrado y fuerza motriz.
Ordenanza General del Tránsito.
Normas de seguridad en la construcción y normas de instalación de faenas.
Resolución de calificación Ambiental (RCA Línea 7: Resolución exenta N°541/2021).

**2.2.2. Normas**

<b>Código</b>	<b>Título</b>
NCh 347	Construcción - Disposiciones de seguridad en demolición.
NCh 349	Construcción - Disposiciones de seguridad en excavación.
NCh 348	Cierros provisionales – Requisitos generales de seguridad.
NCh 351	Construcción – Escalas Portátiles.
NCh 388	Prevención y extinción de incendios en almacenamiento de materias inflamables y explosivos.
NCh 389	Sustancias peligrosas - Almacenamiento de sólidos, líquidos y gases inflamables. Medidas generales de seguridad.
NCh 350	Construcción – Seguridad - Instalaciones eléctricas provisionales.
NCh 436	Prevención de accidentes del trabajo – Disposiciones generales.

En todos los casos, se considera la última versión vigente a la fecha de emisión de este documento.

**2.2.3. Prescripciones Mínimas de Prevención de Riesgos**

El CONTRATISTA deberá considerar el cumplimiento de las prescripciones señaladas en el Capítulo 3 de las presentes Especificaciones.

**2.3. Cierros**

Antes de iniciar las roturas de pavimentos, excavaciones o cualquier faena, los frentes de trabajo deberán estar totalmente cercados separando las áreas públicas y privadas de las faenas.

El CONTRATISTA tiene la obligación de mantener cercados todos los frentes de trabajo, cualquiera sea el programa para abordar las Obras, durante todo el período de construcción. Solamente se permitirá el retiro de los cierros cuando el trabajo esté totalmente concluido y en el caso de calzadas, cuando estén listas para ser entregadas al tránsito.

Se utilizarán cierros opacos, aprobados por la ITO, formados por bastidores metálicos con revestimiento en fierro galvanizado o madera. Deberán tener una altura mínima de 4,75 m y características correspondientes, de acuerdo con las medidas indicadas para el componente ruido en la Resolución de Calificación Ambiental RCA (Resolución Exenta N°541/2021, Línea 7 Metro de Santiago) o de acuerdo con las exigencias de los resultados del estudio de ruido para

la tramitación de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) que está desarrollando Transelec para este Proyecto.

Estos cierros irán pintados, color verde. La pintura deberá mantenerse en buenas condiciones durante todo el período de duración de las faenas. Deberán repintarse todas las veces que sea necesario a cargo y costos del Contratista.

Deberán mantenerse permanentemente afianzados al terreno de manera de asegurar su estabilidad y seguridad. Deben quedar alineados.

Se deberán efectuar las reparaciones necesarias para mantener los cierros en buenas condiciones durante todo el período que duren las faenas.

## **2.4. Mantención y Retiro de las Instalaciones**

### **2.4.1. Mantención de la Instalación de Faenas**

La instalación de faenas deberá mantenerse en perfecto estado de conservación y presentación durante el período que dure la ejecución de las Obras.

La ITO podrá ordenar que se efectúen las reparaciones, repintado o limpieza, de modo de cumplir con lo señalado anteriormente, cuyo costo deberá considerar el CONTRATISTA en el estudio de los precios de los ítems correspondientes.

### **2.4.2. Retiro de las Instalaciones**

Al término de las Obras, el CONTRATISTA deberá desarmar y retirar toda instalación de faena (en el terreno) dejando totalmente restituidas las condiciones originales del lugar.

### **2.4.3. Entrega de las Obras**

Las Obras deberán entregarse limpias de todo material excedente y conforme a lo indicado en los respectivos planos y documentos del Contrato; los pisos de baldosas limpios; y las instalaciones provisionales, maquinarias y equipos retirados de lugar.

## **2.5. Organización de las Obras**

El CONTRATISTA deberá realizar las Obras ajustándose a plazos, para lo cual deberá trabajar en la modalidad y horarios indicados en las Bases Administrativas y según lo detallado en la Resolución de Calificación Ambiental RCA (Línea 7). Deberá cumplir además:

- No se permitirá durante la noche el empleo de máquinas de percusión como ser rompe pavimento, compactadoras neumáticas, etc.

- No se permitirá operar motores a explosión sin silenciadores a ninguna hora. Estos silenciadores por lo menos deben tener la misma eficiencia del que trae de fábrica. No obstante, la ITO podrá ordenar la suspensión de cualquier equipo que produzca un nivel de ruidos excesivamente molestos y ordenar su reemplazo por otro y obligar al CONTRATISTA a tomar las medidas necesarias para reducir el nivel de ruido.

Todo el equipo debe estar en óptimas condiciones de uso. La ITO deberá revisar todo el equipo a emplearse en la Obra con anterioridad a su uso en la misma. El rechazo de cualquier equipo por parte de la ITO no le dará derecho al CONTRATISTA a indemnizaciones o aumento de plazo alguno.

Para el transporte de materiales de gran volumen y/o peso, como ser armaduras para el hormigón, losetas prefabricadas, etc., el CONTRATISTA deberá emplear camiones especialmente adaptados con señalización especial. Dichos vehículos deberán ser descargados de inmediato al llegar a la obra mediante grúas adecuadas. Mediante una coordinación ordenada, el CONTRATISTA deberá evitar la acumulación de camiones en las proximidades de la Obra. No se permitirá el estacionamiento de camiones en espera de ser descargados en las inmediaciones de la Obra.

En todas las distintas faenas deberá tenerse especial cuidado en causar las menores alteraciones e inconvenientes posibles a terceros que sin estar directamente relacionado con la Obra, se vean afectados por ella.

## **2.6. Protección del Medio Ambiente**

Se deberá respetar la normativa de protección del medio ambiente, elaborada por la Cámara Chilena de la Construcción, lo detallado en la Resolución de Calificación Ambiental RCA (Línea7) y también la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) que está desarrollando Transelec para este Proyecto.

### **2.6.1. Ruidos**

La ejecución de actividades que signifiquen la emisión de ruidos que puedan traducirse en molestias a los vecinos deberán realizarse aplicando todas medidas que sean necesarias para disminuir al máximo estos ruidos y en horarios compatibles con el uso del suelo predominante en la zona, especificado en el Plan Regulador respectivo, cumpliendo la normativa vigente, lo descrito en la Resolución de Calificación Ambiental RCA y también la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) que está desarrollando Transelec para este Proyecto.



---

**2.6.2. Instalaciones para el Personal**

El CONTRATISTA proporcionará las condiciones necesarias para que los trabajadores puedan hacer sus colaciones en lugares dispuestos para tales fines (comedores y cocina) y adecuadas instalaciones sanitarias provisionales.

La evacuación de las aguas servidas de la Obra deberá hacerse a la red de alcantarillado en los casos en que ésta sea accesible; podrán emplearse como alternativa, baños químicos.

**2.6.3. Demoliciones**

Las demoliciones previas a la construcción, se realizarán evitando levantar polvo, recurriendo por ejemplo, a un regado oportuno y suficiente. Deberá cumplirse estrictamente con las disposiciones municipales existentes para este tipo de faenas

**2.6.4. Doblado o Estirado de Fierro**

En ningún caso se ejecutará la faena de doblado o estirado de fierro en la vía pública.

**2.6.5. Excavaciones y Rellenos**

Estas se realizarán evitando al máximo levantar polvo, usando agua en la medida que los requerimientos técnicos lo permitan.

Estas mismas precauciones deberán tomarse en el proceso de carga y descarga de los camiones que transportan materiales de relleno y retiran el material procedente de las excavaciones. Estos camiones deberán circular convenientemente cubiertos y su carga no deberá sobrepasar los niveles de la tolva o de los bordes de la carrocería. Se dispondrá de una zona de lavado de ruedas a la entrada de las instalaciones de faena.

**2.6.6. Corte de Materiales**

Las faenas de corte de materiales, que signifiquen emisión de ruidos molestos y producción de polvo, deberán ejecutarse en recintos aislados acústicamente y con sistemas que eviten el esparcimiento del polvo producido.

En el caso del uso de soldadoras eléctricas, deberá además contarse con instalaciones técnicamente adecuadas que eviten las bajas de voltaje en el vecindario.

### **2.6.7. Almacenamiento**

Los materiales combustibles, inflamables, tóxicos y corrosivos deberán almacenarse en lugares adaptados especialmente y separados del resto de los materiales, de acuerdo a la normativa y lo descrito en la Resolución de Calificación Ambiental RCA.

## **3. PRESCRIPCIONES MÍNIMAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS**

### **3.1. Seguridad de la Obra y Cumplimiento de Disposiciones legales**

El CONTRATISTA deberá tomar las precauciones necesarias para evitar que durante el desarrollo de la Obra se produzcan situaciones que pongan en riesgo la salud de las personas y la correcta ejecución de los trabajos.

Deberá poner especial cuidado para que no se produzcan:

- Ingreso de personas ajenas a las obras, no autorizadas, durante y fuera de las horas de faena.
- Filtraciones e inundaciones.
- Derrumbes y/o deslizamientos de suelos.
- Roturas y fugas de cañerías, agua potable, alcantarillado, gas, etc. Para esto deberá mantener una inspección permanente para detectar de inmediato fugas y dar aviso a las compañías correspondientes.
- Romper o tomar contacto con líneas eléctricas
- Incendios
- Mala ventilación de las áreas de trabajo.
- Accidentes de personal de sus trabajadores, visitas, Subcontratistas, personal de otros CONTRATISTAS, peatones, vehículos propios como de terceros.
- Instalaciones eléctricas y gas, defectuosos o que no cumplan con las leyes y regulaciones del S.E.C.
- Obstrucciones en la vía pública que interfieren la normal circulación de vehículos y personas.

El CONTRATISTA deberá considerar el cumplimiento obligatorio de todas las disposiciones legales vigentes sobre Prevención de Riesgos Laborales, y aquellas disposiciones propias de la Empresa Mandante, como son:

<b>Código</b>	<b>Título</b>
METRO S.A.	Reglamento de Seguridad para Empresas CONTRATISTAS (Gerencia de RRHH Administración de Riesgos, 2005).
Ley N° 16.744	Establece Normas sobre Accidentes del Trabajo y Enfermedades Profesionales (Diario Oficial N° 26957, del 1° de Febrero de 1968).
Dto. N° 40	Aprueba Reglamento sobre Prevención de Riesgos Profesionales (Diario Oficial N° 27288, del 7 de marzo de 1969).
Dto. N° 594	Aprueba Reglamento de Condiciones Sanitarias y Ambientales Mínimas en los lugares de trabajo. (Oficial del 29 de Abril de 2000, modificado por el decreto N°201 de 2001, del Ministerio de Salud).

Además, el CONTRATISTA deberá presentar a la ITO para su aprobación, los procedimientos de emergencia y/o contingencia en el caso de ocurrencia de incendios, sismos, inundaciones, derrumbes u otros.

### **3.2. Elementos de protección personal**

Será responsabilidad del CONTRATISTA dotar a su personal, cuando correspondiese, de los elementos de protección personal que a continuación se señalan; elementos que deberán cumplir con las especificaciones contenidas en las Normas Chilenas NCh 461, NCh 502, NCh 772, NCh 1284, NCh 1668, NCh 1258/2 y disposiciones legales vigentes.

#### **3.2.1. Cascos de Seguridad**

Este elemento de protección será de uso obligatorio para todo el personal de la OBRA, incluso visitas.

### **3.2.2. Zapatos de Seguridad**

#### **3.2.2.1. Zapatos de Seguridad para Uso Mecánico**

En general, el calzado con puntera reforzada (puntera de acero) será de uso obligatorio para todo el personal de la OBRA, incluso visitas, se deberá controlar su uso en especial en las siguientes faenas:

- Cualquier faena en que exista riesgo de lesión a los pies por caídas de material o por aplastamiento con materiales o equipos de gran peso.
- En operación de máquinas de transporte vertical u horizontal.
- En operaciones de manejo manual de materiales compactos de peso superior a 20 kg.
- En faenas con empleo de herramientas cortantes o de golpe tales como hachas, chuzos, mazos y combos.
- En faena de descimbre.

#### **3.2.2.2. Zapatos de Seguridad para Uso Eléctrico**

Este tipo de calzado podrá ser del tipo rebajado o de caña alta y no deberá estar constituido por elemento metálico alguno.

Uso obligado en:

- Todo trabajo que involucra riesgos eléctricos.

#### **3.2.2.3. Botas de Goma (Concreteras)**

Uso obligado en:

- Cualquier faena en que el trabajador esté expuesto a humedad excesiva.
- En trabajos de concretadura de losas o pavimentos.
- En manejo u operaciones de equipos para fabricación de hormigones.
- En excavaciones con agotamiento de agua.

#### **3.2.2.4. Polainas de Cuero**

Uso obligado en:

- Cualquier faena en que exista riesgo de lesión por quemadura a los pies.
- Trabajos de soldadura.
- Trabajos en que se manipule asfalto o productos similares en caliente.

- Trabajos de fragua.

### **3.2.3. Guantes**

#### **3.2.3.1. Guante de Descarne Curtido al cromo (Tipo A)**

Uso obligado en:

- En cualquier operación en que exista riesgo de lesiones a las manos por roce, golpes, contacto con cuerpos punzantes o cortantes, quemaduras, etc.
- Trabajos de excavación.
- Trabajos de enfierradura.
- Manejo de materiales.
- Trabajos de fragua.
- Trabajos con asfalto u otras sustancias en caliente.
- Trabajos de soldadura.
- Trabajos de Talleres.
- Operadores de máquinas.

#### **3.2.3.2. Guantes de neopreno (Tipo B)**

Uso obligado en:

- Operaciones en que existe riesgo de lesión a las manos por acción química o corrosiva.
- Trabajos con cal, yeso y ácidos.
- Trabajos de pulido de baldosas, mármoles o similares.

#### **3.2.3.3. Guantes de Uso eléctrico**

Uso obligado en todo trabajo que involucre riesgos eléctricos.

### **3.2.4. Delantal de Cuero (Coletto)**

Uso obligado en:

- Trabajos de soldadura.
- Trabajos de fragua.
- Transporte manual de materiales abrasivos.

### **3.2.5. Antiparras Plásticas o de Rejilla Metálica**

Uso obligado en:

- En toda faena que implique un riesgo de lesión a la vista por proyección de partículas.
- Trabajos de picado en general, manual o mecánico.
- Operadores de máquinas concreteras.
- En trabajos de hormigón inyectado o proyectado.
- Trabajos de fragua.

### **3.2.6. Protección facial**

#### **3.2.6.1. Protector Facial (Máscara de Plástico)**

Uso obligado en:

- Trabajos con sierra circular.
- Trabajos con discos abrasivos.
- Trabajos con esmeriles.
- En manejo de líquidos corrosivos o peligrosos.

#### **3.2.6.2. Elementos de protección Respiratoria**

Uso obligado en:

- Trabajos con gases y polvos contaminantes.
- Trabajos de saneamiento ambiental.
- Trabajos de proyección de shotcrete.

Serán máscaras con filtros simples o dobles dependiendo del tipo de ambiente para el cual se utilicen. No se aceptarán mascarillas de papel de uso antiséptico.

#### **3.2.6.3. Máscara con Lente de protección (Caso de Soldador)**

Uso obligado en:

- Trabajos de soldadura eléctrica.

#### **3.2.6.4. Anteojos con copa o Anteojera**

Uso obligado en:

- Trabajos de soldadura ligera al oxígeno.
- Trabajos como ayudante de soldador al arco.

### **3.2.6.5. *Protectores de oídos, Tapones auriculares u Orejas Tipo Fono***

Uso obligado en:

- Trabajos de perforación con equipo mecánico.
- Trabajo de chancado mecánico.
- Operación de equipos compresores y maquinaria pesada (retroexcavadoras, bulldozer, cargadores, etc.).
- En cualquier operación de máquinas en que existen riesgos de sordera profesional.

### **3.2.7. Cinturón de seguridad**

Se usará del tipo de cuero, algodón, nylon o dacrón.

Uso obligado en:

- Toda operación que signifique un riesgo de caída a desnivel, a menos que se encuentre protegida con otro dispositivo de seguridad.
- Construcción y desarme de andamios.
- Trabajos en borde de losas o superficies de trabajo desprotegidas.
- Operaciones con huinchas de brazo.
- Labores de limpieza o perforaciones en taludes o cortes de gran altura.
- Trabajos de demolición.
- Montajes de estructuras metálicas.
- Colocación de cubiertas.
- Trabajos de techumbres de pendientes pronunciadas.
- Trabajos en andamios colgantes.

## **3.3. Superficies de trabajo**

### **3.3.1. Andamios**

Su ejecución deberá cumplir con todos los requisitos estipulados en la Norma NCh 998 y deberán ser aprobados por la ITO.

#### **3.3.1.1. Elementos Estructurales**

Deberán ser acero o madera estructural. En caso de utilizarse madera, ésta deberá estar libre de nudos, putrefacción u otra deficiencia que disminuya su resistencia a las solicitaciones.

### **3.3.1.2. Plataforma**

El número de tablonces será tal que cubra toda la luz de los travesaños y deberán extenderse sobre los soportes extremos, de acuerdo a lo estipulado en las normas chilenas.

Estos tablonces se apoyarán, nivelarán y fijarán de manera que no se desplacen al ser utilizados, además deberán llevar una traba central de manera que funcionen solidariamente como una unidad (plataforma).

Todas las plataformas ubicadas a una altura igual o superior a 1,5 m, deberán contar en todos sus costados expuestos con barandas de protección, superior o intermedias, y con rodapiés.

Se prohíbe el uso de Pino Insigne o Pino Radiata para la construcción de plataformas, la existencia de uno o más tablonces aislados y sin amarras a modo de plataforma, y la instalación de caballetes sobre una plataforma.

### **3.3.1.3. Armado y Desarmado**

En estas etapas deberán considerarse las siguientes precauciones:

- Los andamios de varios niveles se armarán por etapas que no excederán de dos niveles.
- Cada etapa se armará cuando estén completamente armadas las etapas inferiores (elementos estructurales según Norma, plataformas sobre soportes, tacos de apoyo, barandas, rodapiés).
- En el desarme, cada etapa se desmontará sólo cuando esté desmontada totalmente la superior.
- El personal que labora en estas faenas deberá usar cinturón de seguridad cuya fijación será independiente del andamio mismo.
- Mientras se esté ejecutando el armado o desarmado del andamio o de alguna de sus etapas, éste deberá ser aislado y señalizado por medio de barreras y banderolas o letreros, con el objeto de evitar su uso o accidentes por caídas de materiales.

### **3.3.1.4. Postes**

Todos los postes adyacentes al muro se amarrarán a la construcción con alambre tortoleado, cada 3 m de altura.

No deberán ir separados a más de 3 m de distancia entre ejes.

Se apoyarán firmemente sobre una solera de madera, para repartir las cargas



En caso de pasar excavaciones bajo alguno de ellos, deberá reforzarse dicha solera (bajo el poste) con una pieza resistente horizontal que transmita las cargas a terreno firme.

El uso de cualquier andamio deberá ser autorizado por un profesional responsable, el que dejará constancia escrita de ello en el Libro de obra.

### **3.3.2. Rampas, Pasarelas, Puentes, Plataformas sobre Caballetes.**

Deberán estar conformados de acuerdo a la Norma NCh 998.

Se pueden exceptuar de llevar barandas y rodapiés las plataformas sobre caballetes de una altura menor a 1,50 m.

### **3.3.3. Zonas de Trabajo**

Toda zona en que se efectúen trabajos que involucren riesgos de accidentes, deberá delimitarse y señalizarse adecuadamente.

## **3.4. Protección de Máquinas y Equipos**

Será obligación del CONTRATISTA que la maquinaria utilizada en Obra cuente con protecciones adecuadas en:

- Transmisiones.
- Partes en movimiento.
- Puntos de operación.

Los controles de los equipos deberán instalarse al alcance del operador.

Se deberá efectuar una mantención rigurosa de sus partes constitutivas y accesorios de manera que el operador u otros trabajadores no queden expuestos a riesgos de accidentes por fallas de la maquinaria.

La operación de máquinas deberá ser efectuada únicamente por personal especializado para lo cual la empresa deberá emitir una autorización por escrito.

## **3.5. Letreros de Seguridad**

Estos letreros deberán ajustarse a las Normas NCh 1410.

Serán de uso obligado en toda faena o trabajo que involucre riesgos reales o potenciales de accidentes. Comprenderá letreros de peligro, letreros de precaución y letreros direccionales.

### **3.5.1. Letreros de Peligro**

Se utilizarán cuando existan riesgos inmediatos de accidentes.

Su composición será de preferencia horizontal, con un tamaño mínimo de 36 cm x 51 cm.

Uso obligado en trabajos de excavaciones, demoliciones, trabajos con alta tensión, etc.

### **3.5.2. Letreros de Precaución**

Se utilizarán cuando existan riesgos potenciales de accidentes. Su composición será de preferencia horizontal con un tamaño mínimo del letrero de 36 cm x 51 cm.

Uso obligado en trabajos de mantención y reparación de edificios, movimiento de materiales, vehiculares, etc.

### **3.5.3. Letreros Direccionales**

Se utilizarán para la indicación del tránsito peatonal y vehicular cuando las vías normales de circulación presenten peligros de accidentes o cuando se efectúen trabajos en dichas vías. El tamaño del letrero deberá ser igual o superior a 23 cm x 51 cm.

## **3.6. Orden y Limpieza**

Las zonas de tránsito normal y / o provisorias, tanto peatonal como vehicular, así como las salidas de emergencia deberán mantenerse expeditas, libres de elementos sobresalientes, tablas o despuntes con clavos, escombros, materiales en desuso, etc.

No se permitirá en los recintos de la Obra el almacenamiento de materiales en desuso, materiales sobrantes y materiales que han dejado de ser propios del trabajo que se realiza.

## **3.7. Transporte de Personal**

Todo vehículo empleado para el transporte de personal del CONTRATISTA, deberá cumplir con las condiciones de seguridad y comodidad estipuladas en la Ley de Tránsito y de las Resoluciones que el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones dicte al respecto.

Los vehículos motorizados de carga que se empleasen para el transporte de personal, deberán contar con la autorización de Carabineros de Chile, de acuerdo con la Ley Tránsito.

Queda estrictamente prohibido el transporte de personas en camiones tolva, colosos y otro tipo de maquinaria empleada en la construcción.

Queda estrictamente prohibida la utilización de equipos para transporte vertical de materiales como elementos para movilizar personal (grúas, huincha de plataforma y de brazo, torres concreteras, etc.).

### **3.8. Transporte de Materiales**

Todo vehículo empleado para el transporte de materiales (marina, elementos prefabricados, materiales para construcción, etc.), deberá cumplir con las condiciones de seguridad y comodidad estipuladas en la Ley de Tránsito y de las Resoluciones que el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones dicte al respecto.

Queda estrictamente prohibido el transporte de personas en los vehículos utilizados en el empleo de transporte de materiales.

## **4. HORMIGONES Y MOLDAJES**

### **4.1. Alcance**

Las presentes disposiciones establecen los requisitos que deben reunir los materiales integrantes del hormigón, las precauciones que debe tomarse para su almacenamiento, los procedimientos de preparación, transporte y colocación en obra del hormigón elaborado, y los tratamientos a que debe someterse la obra ejecutada.

Los siguientes ítems quedan cubiertos por la presente especificación:

- Materiales y equipos utilizados en la mezcla, colocación, terminación y curado de todas las Obras de hormigón.
- Suministro, preparación y colocación de las barras de refuerzo para estructuras de hormigón armado.
- Colocación de pernos de anclaje, conjuntos de anclaje y acero misceláneo que quedarán embebidos en el hormigón.
- Suministro y colocación de sellos de agua, camisas y otros que quedarán embebidos en el hormigón.
- Diseño, construcción y retiro de los moldajes necesarios para las Obras de hormigón.
- Suministro, preparación y colocación de barras de anclaje.
- Mortero de nivelación corriente y mortero de nivelación sin retracción.
- Inspección de hormigones y anclaje de barras.

## 4.2. Normas

La construcción debe efectuarse de acuerdo a las siguientes normas INN y Normas extranjeras:

### 4.2.1. Cemento

Código	Título
NCh 148	Cemento – Terminología. Clasificación y especificaciones generales.
NCh 158	Cemento – Ensayo de flexión compresión de morteros de cemento.
NCh 161	Cemento – Puzolana para uso en cementos. Especificaciones.
NCh 162	Cemento – Extracción de muestras.
NCh 642	Cemento – Envases – Especificaciones.
NCh 152	Cemento – Método de determinación del tiempo de fraguado.

En todos los casos, se considera la última versión vigente a la fecha de emisión de este documento.

### 4.2.2. Áridos

Código	Título
NCh 163	Áridos para morteros y hormigones Requisitos generales.
NCh 164	Áridos – Extracción y preparación de muestras.
NCh 165	Áridos – Tamizado y determinación de la granulometría.
NCh 166	Áridos – Determinación colorimétrica de la presencia de impurezas orgánicas en las arenas para hormigones.
NCh 1116	Áridos – Determinación de la densidad aparente.
NCh 1117	Áridos – Determinación de las densidades real y neta y la absorción de agua de las gravas.
NCh 1223	Áridos – Determinación del material fino, menor que 0,080 mm.
NCh 1239	Áridos – Determinación de las densidades real y neta y de la absorción de agua de las arenas.
NCh 1325	Áridos – Determinación del equivalente de arena.

NCh 1326	Áridos – Determinación de huecos.
NCh 1327	Áridos – Determinación de partículas desmenuzables.
NCh 1328	Áridos – Determinación de la desintegración – Método de los sulfatos.
NCh 1369	Áridos – Determinación del desgaste de gravas – Método de la máquina de Los Ángeles.
NCh 1444	Áridos para mortero y hormigones – Determinación de sales. Parte 1: Determinación de cloruros y sulfatos.
NCh 1511	Áridos para mortero y hormigones – Determinación del coeficiente volumétrico medio de las gravas.

En todos los casos, se considera la última versión vigente a la fecha de emisión de este documento.

#### **4.2.3. Hormigón**

<b>Código</b>	<b>Título</b>
NCh 170	Hormigón – Requisitos generales.
NCh 171	Hormigón – Extracción de muestras de hormigón fresco.
NCh 1017	Hormigón – Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción.
NCh 1019	Hormigón – Determinación de la docilidad – Método del asentamiento del cono de Abrams.
NCh 1037	Hormigón – Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas.
NCh 1038	Hormigón – Ensayo de tracción por flexión.
NCh 1170	Hormigón – Ensayo de tracción por hendimiento.
NCh 1172	Hormigón – Refrentado de probetas.
NCh 1498	Hormigón – Agua de amasado – Requisitos.
NCh 1443	Hormigón – Agua de amasado – Muestreo.

Código	Título
NCh 1564	Hormigón – Determinación de la densidad aparente, del rendimiento, del contenido de cemento y del contenido de aire del hormigón fresco.
NCh 1565	Hormigón – Determinación del índice esclerométrico.
NCh 1998	Hormigón – Evaluación Estadística de la resistencia mecánica.

En todos los casos, se considera la última versión vigente a la fecha de emisión de este documento.

#### **4.2.4. NORMAS EXTRANJERAS**

Los casos no considerados en estas Especificaciones se resolverán conforme a las prescripciones de los siguientes códigos y normas:

Código	Título
ACI 214	"Recommended Practice for Evaluation of Strength Test Results of Concrete".
ACI 301	Specification for Structural Concrete for Buildings.
ACI 311-4R	Guide for Concrete Inspection.
ACI 318	Building code Requirements for Reinforced Concrete.
ACI SP-2	Manual for Concrete Inspection-7ª Ed.
ACI 347R	Guide to formwork for Concrete.
ACI 305R	Hot Weather Concreting.
ACI 117	Standard Specifications for Tolerances for Concrete Construction and Materials.
ACI 211.1	Standard Practice for Normal, Heavy Weight and Mass Concrete.
ACI 304R	Recommended Guide for Measuring, Mixing, Transporting and Placing Concrete.
ACI 306R	Recommended Practice for Cold Weather Concreting.

<b>Código</b>	<b>Título</b>
ASTM C-42	Standard Test Method for Opening and testing drilled cores and sawed beams of concrete.
ASTM C192	Method of Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.

En todos los casos, se considera la última versión vigente a la fecha de emisión de este documento.

### **4.3. Materiales**

#### **4.3.1. Cemento**

Los cementos que se empleen para la confección de los hormigones deberán cumplir las estipulaciones de las Normas Chilenas correspondientes.

En caso de utilizarse un cemento de procedencia extranjera, el CONTRATISTA deberá certificar que cumple con las Normas Chilenas mediante ensayos en un laboratorio aprobado por la ITO o en su defecto, clasificarlos de acuerdo a la última versión vigente de las Normas ASTM. Adicionalmente el CONTRATISTA con el objeto evitar una posible reacción entre los álcalis del cemento y los agregados pétreos, deberá certificar que el contenido de álcalis del cemento expresado como Na 2O, determinado mediante análisis químicos realizados de acuerdo a la norma ASTM C 114, no excede de 0,6% o por su expansividad en el ensayo en barras de mortero estipulado en la norma ASTM C 227 es inferior a 0,1% a los seis meses.

#### **4.3.2. Agua**

En general, el agua de amasado del hormigón deberá ser potable según se especifica en las siguientes normas:

NCh 1498      Hormigón. Agua de amasado. Requisitos.

NCh 1443      Hormigón. Agua de amasado. Muestreo.

#### **4.3.3. Agregados Pétreos**

Los áridos utilizados para la confección del hormigón deberán cumplir las estipulaciones de las normas correspondientes.

#### **4.3.4. Control de los Áridos**

El control de áridos será efectuado por el proveedor, para lo cual el contratista debe entregar toda la información requerida, siendo responsable del cumplimiento de esta ETG. Para lo cual se deberá efectuar ensayos de los áridos en conformidad con las normas respectivas.

Estos ensayos incluirán como mínimo: granulometría, densidad aparente, densidad real y absorción de agua. La ITO determinará si es necesario efectuar ensayos adicionales de áridos de características diferentes a las habituales.

#### **4.3.4.1. Tamaños Máximos**

El tamaño (T máx.) de los áridos será establecido por cada parte de obra de acuerdo a lo siguiente:

<b>Dimensión Mínima de la Sección (cm)</b>	<b>T máx. (pulgadas)</b>
Hasta 15	$\frac{3}{4}$
16 a 30	1 $\frac{1}{2}$

*Tabla 1: Tamaño máximo de áridos*

El tamaño máximo además no deberá exceder de:

- 1/5 del espesor de los muros
- 1/3 del espesor de las losas
- 3/4 de la distancia libre entre armaduras

#### **4.4. Aditivos y Adhesivos**

La utilización genérica de un aditivo, ya sea plastificante, incorporador de aire, acelerador de fraguado del cemento u otro tipo cualquiera, será objeto de especificaciones especiales, notas en los planos y su uso, será informado a la ITO.

La calidad de los aditivos será objeto de un control periódico por parte de la ITO, deberá cumplir con la norma chilena, la cual determinará las variaciones de dosificación que estime necesarias o su eliminación si considera que el efecto esperado en el hormigón no se consigue o pudiera introducir consecuencias nocivas por su uso.

Los protectores de membrana de curado serán del tipo Antisol de SIKA o un equivalente aprobado por la ITO.



Los anclajes de armadura al hormigón existente se realizarán con adhesivos del tipo RE 500-V3 de Hilti o un equivalente aprobado por la ITO.

Para juntas entre hormigón existente y hormigón nuevo, se utilizará puente de adherencia tipo Sikadur 32 o equivalente técnico aprobado por la ITO.

## **4.5. Hormigón**

### **4.5.1. Clases de Hormigón**

Se establecen las siguientes clases de hormigones para ser utilizados en el proyecto:

a) Hormigón estructural de uso general

El hormigón será de grado G25, según NCh 170, de resistencia especificada a compresión a los 28 días en probeta cilíndrica,  $f'_c$ , igual a 250 kgf/cm<sup>2</sup>, el cual se usará en general en todos los elementos estructurales, incluidos elementos prefabricados.

El nivel de confianza aceptado será del 90% y la desviación típica máxima será de 40 kgf/cm<sup>2</sup>.

b) Hormigón pobre para emplantillados y rellenos

Este hormigón será grado G10, según NCh 170, de resistencia especificada a compresión a los 28 días en probeta cilíndrica,  $f'_c$ , igual a 100 kgf/cm<sup>2</sup>.

### **4.5.2. Dosificación y Fabricación**

El hormigón será confeccionado y suministrado por una central hormigonera, en ningún caso se confeccionará hormigón en una planta en obra, para lo cual los diseños para los distintos tipos de hormigón son realizados por el proveedor, según las necesidades de obra y los elementos a hormigonar, siendo responsabilidad única y exclusivamente del CONTRATISTA. Para lo cual, la proporción de cada uno de los componentes del hormigón (dosificación en peso) será determinada por el PROVEEDOR, informada al CONTRATISTA y aprobada por la ITO y deberá cumplir las exigencias de resistencia requeridas en las presentes especificaciones.

La dosificación en peso propuesta deberá contener los siguientes antecedentes:

- Tipo y dosis de cemento en kg/m<sup>3</sup>.
- Tipo, procedencia, tamaño máximo y dosis en kg /m<sup>3</sup> de los áridos.
- Razón agua/cemento y asentamiento de cono previstos para el hormigón.
- Tipo y proporciones de los aditivos en caso de prever su empleo.
- Resistencia cúbica a 7 y 28 días obtenidos en mezclas de prueba.

El contratista deberá entregar las memorias de cálculo de todos los hormigones, este documento lo prepara el PROVEEDOR del hormigón, con toda la información requerida en este punto. Para lo cual, el empleo de una determinada dosificación deberá estar respaldado mediante mezclas de prueba, que demuestren que el hormigón posee las características generales y la resistencia especificadas en los planos del Proyecto, las Especificaciones Técnicas Particulares y las que determine la ITO de acuerdo a las condiciones específicas de cada parte de OBRA.

#### **4.5.2.1. Dosificación**

Para los hormigones moldeados, el CONTRATISTA deberá presentar el diseño de la mezcla propuesta, preparada por su PROVEEDOR, la cual deberá contar con toda la información de respaldo necesaria tales como memoria de cálculo y ensayos realizados u otro antecedente solicitado por la ITO. Las mezclas de prueba deberán estudiarse para obtener a lo menos una resistencia media dada por la siguiente expresión:

$$R = R_k + ks$$

Siendo:

R = Resistencia media de la mezcla de prueba a la edad especificada para  $R_k$  (kgf/cm<sup>2</sup>)

$R_k$  = Resistencia especificada en el Proyecto (kgf/cm<sup>2</sup>)

k = 1,28 (correspondiente al nivel de confianza aceptado de 90%)

s = Desviación típica de las resistencias (kgf/cm<sup>2</sup>). En la partida deberá utilizarse un valor de 40 kgf/cm<sup>2</sup> para la desviación típica. Este valor podrá disminuirse, previa aprobación de la ITO, si el control de resistencia a 28 días de a lo menos 30 muestras lo permitiera.

#### **4.5.2.2. Correcciones a la Dosificación**

Para los hormigones moldeados, el CONTRATISTA deberá presentar el diseño de la mezcla propuesta, preparada por su PROVEEDOR, la cual deberá contar con toda la información de respaldo necesaria. Esta dosificación deberá ser revisada si se produce un cambio en la granulometría de los áridos que haga variar el módulo de finura de la curva granulométrica total en más de 0,10.

#### **4.5.2.3. Controles en la Planta de Hormigón**

La planta de hormigonado deberá contar con todas las calibraciones o verificaciones necesarias y estas deberán ser realizadas por un laboratorio acreditado.

El CONTRATISTA debe asegurar que se cumplan los criterios de uniformidad del hormigón fresco, la cual debe mantenerse hasta su colocación en obra, de acuerdo a los Criterios de uniformidad establecidos en la NCh 1789, Hormigón- Determinación de Uniformidad obtenida en el mezclado de hormigón Fresco.

El contratista deberá entregar a la ITO el certificado de prueba de uniformidad para los camiones y mezclas suministradas durante el periodo de la obra. Para lo cual la planta de hormigones deberá cumplir con todas las normas indicadas en el punto 4.2.

La precisión de los elementos de pesaje deberá ser tal que permita la mantención de la razón agua/cemento con un error no superior a  $\pm 0,01$  y el error en la medida de los áridos dentro de  $\pm 2\%$  del peso especificado para cada fracción de árido.

La medida del agua deberá ser hecha preferentemente en peso. En caso de no ser esto posible, deberá verificarse si los elementos usados en sustitución permiten realmente la mantención de la tolerancia especificada para la razón agua/cemento.

Los equipos de pesaje de los materiales deberán disponer de pesas calibradas que permitan la verificación periódica de su funcionamiento, en las oportunidades que lo requiera la ITO.

La ITO podrá autorizar el uso de la medida de volumen en partes de OBRA de pequeña magnitud o de poca importancia estructural, a condición de que los elementos de medición se verifiquen con una medida en peso efectuada con los materiales de la obra en las condiciones de humedad media que es deseable esperar.

La verificación de los elementos de medida en volumen deberá ser repetida periódicamente, a lo menos una vez por semana, y cuando cambien las fuentes de aprovisionamiento de los materiales o las condiciones medias de humedad con respecto a las verificaciones antes del comienzo de la obra.

#### **4.5.3. Mezclado**

El mezclado de los componentes del hormigón deberá efectuarse en hormigoneras de capacidad adecuada a las necesidades de la obra. La operación de estas hormigoneras se efectuará en las condiciones establecidas por el fabricante, no pudiendo variarse ni la capacidad de carga, ni la velocidad de rotación especificadas.

La ITO podrá rechazar el uso de todos aquellos equipos y elementos que se encuentren en mal estado de conservación.

El mezclado del hormigón podrá realizarse:

- En planta central fija

- Parcialmente en planta central, completándose la operación en un camión mezclador.
- Totalmente en un camión mezclador

Los lugares y plantas de preparación del hormigón estarán sujetos a revisión y aprobación de la ITO.

El hormigón será confeccionado y suministrado por una central hormigonera, sin embargo, en caso de requerirse confección de hormigón en obra por emergencia y autorizado por la ITO, deberá ser realizada con hormigón pre dosificado, para lo cual el CONTRATISTA deberá mantener un stock adecuado en obra. El CONTRATISTA será el responsable de entregar todos los antecedentes de respaldo a la ITO de los hormigones confeccionados en esta modalidad.

Cada despacho de hormigón deberá contar con su guía de despacho. Adicionalmente en periodos o elementos relevantes, la ITO podrá exigir la entrega del reporte de carga de la planta, el quede contar al menos con la dosificación teórica, dosificación real y desviaciones de todos los componentes de la mezcla (cemento, áridos, agua y aditivos), para lo cual la planta deberá mantener un registro de la producción que permita asociar partidas en forma inequívoca, con el resultado de muestras obtenidas de la misma, con la dosificación empleada en su confección, con las características del cemento, áridos y aditivos (en caso de que se empleen). Además, deberá indicarse fecha y lugar de colocación del hormigón en la OBRA.

Este registro quedará a disposición permanente de la ITO.

#### **4.5.4. Autorización para Hormigonar**

La ITO deberá dejar constancia en el Libro de obra de las autorizaciones para hormigonar los diferentes elementos o sistemas, previa acuciosa comprobación de que los moldajes, enfierraduras, elementos insertados o pasadas, alzaprimas, etc., se encuentren ejecutados correctamente.

Previo a la ejecución del hormigonado, en esta etapa deberán efectuarse los siguientes trabajos mínimos de preparación:

- a) Preparación de la superficie que va a ser cubierta con hormigón, de acuerdo a su naturaleza.  
  
Si la superficie corresponde a terreno natural formado por material común excavado hasta los límites aprobados por la ITO, deberá compactarse superficialmente hasta obtener la densidad que haya sido especificada.

Toda superficie de hormigón que vaya a ser recubierta con hormigón recibirá la designación de junta de hormigonado y deberá recibir un tratamiento que elimine la lechada superficial producida al compactarse el hormigón.

Este tratamiento podrá efectuarse según lo indicado en 4.5.5.1

- b) Revisión de que todos los elementos embebidos correspondientes a la etapa hayan sido incluidos, según lo definido en planos y especificaciones correspondientes.
- c) Verificación que el moldaje y armaduras estén de acuerdo a detalles y especificaciones respectivas.
- d) Limpieza con agua y aire a presión hasta eliminar toda traza de suciedad acumulada. Esta limpieza deberá efectuarse inmediatamente antes del hormigonado.
- e) Aplicación de adhesivos especiales para hormigones en caso de estar indicado en especificaciones especiales de la obra, planos y/o instrucciones por escrito de la ITO.
- f) Verificaciones de que han transcurrido los plazos especificados entre etapas de hormigonado.

#### **4.5.5. Juntas en el Hormigón**

##### **4.5.5.1. Juntas de Hormigonado**

Se considerarán como juntas de hormigonado, todas aquellas superficies de hormigón dejadas por razones de proyecto, de construcción o detenciones inevitables del hormigonado en las que el hormigón en sitio haya endurecido hasta el punto de impedir la incorporación integral en su masa de nuevo hormigón fresco.

En el caso de una detención accidental de un hormigonado, se considerará que se ha producido una junta de hormigonado cuando al introducir el vibrador en el hormigón ya colocado, éste no puede retirarse sin dejar huellas. Esta junta de hormigonado se denominará “pega fría”.

Las etapas y juntas de hormigonado necesarias por razones de construcción serán definidas por el CONTRATISTA, pero deberán contar con la aprobación de la ITO. Para su definición deberán tenerse en consideración lo estipulado al respecto en los planos o en las presentes especificaciones técnicas.

El procedimiento a seguir en el caso de juntas producidas por detención imprevista del hormigonado, en particular si su ubicación fuera estructuralmente desfavorable, será propuesto por el CONTRATISTA y se someterá previamente a la aprobación de la ITO.

Las juntas de hormigonado deberán ser sometidas a un tratamiento que permita la total eliminación de la lechada superficial existente en la junta. Para ello podrá utilizarse uno de los siguientes métodos: disparo de agua a alta presión (no menor de 200 kgf/cm<sup>2</sup>), su aplicación requerirá que el hormigón haya endurecido lo suficiente como para que sólo sea eliminado el mortero superficial, sin remover las partículas de agregado grueso, o bien mediante arenado, ya sea por el método húmedo o seco el cual considera el empleo de arena y aire a presión que se deberá aplicar inmediatamente antes de iniciar el hormigonado de la etapa siguiente. Otro método es el corte superficial del hormigón fresco, el cual considera el empleo de chorro de agua o de agua y aire a una presión de 5 kgf/cm<sup>2</sup>, su aplicación deberá hacerse en el momento que el hormigón haya endurecido lo suficiente como para evitar una remoción excesiva, pero antes que el sistema en cuestión sea incapaz de eliminar adecuadamente el mortero de superficie; el tratamiento se prolongará hasta que el agua de lavado escurra totalmente limpia y las pozas que pudieran quedar no tengan material en suspensión. El método de picado de la superficie se usará sólo como alternativa, en caso de existir imposibilidad de usar los anteriores, y con la aprobación de la ITO.

El tratamiento de eliminación de la lechada superficial en las juntas será seguido por un lavado con chorro de agua y aire a presión inmediatamente antes de iniciar el nuevo hormigonado hasta eliminar todo material suelto que pudiera afectar la adherencia.

En las superficies horizontales o con poca inclinación, las pozas de agua que hubieren quedado serán eliminadas por un barrido mediante aire a presión.

Inmediatamente antes de iniciar el nuevo hormigonado, se colocará sobre toda la superficie de las juntas, y siempre que su inclinación lo permita, una capa de mortero de características similares de resistencia a las del hormigón por colocar y de un espesor igual a la mitad del tamaño máximo del árido grueso de éste.

El nuevo hormigón se colocará directa e inmediatamente sobre este mortero fresco.

El recubrimiento de la junta con mortero fresco podrá ser eliminado, previa aprobación de la ITO, cuando el hormigón a colocar tenga un tamaño máximo igual o inferior a ¾".

En juntas de hormigonado verticales, en caso de ser necesario, podrá utilizarse un puente de adherencia, el que deberá ser aprobado por la ITO.

#### **4.5.5.2. Juntas de Construcción**

Salvo que se indique en los planos o apruebe lo contrario, el espaciamiento de las juntas de construcción verticales y horizontales, para todo tipo de elemento no excederán los 15 m.

Todas las enfierraduras serán continuas a través de las juntas de construcción, salvo que en los planos se indique lo contrario. Cuando se usen "dowells" en las juntas de construcción, estos se colocarán como se muestra en los planos.

En vigas y losas las juntas se ubicarán de preferencia dentro del tercio central del vano y en los puntos de mínimo esfuerzo de corte.

En general, tendrán una dirección comprendida entre la normal y un ángulo no mayor de 30° respecto a la normal del elemento.

En muros y pilares las juntas de hormigonado serán horizontales y ubicados 20 a 30 cm bajo las losas o vigas de piso o directamente sobre el nivel del piso.

El hormigón en losas se cortará verticalmente en la zona de puentes o puntos de inflexión. En las vigas, el corte se efectuará en la misma zona, con ángulos mayores de 45° con respecto a la horizontal.

El CONTRATISTA deberá solicitar aprobación formal de la ITO, de la ubicación de las juntas de construcción a implementar en la construcción de las Obras.

#### **4.5.5.3. Juntas de Expansión Longitudinal (Dilatación)**

Son juntas entre elementos independientes que no deben trabajar juntos. Se dejará la separación indicada en los planos.

Debe respetarse la ubicación y dimensiones de las juntas de dilatación o separaciones sísmicas entre los elementos estructurales o cuerpos de edificios indicados en los planos de cálculo.

Toda junta o separación debe permitir el libre desplazamiento entre elementos estructurales o cuerpos de edificios contiguos, no admitiéndose rellenos con materiales o elementos que al restringir las deformaciones, induzcan en los elementos estructurales esfuerzos no consultados en los cálculos.

Queda terminantemente prohibido el hormigonado directo contra moldajes de madera incluidos en las juntas o separaciones. Se concretará contra el material sellante especificado de acuerdo a las instrucciones del Fabricante.

Todas las canalizaciones y tuberías que atraviesen juntas de dilatación o separación entre elementos estructurales o cuerpos de edificios, deberán consultar los dispositivos o disposiciones constructivas adecuadas que permitan el libre desplazamiento relativo de los extremos de la junta.

#### **4.5.5.4. Juntas de Retracción**

Este tipo de juntas permite el libre movimiento horizontal de las losas, con el objeto de disminuir hasta valores admisibles las tensiones causadas por las contracciones originadas tanto por fenómenos de retracción por secado como por variaciones térmicas. Pretenden crear planos débiles en el hormigón, así como regular la ubicación de grietas que se formarán como resultado de cambios dimensionales.

Su disposición y características geométricas estarán indicadas en los planos del proyecto.

#### **4.5.6. Transporte, Colocación en Obra, Ensayos y Curado del Hormigón**

##### **4.5.6.1. Transporte**

El transporte deberá establecerse de manera que cumpla las siguientes condiciones básicas:

- a) Que ocupe el tiempo mínimo posible desde la planta de hormigón al sitio de colocación. Este tiempo no podrá exceder el 50% del tiempo de comienzo de fraguado del cemento en uso, ni deberá provocar pérdidas de asentamiento del hormigón que excedan de 3 cm.

El límite básico que se establece a continuación se aplicará en el caso de hormigones sin retardador de fraguado. Para los hormigones con retardador de fraguado estos límites podrán aumentar en lo que indique la ITO, de acuerdo a la dosificación de retardador de fraguado y otros factores que intervengan.

El tiempo límite básico (término del amasado en planta hasta su colocación en moldes) para hormigones debidamente agitados durante el transporte, será de 45 minutos y de 30 minutos para hormigones sin agitación posterior. Estos tiempos podrán ser aumentados si la ITO establece que los aditivos empleados lo permiten sin afectar la calidad del hormigón.

- b) No deberá producir segregación ni pérdida de los componentes del hormigón.
- c) Deberá permitir el vaciado del hormigón con el asentamiento previsto en la dosificación sin adiciones de agua.
- d) Los medios que se empleen en el transporte de hormigón deberán ser capaces, a juicio de la ITO, de vaciar hormigones con asentamientos bajos o medianos sin producir segregación o separación importante.



- e) El estado de funcionamiento de los equipos deberá ser óptimo en el momento de su utilización en obra. La ITO no autorizará ningún trabajo de hormigonado si considera que el CONTRATISTA no ha dispuesto suficientes equipos y que éstos no se encuentran en buenas condiciones de uso.
- f) Se indican a continuación las exigencias mínimas que deberán cumplir algunos de los equipos y elementos usados habitualmente para el transporte y la colocación del hormigón:
  - Camiones – Betoneras

Deberán emplearse en las condiciones de capacidad de carga y velocidad de revoltura especificados por el fabricante.

Durante el transporte, el camión - betonera deberá girar a su velocidad de agitación, la cual se aumentará a la de amasado durante un mínimo de cinco vueltas de la betonera antes de proceder a su vaciado.

El uso de camiones - betonera como elemento de revoltura del hormigón estará condicionado a una verificación por parte de la ITO de que ésta es suficientemente homogénea, para lo cual ésta determinará el procedimiento a seguir.
  - Capachos para hormigón

Se podrá transportar el hormigón en capachos que puedan descargar hormigón de bajo asentamiento.
  - Canaletas

Su empleo deberá ser aprobado por la ITO. Deberán ser de metal o revestidas en planchas metálicas. La superficie de escurrimiento del hormigón deberá ser lisa y sin irregularidades.

Su pendiente deberá ser adecuada para producir un escurrimiento continuo y sin segregación del hormigón, con el asentamiento de cono que haya sido especificado.

En su extremo de descarga deberán estar provistas de un embudo con el objeto de disminuir al mínimo posible la segregación que normalmente se produce en este punto.

#### **4.5.6.2. Colocación del Hormigón**

##### **a) Disposiciones Generales**

El CONTRATISTA deberá entregar por escrito a la ITO en forma oportuna, la programación de la colocación de hormigón que abarque un período de 7 días. Cualquier modificación a este programa deberá ser puesta en conocimiento de la ITO con la debida antelación.

Las comprobaciones finales para aprobar dicha colocación las hará la ITO sólo una vez terminada la colocación de los moldajes, armaduras e insertos y después de haberse realizado la limpieza final de ellos.

La ITO podrá ordenar al CONTRATISTA la remoción y reconstrucción de los hormigones colocados sin la aprobación previa.

El hormigón se deberá depositar directamente tan cerca como sea posible de su posición definitiva. Si es necesario mover lateralmente el hormigón, éste podrá ser paleado pero no trasladado por vibración.

No se permitirá colocar el hormigón desde alturas mayores a 1,5 m. En caso de ser necesario, la operación se hará mediante embudos y conductos cilíndricos ajustables rígidos o flexibles, de bajada, evitando así que la caída libre provoque la segregación.

No se permitirá que el hormigón tenga que caer lateralmente más de 1,25 m desde el punto de vaciado.

La velocidad vertical de llenado del hormigón en los moldes de muros no excederá en ningún caso a 1,5 m por hora.

En los elementos verticales tales como muros y columnas, el hormigón se vaciará hasta un nivel aproximadamente una pulgada por sobre el fondo de la viga, nervaduras, parte superior de muros y otras estructuras superpuestas y llevadas hasta un nivel verdadero después que se haya producido el asentamiento.

El hormigonado de superficies con pendientes deberá efectuarse empezando la colocación desde el punto más bajo del elemento.

La colocación de hormigón en superficie libre, podrá hacerse hasta para pendientes 1/4 (V/H) siempre que se tenga la precaución de utilizar un hormigón con asentamiento de cono inferior a 5 cm.

Para pendientes más fuertes que la indicada, se deberá colocar moldaje fijo o deslizante, que permite asegurar que, al limitar el desplazamiento del hormigón, éste quede bien compactado.

En vigas y losas el hormigón empezará a colocarse en el centro de los paños, prosiguiéndose simultáneamente hacia ambos extremos. Se deberá controlar el volumen de hormigón vaciado de esta forma para no provocar el colapso de los moldajes por carga puntual.

Toda tubería que deba quedar incluida en el hormigón tendrá dimensiones tales y estará colocada en forma que no reduzca la resistencia ni la estabilidad de los elementos estructurales.

No se permitirá el uso de coplas con hilo en tuberías embebidas en el hormigón.

El hormigón que acuse un principio de fraguado o haya sido contaminado con sustancias extrañas no será colocado en obra. La máxima pérdida de asentamiento entre el momento de mezclado y el de colocación no será superior a 3 cm. No se permitirá agregar agua para su ablandamiento.

Antes de proceder al hormigonado, deberá realizarse una prueba de presión de las tuberías con por lo menos 2 veces la presión de trabajo sobre la presión atmosférica. Toda tubería diseñada para presiones inferiores a 1 psi no será necesario someterla a prueba de presión.

Deberán tenerse precauciones especiales para la colocación del hormigón en temperaturas ambientes extremas, ya sea excesivamente fría o calurosa.

Se especifican las precauciones de mayor importancia que deberán observarse, las que se complementarán con las que defina la ITO.

#### **b) Hormigonado en Tiempo Frío**

Si se prevé que se producirán temperaturas medias diarias inferiores a 10 °C durante tres días consecutivos o más, deberán tomarse precauciones que consideren la influencia de las bajas temperaturas sobre las propiedades del hormigón.

Estas precauciones incluirán como mínimo lo siguiente:

- No deberá hormigonarse en los días en que pueda preverse que la temperatura del hormigón pueda descender bajo 5 °C.
- Esta condición podrá eliminarse mediante la adición de agua caliente. La temperatura del hormigón al momento de su colocación se mantendrá sobre 5 °C y

se aislará o calefaccionará posteriormente el hormigón para mantener su temperatura sobre ese valor a lo menos los tres días siguientes al hormigonado.

- El plazo de descimbre de los elementos estructurales deberá fijarse tomando en cuenta el efecto retardador de resistencia provocado por las bajas temperaturas. (ACI 306R-78; Recommended Practice for Cold Weather Concreting).
- El hormigón colocado a baja temperatura deberá ser dosificado con la mínima dosis de agua compatible con su compactación, con el objeto de evitar el aumento de exudación que se produce en estas condiciones. Esta condición deberá ser especialmente tomada en consideración cuando se trate de elementos estructurales con juntas de hormigonado y sometidos a esfuerzos de corte importantes (ej.: pedestales).
- Deberá asegurarse que el hormigón posea en todo instante una resistencia adecuada para las solicitaciones que debe soportar para lo cual deberá efectuarse ensayos de resistencia que proporcionen la información necesaria.
- Los procedimientos utilizados para garantizar estas condiciones (acondicionamiento de temperaturas, uso de aceleradores o cementos de alta resistencia inicial, etc.) deberán contar con la aprobación de la ITO previamente a su uso.
- Se deberá efectuar muestreos para verificación de resistencia así como los estudios de relación de temperatura-resistencia.

#### **c) Hormigonado en Tiempo Caluroso**

El vaciado de hormigón en tiempo caluroso deberá hacerse de acuerdo con las recomendaciones de la norma NCh170-2016 para concretado en tiempo caluroso y las siguientes condiciones mínimas:

- La temperatura del hormigón no deberá exceder de 30°C en el momento de su colocación, salvo autorización expresa de la ITO.
- La colocación de hormigón deberá planearse tomando en cuenta el efecto acelerador del fraguado producido por el calor.
- El empleo de un retardador de fraguado para paliar este efecto deberá ser aprobado por la ITO.
- Se evitará el resecamiento superficial del hormigón, cubriéndolo o humedeciendo ligeramente, pero sin producir lavado de la superficie.
- En el uso de bombas, las tuberías deben ser enfriadas con el uso de arpilleras.

**d) Hormigonado en Días de Lluvia**

Podrá colocarse hormigón durante los días de lluvia, siempre que se prevea una adecuada protección para evitar que el agua de lluvia aumente el contenido de agua de la mezcla o dañe las superficies recién concretadas.

**4.5.6.3. Vibrado**

El hormigón se vibrará en sitio mediante vibradores de inmersión, quedando excluido el empleo de pisonos y proscrito en forma absoluta el procedimiento de golpear los moldes con mazos de madera u otro material. Se dispondrá en faena de vibradores de diámetro adecuado a los espesores de los elementos. Antes de comenzar una faena de hormigonado debe contarse con vibradores de repuesto suficientes, que permitan el reemplazo oportuno de los elementos que puedan presentar fallas durante dicha faena.

La vibración se hará con vibradores de inmersión con botella de un diámetro no inferior a 2" y de una frecuencia mínima de 6.000 RPM.

Cuando se utilice este tipo de vibrador, deberá tomarse las precauciones necesarias para que el espesor de las capas de hormigón colocadas sea como máximo 15 cm inferior al largo de la botella, de manera que al proceder a la compactación, el vibrador penetre en la capa inmediatamente inferior. Para este mismo objeto, el vibrador de inmersión se usará colocándolo en forma totalmente vertical.

El CONTRATISTA deberá, además, disponer de vibradores de diámetro 1" del número de RPM adecuado para la compactación de zonas difíciles, por estrechez del moldaje o por la densidad de enfierraduras.

La vibración del hormigón deberá efectuarse en forma ordenada y sistemática, distanciando los puntos de aplicación del vibrador en conformidad con su radio de acción, de manera que no queden zonas mal vibradas.

La separación entre los puntos de inmersión del vibrador deberá ser a lo más 2/3 del radio de acción del vibrador en el hormigón que se esté compactando.

El tiempo de vibración en cada punto de inmersión se prolongará por el tiempo necesario hasta que se empiece a producir el afloramiento superficial de la lechada del hormigón.

En casos especiales, cuando se compacten capas de hormigón de espesor inferior a 20 cm, podrán utilizarse vibradores de superficie de una frecuencia mínima de 6.000 RPM. Su velocidad

de avance deberá condicionarse a la obtención de una buena compactación en todo el espesor del elemento.

No deberá volver a vibrarse sectores ya vibrados o que ya hayan iniciado su etapa de endurecimiento.

#### **4.5.6.4. Control de Hormigón**

La ITO controlará todas aquellas etapas de la ejecución de los hormigones que estime necesarias, que hayan sido estipuladas en los documentos del Proyecto o en estas Especificaciones.

El plan de controles a efectuar será establecido al comenzar la OBRA y comunicado al CONTRATISTA, quien dará la información y facilidades necesarias para su ejecución, sin que ello implique modificaciones de costo y plazo de las obras.

Sin embargo, independientemente de los controles efectuados por la ITO, el CONTRATISTA deberá tener su propio control de calidad interno, que asegure un fiel cumplimiento de lo establecido en estas Especificaciones Técnicas, además de lo que indiquen los planos del Proyecto y las instrucciones de la ITO, la cual establecerá los criterios pertinentes en caso de no estar establecido en los documentos mencionados.

##### **a) Control del Cemento**

La confección del hormigón será en una central hormigonera, para lo cual el CONTRATISTA, deberá solicitar todos estos controles al PROVEEDOR y presentar la documentación a la ITO, siendo el CONTRATISTA el único responsable de su cumplimiento de los requisitos establecidos en esta ETG. Para lo cual, la ITO solicitará al CONTRATISTA controles periódicos del cemento con el objeto de verificar si éste cumple los requisitos especificados. Sus resultados prevalecerán sobre cualquier otro obtenido por un conducto diferente.

Estos deberán incluir como mínimo las siguientes determinaciones:

- Tiempo de fraguado (NCh 152)
- Resistencia a 3 y 7 días (NCh 158)

La ITO analizará los resultados obtenidos y definirá en cada caso las medidas que deberá tomar el CONTRATISTA.

##### **b) Control de los Áridos**

La confección del hormigón será en una central hormigonera, para lo cual el CONTRATISTA, deberá solicitar todos estos controles al PROVEEDOR y presentar la

documentación a la ITO, siendo el CONTARTISTA el único responsable de su cumplimiento de los requisitos establecidos en esta ETG. Para lo cual, la ITO solicitará al CONTRATISTA la toma de muestras de los agregados pétreos acopiados en las plantas para fabricación de hormigón, directamente desde el punto de carguío de las hormigoneras.

Esta toma de muestras incluirá las cantidades especificadas en la Norma Chilena NCh 164 y se efectuará con una frecuencia mínima de una muestra de cada tipo de agregado por semana.

La ITO ordenará que se ensayen en laboratorio autorizado por ésta, las muestras así tomadas y los resultados obtenidos se utilizaran tanto para la calificación de los agregados como para la verificación de las dosificaciones de los hormigones.

La ITO podrá rechazar aquellos áridos que no cumplan con las condiciones impuestas por la Norma Chilena NCh 163.

c) **Control del Hormigón de obra**

La clase de hormigón y su resistencia a los 28 días es la establecida en el punto 4.5.1.

La ITO verificará que se controlen periódicamente las características del hormigón elaborado en obra y/o de aquellos que el CONTRATISTA adquiera a terceros.

El CONTRATISTA deberá proporcionar a la ITO toda la información que ésta le solicite, así como las facilidades necesarias para no entorpecer la ejecución de los controles.

Estos controles incluirán como mínimo:

- Medición del asentamiento de cono, según se indica en la NCh 1019 "Hormigón. Determinación de la docilidad. Método del asentamiento del cono de Abrams". La frecuencia de medición de asentamiento de cono será de una determinación por cada masada producida de hormigón (mixer).
  - Si el asentamiento de cono excede en más de  $\pm 3$  cm del previsto al efectuar la dosificación del hormigón, éste no podrá ser utilizado en OBRA.
  - Si el asentamiento de cono excede en más de 2 cm pero no más de 5 cm al previsto, en tres medidas sucesivas, la ITO rechazará el hormigón.
- Determinación de la razón agua/cemento real

Si la razón agua/cemento excede en más de 0,05 a la teórica del hormigón, el CONTRATISTA deberá aumentar la dosis de cemento en la proporción necesaria para restablecer la razón agua/cemento teórica.

Adicionalmente, la ITO podrá solicitar cuando lo estime necesario, la ejecución de los ensayos indicados en la NCh 1564 "Determinación de la densidad aparente, del rendimiento del contenido de cemento y del contenido de aire del hormigón fresco y NCh 1565 "Hormigón. Determinación del índice esclerométrico".

- Control de resistencia del hormigón

Salvo que la ITO lo determine en otra forma deberá tomarse una muestra para ensayos de resistencia por cada 50 m<sup>3</sup> de hormigón colocado en obra por cada tipo de hormigón, o bien una muestra diaria cualquiera sea la más frecuente.

Cada muestra de hormigón estará constituida por cuatro probetas cilíndricas. Una de ellas, se ensayará a la ruptura por compresión a los 7 días y las tres restantes a los 28 días. El valor de la resistencia a los 28 días de una muestra será el promedio de las tres probetas ensayadas a esa edad.

La ITO podrá incluir muestras especiales de aquellas partes de OBRA que considere necesario. En este caso, fijará las pautas aplicables a ellos.

La toma y tratamiento de las muestras se ejecutará en las condiciones estipuladas en las siguientes normas:

NCh 171 "Extracción de muestras del hormigón fresco"

NCh 1017 "Confección y curado en OBRA de probetas para ensayos de compresión y tracción".

El ensaye se ejecutará según NCh 1037.

La resistencia de los hormigones se evaluará estadísticamente de acuerdo con el procedimiento de evaluación dado por la Norma NCh 1998 "Evaluación Estadística de la Resistencia Mecánica" para la alternativa de un lote por parcialidades mediante grupos de muestras consecutivas.

En la eventualidad que no se cumpla los requisitos señalados por la Norma citada, se procederá como se indica (nomenclatura según norma NCh 1998):

- Si  $f_3$  es menor que  $f_c + k_1$  y  $f_i$  mayor que la resistencia mínima individual, se aplicará descuentos.



Para el hormigón grado G25 con 90% de nivel de confianza se tiene:

$f_3$  mayor o igual a  $300 \text{ kgf/cm}^2 = 0\%$  descuento

$f_3$  igual a  $265 \text{ kgf/cm}^2 = 30\%$  descuento

Los valores intermedios se extrapolan linealmente.

Los porcentajes de descuentos se aplicarán sobre el valor del volumen de hormigón de la parcialidad bajo análisis representada por la  $f_3$  defectuosa.

- Si  $f_i$  es menor que la resistencia mínima especificada  $f_{c-k2}$ , este valor se excluye del cálculo de  $f_3$  y se procede como indica la norma NCh 1998, Anexo A, punto A.4 "Investigación de los resultados defectuosos".

Si resulta posible extraer testigos y las resistencias de ellos cumplen las condiciones señaladas en el Anexo A, punto A.4.3 de la Norma NCh 1998, se calcula  $f_3$  con el promedio de los testigos.

Si la resistencia de los testigos es insatisfactoria, no se paga el hormigón representado por  $f_i$ , pudiéndose ordenar la demolición y reposición, o el refuerzo del sector afectado, de cargo del CONTRATISTA.

El CONTRATISTA deberá entregar a la ITO, semanalmente los resultados obtenidos del control de asentamiento de cono y de resistencias de los hormigones y mensualmente una evaluación estadística de los resultados de resistencias a los 28 días de las muestras ensayadas correspondientes a los hormigones de igual resistencia de proyecto especificada e igual dosis de cemento especificada.

- Controles especiales

En todos aquellos casos en que, a su criterio, la ITO considere que se han infringido las disposiciones establecidas en estas Especificaciones, produciendo un daño que afecte la seguridad de la obra, podrá exigir o efectuar directamente, controles especiales del hormigón en sitio.

- Ejecución de ensayos no destructivos mediante los elementos pertinentes (esclerómetro Schmidt, aparato de ultrasonidos, rayos X, etc.).
- Extracción de testigos para la ejecución de ensayos adecuados a la situación en estudio (resistencia, adherencia, permeabilidad, etc.).

- Otros ensayos definidos por la ITO de acuerdo a las circunstancias particulares de cada caso.

Los resultados correspondientes serán analizados e interpretados por la ITO, quien decidirá las medidas a tomar, las cuales podrán incluir la ejecución de refuerzos o incluso la demolición de las partes de obra afectadas.

Si los controles especiales efectuados demostraren que la seguridad de la obra ha sido comprometida, tanto la ejecución de los ensayos como de las medidas a tomar serán de cargo del CONTRATISTA.

#### **4.5.6.5. Curado y Protección**

El comienzo del curado de las superficies libres deberá empezarse tan pronto como haya sido terminado el hormigonado del elemento. En los paramentos moldeados, el curado se empezará tan pronto hayan sido retirados los moldes y a condición de que si utilizan moldes de madera, éstos permanezcan húmedos durante el período que estén en sitio.

El proceso de curado y protección del hormigón, deberá cumplir los siguientes requisitos:

- Conservación del contenido de agua adecuado.
- Mantener la temperatura del hormigón tan constante y uniforme como sea posible sobre los 5 °C.
- Proteger la estructura, especialmente al comienzo del proceso de endurecimiento, de golpes o vibraciones, tensiones y otras perturbaciones.

El curado debe continuar por lo menos durante 7 días. En todo caso la duración del período de curado estará sujeta a aprobación por la ITO.

Se podrán usar compuestos especiales de curado. En este caso los plazos los determinará el resultado de las muestras de control.

La ITO podrá requerir ensayos sobre probetas curadas bajo condiciones de OBRA para comprobar la adecuación del sistema de curado y protección del hormigón en la estructura, si a su juicio hay motivos para dudar de su efectividad.

El curado podrá efectuarse aplicando alguno de los sistemas que se indican a continuación, en las condiciones que se detallan.

##### **a) Curado Húmedo**

Deberá asegurar la mantención continua de humedad en las superficies libres. El sistema de riego periódico sólo podrá aplicarse en Obra menores y con la aprobación de la ITO.

**b) Curado Mediante Láminas Impermeables**

Se aplicará sólo al curado de superficies horizontales.

Deberán aplicarse previo humedecimiento de la superficie del hormigón, de manera que queden adheridas en toda su extensión.

Para impedir su desprendimiento deberán asegurarse con una capa continua de arena, tierra u otro material. Se mantendrá en sitio durante un período mínimo de 28 días u otro según lo indicado en la ficha del producto debidamente justificado y autorizado por la ITO.

**4.5.7. Reparación de Desperfectos de Hormigonado**

Todas las imperfecciones que presente el hormigón y que, a juicio de la ITO, afecte su seguridad estructural, durabilidad o aspecto estético, deberán ser reparadas.

La ITO formulará sus observaciones en el Libro de obra y señalará, en cada caso, el procedimiento de eventual reparación de los desperfectos que presentan las Obras de hormigones u ordenará su demolición y reconstrucción con cargo al CONTRATISTA, en el caso en que se estime que los desperfectos son inaceptables.

No se permitirá de ninguna manera la reparación de desperfectos en los hormigones, como nidos o vacíos, sin la previa revisión de la ITO y sin que exista indicación escrita ordenándolo. Si ello sucediera, la ITO podrá ordenar su inmediata demolición.

Las zonas por reparar deberán ser limpiadas y picadas cuidadosamente, eliminando todo trazo de material dañado hasta encontrar hormigón compacto y en todo caso hasta más allá de la armadura más cercana. Se mantendrán húmedas por lo menos doce horas antes de efectuar la reparación, excepto en el caso de utilizar resinas epóxicas.

En general, siempre se deberá usar puentes de adherencia autorizados por la ITO, al igual que cualquier otro aditivo o material de reparación preparado.

La reparación se deberá hacer dentro de las 24 horas después de retirados los moldes, antes de que el hormigón haya secado totalmente.

Deberá cuidarse especialmente de efectuar un buen curado de las zonas reparadas, aplicándose de preferencia un curado húmedo por un lapso mínimo de 28 días.

La colocación se efectuará de manera de obtener un buen relleno de la zona reparada.

La compactación deberá ser adecuada al tipo y volumen de material de reparación empleado, usándose de preferencia la vibración, cuando ello sea posible.

---

**4.5.7.1. Reparaciones por Reemplazo de Hormigón**

Se utilizarán para zonas dañadas que afecten a un volumen de hormigón superior a 30 x 30 cm x 10 cm.

En este caso se procederá a retirar el hormigón dañado y a efectuar una reposición por hormigonado de la zona afectada.

La forma de proceder en cada caso deberá ser aprobada por la ITO.

**4.5.7.2. Reparaciones Mediante Mortero Seco**

Se utilizará para reparación de perforaciones de una profundidad igual o mayor que el diámetro de ésta. El CONTRATISTA deberá presentar para aprobación de la ITO su dosificación y procedimiento de colocación.

**4.5.7.3. Mortero Epóxico**

Podrá utilizarse mortero epóxico tipo Sikarep o equivalente técnico, lo cual deberá ser previamente aprobado por la ITO.

Este mortero se aplicará en las condiciones de estado superficial, temperatura y plazo de colocación que indique el fabricante.

**4.5.7.4. Inyecciones**

En general se utilizarán para la reparación de grietas o fisuras mayores a 0.3 mm en los sectores de la obra en que la ITO defina que puedan comprometer algún elemento estructural, otro ancho de grieta o fisura y elemento a reparar deberá ser definido caso a caso. El procedimiento de inyección deberá ser aprobado previamente por la ITO.

Las reparaciones podrán efectuarse utilizando materiales de tipo epóxico, en cuyo caso la formulación de las resinas deberá ser apropiado al tipo de reparación y se aplicará conforme a las instrucciones del fabricante.

Para efectuar la inyección se debe soplar previamente la grieta o fisura con aire comprimido exento de aceite, removiendo el polvo y partículas sueltas o mal adheridas.

La inyección se puede efectuar por gravedad o por presión.

El adhesivo epóxico debe tener una viscosidad baja de modo de facilitar su penetración.

## **4.6. Moldajes**

### **4.6.1. Diseño**

Antes de iniciar la fabricación de los moldajes, el CONTRATISTA deberá presentar a la ITO los detalles del diseño para su conocimiento.

Los moldajes se diseñarán de modo que soporten las presiones ejercidas por el concreto al ser colocado y vibrado y resistan las cargas debidas a operarios, pisadas, impacto, etc. y de modo que resulten superficies de concreto que cumplan con las tolerancias de construcción especificadas en estas especificaciones o en los planos.

La aprobación del diseño por parte de la ITO no exime al CONTRATISTA de su responsabilidad en el resultado de los trabajos.

Los moldajes podrán ser de madera, madera aglomerada, terciado fenólico, plástico reforzado con fibra de vidrio o acero. No se aceptarán moldajes recubiertos con hojalatería o láminas de polietileno.

Sólo se podrá emplear maderas cuya clase y calidad o cuyo tratamiento o recubrimiento garantice que no se producirán ataques químicos o cambio de colores en las superficies del concreto.

Todos los muros de hormigón visto se realizarán con sistema de moldajes de primer uso cuyo suministro y proyecto de colocación será de cargo de EL CONTRATISTA. Los moldajes tendrán terminación de terciado fenólico liso o metálico según lo indica documento L7-C07032-ID-S01-2AR-ETG-0001 "Especificación Técnica General Proyecto de Arquitectura".

Los elementos de sujeción de los moldajes, que quedan embebidos en el concreto se deberán diseñar de modo que no haya elementos metálicos a menos de 25 mm de la cara del moldaje.

Se deberá usar suficientes amarras y pernos para moldes a unos pocos centímetros de las juntas de construcción, de forma tal que aseguren un buen ajuste con el concreto antiguo y que mantengan un contacto hermético durante la colocación del hormigón.

La faja de apoyo en el hormigón antiguo deberá ser superior a 10 cm. No se admitirán elementos que dejen huecos o depresiones mayores que 2 cm de diámetro en las superficies expuestas del hormigón.

El empleo de alambre para la sujeción de moldajes está estrictamente prohibido. Su uso indebido dará lugar a la demolición del hormigón colocado en estas condiciones.

Los moldajes deberán ser suficientemente estancos para impedir pérdidas de mortero del hormigón.

Se deberá aplicar a los moldajes un compuesto que impida su adherencia al concreto. Este compuesto consistirá en un aceite mineral u otro líquido o productos similares aprobados por la ITO, que no manche y evite que el hormigón se pegue al moldaje. Este compuesto deberá aplicarse antes de colocar los moldajes.

Cuando se empleen moldes reusables, estos deberán mantener a través de todos los usos su resistencia, rigidez, estanqueidad y superficie perfectamente lisa.

En el caso del diseño del moldaje destinado a hormigones que quedan cubiertos o estucados se podrá usar madera en bruto. No obstante ello, el ajuste deberá ser adecuado para impedir la fuga de mortero durante el vibrado. Las superficies deberán tener una regularidad mínima que asegure la obtención de los recubrimientos exigidos a las armaduras.

Todos los moldajes se diseñarán y construirán con las contraflechas prescritas en los planos de detalle, o en su defecto con aquellos que aseguren el cumplimiento de las tolerancias de ejecución.

Deberán contemplarse ventanillas en las partes inferiores del moldaje para facilitar la limpieza de las juntas de construcción.

Los cortes en tierra podrán ser usados como moldajes para superficies verticales cuando sean aprobados por la ITO y siempre que se suministre un recubrimiento mínimo de 7,0 cm, la excavación cumpla con las leyes y reglamentaciones que las controlan y que la superficie resultante no quede expuesta a la vista.

#### **4.6.2. Ejecución**

En los moldajes se dejarán insertos de acuerdo a los planos los elementos de anclaje o de instalaciones que deberán quedar incorporados o empotrados en el hormigón.

Las pasadas de conductores para la instalación eléctrica deberán cumplir con las exigencias que se señale en el capítulo respectivo de estas especificaciones.

Las planchas metálicas en contacto con el concreto deberán tener su superficie perfectamente lisa. No se permitirá el uso de planchas metálicas con abolladuras, o con zonas dobladas y otras imperfecciones.

Deberá obtenerse un buen ajuste de los moldes contra el hormigón ya endurecido, de modo de obtener juntas suaves y regulares, que cumplan con las tolerancias establecidas para cada tipo de obra.

Los refuerzos, amarras, alzaprimas, arriostramientos, etc., se ejecutarán con miras a asegurar la indeformabilidad.

Se deberá construir los moldes de vigas, nervios y dinteles, de manera que se pueda descimbrar los costados, sin afectar el fondo y sus soportes.

Los soportes deberán resistir el peso del concreto fresco y las otras cargas de construcción, sin deflexiones que sobrepasen las tolerancias que se especifican.

Los cantos vivos de vigas, losas, machones, muros y pilares, deberán achaflanarse, incorporando al moldaje, listones de madera cepillada de dimensión adecuada al caso.

El revestimiento de los moldajes deberá cumplir los siguientes requisitos, para cada terminación de la superficie que se indica, de acuerdo a lo establecido en el punto 1.9.2.

- Terminación T1

La terminación T1 se usará en superficies moldeadas que serán cubiertas por material de relleno o concreto. La corrección de las irregularidades de superficies sólo será necesaria cuando sean mayores de 25 mm.

La madera en contacto con el hormigón podrá ser en bruto.

- Terminación T2

La terminación T2 se usará en superficies que queden a la vista requiriendo una apariencia razonable atractiva.

Los moldes deberán estar constituidos por madera machihembrada o plancha metálica.

La madera deberá ser cepillada. Las planchas metálicas serán lisas y sin abolladuras. El tamaño de los elementos en contacto con el hormigón debe ser uniforme.

- Terminación T3

Donde se especifique terminación T3 sólo podrán utilizarse moldajes cuya superficie de contacto sea plancha de madera terciada o metálica. Se deberá cumplir con lo especificado en ETG arquitectura, documento L7-C07032-ID-S01-2AR-ETG-0001.

#### **4.6.3. Retiro de Moldajes**

En general el retiro de los moldajes deberá efectuarse una vez que el hormigón esté suficientemente endurecido, pero se podrá establecer una curva de madurez versus resistencia

o módulo de elasticidad para cada hormigón utilizado en obra, con el objetivo de estudiar optimizaciones en tiempos de alzaprimado, las cuales deberán ser aprobadas por la ITO.

En general deberá respetarse los plazos de desmolde y descimbre que establece la norma NCh 170.

Se recomiendan en general los siguientes plazos mínimos antes de descimbrar:

Tipos de Elementos y moldajes	Plazo mínimo para desmoldaje y descimbre
	Temperatura media diaria > 10°C
Paramentos verticales de columnas, muros y vigas largas	12 h (ver nota 1)
Fondos de Losas	4 días
Fondos de vigas y puntales de losas	10 días
Puntales de Vigas	14 días
Nota 1: Las 12 horas corresponden a temperaturas ambientes mayores a 10°C (a efecto de contabilizar las 12 horas no se deben incorporar los periodos con temperatura menor que 10°C),	
Nota2: Si la temperatura ambiente media diaria es menor que 10°C y no se han adoptado medidas especiales de protección, puede ser necesario incrementar los plazos indicados en esta tabla hasta que el hormigón alcance la resistencia requerida.	
Nota 3: Al momento de retirar los moldajes y antes de proceder al reapuntalamiento, no deben existir sobrecargas de construcción en el elemento.	

*Tabla 2: Plazo mínimo de descimbre*

Los valores anteriores deben ser aumentados en el número de días en que se haya producido temperatura iguales o inferiores a +4 °C durante y después de hormigonado.

Los pilares deberán descimbrarse antes que las losas y vigas.

Los apoyos de los moldes de vigas, losas, deberán retirarse por medio de dispositivos que eviten choques o fuertes vibraciones.

Deberá tomarse la precaución de rellenar con mortero seco todo el hueco dejado por pernos utilizados en la colocación de moldajes.

Si el hormigón está caliente o si el cemento está aún desarrollando calor, o bien si la temperatura ambiente es menor de 5 °C no podrá desmoldarse.



Cuando se retiren los moldajes, deberá colocarse de inmediato una membrana de curado de acuerdo al punto 4.5.6.5 de esta especificación, que permita continuar el curado del hormigón.

No se permitirá la eliminación de los moldes de madera por quemado de éstos.

Estas disposiciones generales podrán ser modificadas por la ITO en cada caso particular.

#### **4.7. Terminación Superficial del Hormigón**

La terminación que deberá darse a las superficies de hormigón será la definida en los planos del Proyecto.

El tipo de terminación salvo indicación contraria de los documentos antes citados, será definido de acuerdo a la nomenclatura que se indica en el punto 1.9.2, limitándose las irregularidades progresivas y bruscas que presente la superficie, a los valores que allí se indica

Tipo de Terminación	Tipo De Irregularidad Superficial		Casos Típicos de Aplicación
	Progresivas (Mm/1,50 M)	Bruscas (Mm)	
T1	25	25	Paramentos ocultos por rellenos o morteros que no quedan a la vista.
T2	15	6	Paramentos visibles interiores del Edificio de Tableros 20kV. Losas y radier.
T3	6	3	Paramentos visibles exteriores del Edificio de Tableros 20kV.
T4	3	1	Losa Sala Baterías Edificio de Tableros 20kV.

*Tabla 3: Tipo de terminación superficial del hormigón*

Las tolerancias progresivas corresponden a las irregularidades suaves presentes en la superficie. La tolerancia se establecerá midiendo con una regla de 1,50 m de longitud, aplicada sobre la superficie en cualquier dirección.

Las tolerancias bruscas corresponden a resaltos o escalones existentes en la superficie. La tolerancia se aplicará midiendo directamente la pared del escalón.

Se consideran irregularidades bruscas, las salientes y rebarbas causadas por desplazamientos, mala colocación o ajuste de los moldajes, nudos desprendidos y otros defectos similares.

En la terminación de superficies horizontales o aproximadamente horizontales, que no necesitan de moldaje para su hormigonado, deberá evitarse un trabajo excesivo de la superficie de hormigón que haga aflorar lechada a los niveles superiores, para lograr las tolerancias especificadas.

Igualmente, en este tipo de superficies, antes de proceder a su terminación deberá esperarse un tiempo prudencial que permita eliminar toda el agua de exudación.

Además de las tolerancias de terminación establecidas en este acápite las Obras de hormigón deberán cumplir las tolerancias de dimensiones, alineamiento y niveles establecidas en Código ACI 117 del Manual of Concrete Practice del American Concrete Institute.

#### **4.8. Insertos**

Los refuerzos e insertos que irán embebidos en el hormigón estarán sujetos a aprobación en terreno, previamente a la colocación del concreto. Los insertos serán chequeados con instrumentos de topografía, incluso durante el hormigonado y al término de éste.

En el momento de vaciar el hormigón los refuerzos y las porciones de los insertos que irán embutidos en el concreto deberán estar libres de aceite, tierra, polvo, escamas sueltas, chapa de laminación, óxido y mortero suelto.

Los dobleces de la enfierradura que sobresalgan del hormigón ya fraguado, deberán ser sometidos a aprobación y cualquier daño causado a los refuerzos o a los concretos mismos, por ellos, será corregido de una manera aprobada por la ITO de la obra.

Las intersecciones entre las barras de refuerzo deberán ser amarradas en forma segura y sostenidas en su lugar durante la operación de vaciado del hormigón.

Todos los insertos, incluyendo: pernos de anclaje, manguitos, desagües, ángulos de refuerzo, elementos para las juntas de expansión y sellos para agua, como se muestran en los planos de diseño, deberán ser ubicados con precisión y anclados con seguridad en sus lugares según las tolerancias generales siguientes:

- Pernos de anclaje: de acuerdo al Code of Standard Practice for Steel Building and Bridge, punto 7.5 (AISC).
- Insertos de plancha: se aceptará una tolerancia de colocación de  $\pm 5$  mm en horizontal y en vertical con respecto a los ejes del proyecto.
- Insertos de cañerías: se aceptará una tolerancia de  $\pm 3$  mm en la ubicación del centro del eje de la cañería en horizontal y en vertical.

Deberá disponerse suficiente tiempo para su inspección antes del vaciado del hormigón.

Los pernos de anclaje se asegurarán mediante una plantilla rígida de madera o de acero aprobada y ubicada a la elevación aproximada de la futura placa base.

Las soldaduras de cualquier clase sobre las enfierraduras o partes embutidas deberán estar sujetas a aprobación. Cuando las soldaduras sean aprobadas se ejecutarán en concordancia con AWS D 1.4-79.

Las barras de refuerzo se deberán colocar en su posición en estricto cumplimiento con los planos y se deberán fijar adecuadamente.

#### **4.9. Inspección de Hormigones y Moldajes**

Sin que ello signifique limitación o relevo de responsabilidad al CONTRATISTA, la ITO deberá aprobar:

- 1) Control de las proporciones de las mezclas para el hormigón.
- 2) Inspección de las plantas y equipos para confeccionar el hormigón.
- 3) Inspección, ensayos y aprobación de los materiales.
- 4) Inspección de los moldajes, lo que deberá incluir:
  - Diseño de los moldajes a usar.
  - Diseño de elementos de ajuste y desmoldaje.
  - Diseño de alzaprimas.
  - Diseño de cuñas y facilidades para su regulación.
  - Elementos de sujeción.
  - Contraflechas y su control.
  - Compuestos desmoldantes.
  - Composición y modulación de los tableros en caso de hormigones a la vista en los distintos ambientes con indicación expresa de los detalles de canterías que disimulen las juntas de tablero y construcción según planos y ETG de arquitectura L7-C07032-ID-S01-2AR-ETG-0001.
- 5) Inspección de la colocación de armaduras.
- 6) Inspección de los soportes y andamios.
- 7) Inspección de los equipos para colocar hormigón.
- 8) Inspección de insertos y elementos embebidos.
- 9) Inspección de la colocación del hormigón, consolidación, terminación.

- 10) Inspección de las juntas de hormigonado y de trabajo.
- 11) Inspección de la reparación de hormigones defectuosos.
- 12) Inspección del retiro de moldajes.
- 13) Preparación de los ensayos de resistencia del hormigón.
- 14) Preparación de informes diarios y mensuales de todos los ítemes.

#### **4.10. Tolerancias de Ejecución de hormigones Estructurales**

Las dimensiones especificadas para el elemento de hormigón deberán cumplir con las tolerancias límites que se indican:

- a) Variación en la verticalidad
  - o En 3 m de altura = 5 mm
  - o En 6 m de altura = 10 mm
  - o Sobre 12 m de altura = 15 mm
- b) Variación en la horizontalidad
  - o Para vanos del orden de 3 m = 5 mm
  - o Para vanos del orden de 6 m = 10 mm
  - o Para vanos del orden de 12 m = 15 mm
- c) Variación de la sección en vigas y pilares
  - o Hacia adentro de la sección teórica = 6 mm
  - o Hacia afuera de la sección teórica = 12 mm
- d) Variación de la sección en fundaciones
  - o Hacia adentro = 15 mm
  - o Hacia afuera = 30 mm

Para otras tolerancias no indicadas, éstas estarán de acuerdo con la norma ACI 117.

## **5. ENFIERRADURAS**

### **5.1. Disposiciones Generales**

Las presentes disposiciones establecen los requisitos que deben cumplir las armaduras de refuerzo para hormigón armado.

La forma, dimensión y número de refuerzos de acero, se ejecutarán de acuerdo a los planos de enfierraduras del Proyecto. Cuando sea necesario, el CONTRATISTA deberá realizar planos de detalle partiendo de los planos típicos correspondientes. Estos planos deberán ser aprobados por la ITO, previa consulta al PROYECTISTA.

Deberá respetarse fielmente el empleo de acero del grado indicado en los planos. No se podrá mezclar en una misma obra aceros de diferentes grados sometidos a condiciones similares de trabajo. El empleo de aceros de igual grado pero de distinto origen deberá ser programado y autorizado por la ITO con consulta al PROYECTISTA.

Se exige el uso de acero de origen conocido y certificado de acuerdo a la aplicación de las Normas INN correspondientes.

El cambio de diámetro de barras deberá ser aprobado por el PROYECTISTA previa solicitud hecha a través de la ITO.

Se podrá almacenar las barras y rollos para hormigón, a la intemperie, pero ordenando cuidadosamente el material y evitando que quede en contacto con el suelo. Además las barras de refuerzo deberán protegerse adecuadamente del agua y la humedad.

### **5.2. Normas**

Las enfierraduras deben cumplir con las siguientes normas:

<b>Código</b>	<b>Título</b>
NCh 204	Acero barras Laminadas en Caliente para hormigón armado.
NCh 205	Acero barras estriadas para hormigón armado.
NCh 211	Barras con resaltes en Obra de hormigón armado.
NCh 218	Acero malla de alta resistencia para hormigón armado.
NCh 219	Construcción malla de acero de alta resistencia.
NCh 227	Alambres de acero para usos generales.
NCh 434	Barras de acero de alta resistencia en Obra de hormigón armado.

En todos los casos, se considera la última versión vigente a la fecha de emisión de este documento.

### **5.3. Materiales**

Se establecen las siguientes calidades de acero para las armaduras de refuerzo:

- Para estructuras principales de hormigón armado.

Las armaduras de refuerzo serán de acero calidad A630-420H según NCh 204.

### **5.4. Preparación de las Armaduras**

Los empalmes, ganchos, longitudes de anclaje y doblado de las barras se efectuarán según se indica en los planos de detalle de enfierradura o en su defecto regirán las prescripciones de las Normas INN.

Las barras de acero se cortarán y doblarán en frío, a velocidad limitada. Las barras que han sido dobladas no podrán ser enderezadas ni podrán volver a doblarse, excepto si se indica explícitamente en los planos de diseño.

Para las barras de acero grado A630-420 H, los planos indican las condiciones de empalme, longitudes de anclajes, doblado y otros.

El doblado de las barras deberá hacerse en máquinas dobladoras, estando prohibido doblar las barras a golpes.

El estirado del acero en rollo, se hará mediante el uso de estiradores manuales o mecánicos, prohibiéndose el uso de tractores o camiones para este propósito.

Todos los estribos deberán llevar ganchos en sus extremos, formando ángulos de 135°.

Antes del hormigonado se procederá a la limpieza de los fierros de toda materia extraña adherida a ellos como óxido en escamas, aceite, grasa o tierra, para lo cual se podrá utilizar arpillera, escobilla de acero o chorro de arena.

Los detalles de anclajes, ganchos, doblado de barras y traslapes se indican en el plano de Notas Generales.

En el caso de que la armadura en espera al hormigonado, sufra deterioro por falta de prolijidad en el tratamiento de las mismas por el CONTRATISTA, será de su cargo la reparación y/o reposición.

## **5.5. Colocación de las Armaduras**

Las armaduras deben colocarse limpias, exentas de polvo, barro, escamas de óxido, grasas, aceites, pinturas y toda otra sustancia capaz de reducir la adherencia con el hormigón.

Las armaduras que estuvieren cubiertas por mortero o pasta de cemento u hormigón endurecido se limpiarán hasta eliminar todo resto en contacto con las barras.

Durante la colocación y fraguado del hormigón las armaduras deberán mantenerse en las posiciones indicadas en los planos, evitando los desplazamientos o vibraciones enérgicas. Para esto deberán disponerse los elementos adecuados.

Se rectificará la posición de las armaduras en relación con el moldaje a fin de cumplir con las distancias protectoras especificadas, para lo cual se usará un número suficiente de separadores o fijadores de dimensiones adecuadas para cumplir con los recubrimientos previstos. Estos separadores serán hechos en mortero (pastillas), metálicos o de material plástico. No podrán emplearse trozos de ladrillos, piedras ni trozos de madera.

Las armaduras superiores en losas se apoyarán sobre puentes de acero de barras de 10 mm de diámetro y dimensiones tales que se cumplan los recubrimientos indicados en los planos. Tanto las armaduras superiores de losas como de vigas serán aseguradas en forma adecuada contra las pisadas.

Las amarras de armaduras se practicarán con alambre negro N° 18.

Los separadores de fierro de las mallas se colocarán de acuerdo a las indicaciones de los planos.

Se deberá evitar la deformación y deterioro de las armaduras durante la construcción mediante uso de pasarelas, banquetas, etc.

Cualquier variación en los diámetros, separación o posición de las barras deberá ser autorizada por la ITO.

Deberán consultarse los dispositivos (amarras) que aseguren el correcto control de los recubrimientos especificados, admitiéndose una tolerancia de  $\pm 6$  mm salvo en losas donde se admitirá  $\pm 3$  mm. El número de amarras será suficiente para impedir el desplazamiento relativo entre barras al hormigonar.

Los recubrimientos mínimos en cm medidos entre la superficie del concreto y el borde de la barra de refuerzo más próxima serán los indicados en el plano de Notas Generales, L7-C07032-ID-S01-2ES-PLA-0001, salvo indicación contraria en los planos.

No se aceptará una diferencia superior al 10% del valor especificado.

Las barras que interfieran con tuberías o casilleros deberán desplazarse, pero no más de 5,0 cm. Si el desplazamiento necesario es mayor, la barra se cortará y se reforzará la zona con armadura de la misma sección interrumpida, traslapada en no menos de 40 diámetros.

La distancia libre entre barras paralelas no deberá ser inferior al diámetro de las barras y, por lo menos igual a 1,3 veces el tamaño máximo del agregado grueso.

En todo caso, deberá cumplirse que el hormigonado de los elementos estructurales se realice en forma de asegurar la debida compactación del elemento y el llenado completo de los vacíos entre barras.

Cuando las armaduras en vigas sean colocadas en 2 o más capas, la distancia libre entre capas no será inferior a 2,5 cm y las barras de la capa superior deberán ser colocadas directamente encima de las barras de la capa inferior.

En pilares la distancia libre entre barras longitudinales no será inferior a 1,5 veces el diámetro de la barra, 1,3 veces el tamaño máximo del agregado grueso y no menor de 4,0 cm.

Las disposiciones anteriores no se aplicarán a los cruzamientos de las armaduras de distintas vigas, ni a la separación entre la armadura y estribos.

Ninguna enfierradura se colocará en contacto con el terreno natural, debiendo colocarse en todos los casos posibles sobre emplantillado de hormigón y respetando siempre el recubrimiento especificado.

Los refuerzos de resistencia deberán estar debidamente amarrados a los estribos y barras de repartición. Igualmente las mallas se amarrarán a los nudos de forma de asegurar que no se muevan durante el hormigonado y vibrado.

Se evitará más de un empalme en una misma sección transversal y, en todo caso, deberán ir en barras alternadas.

No podrán emplearse aceros de diferentes grados en un mismo elemento estructural, salvo indicación expresa en planos del proyecto.

La tendencia a la "rectificación" de las barras con curvaturas dispuestas en la zona de tracción, serán evitadas mediante estribos convenientemente distribuidos.



### **5.5.1. Ganchos, Anclajes y Traslapos**

Todas las barras deberán ser ancladas en sus extremos. Las barras cuyos anclajes no estén indicados expresamente en los planos deberán anclarse siguiendo las disposiciones de la norma ACI-318.

Los ganchos extremos, anclajes y traslapos se realizarán de acuerdo a lo dispuesto en la norma ACI 318 y se indican en el plano de Notas Generales.

### **5.6. Protección de las Enfierraduras**

El CONTRATISTA deberá tomar las medidas de protección que sean necesarias para impedir la rotura de amarras después de la inspección final y durante la concretadura e impedir cualquier efecto que pueda perjudicar la adherencia de las enfierraduras al concreto durante o después de su colocación.

Durante el vaciado del hormigón el CONTRATISTA deberá disponer a lo menos de un enfierrador.

Se deberá colocar, en cantidad suficiente, pisaderas, escaleras, pasarelas, soportes y otras instalaciones provisionales, para que el personal no necesite trepar, caminar o colgarse de las armaduras. El CONTRATISTA deberá prevenir a todo su personal, de evitar los movimientos de las enfierraduras.

En todos los casos posibles, se deberá amarrar a un atiesador los extremos libres de las enfierraduras, especialmente aquellas barras que salen sobre el nivel de la concretadura. Como atiesador se empleará un tablón o una barra de hierro adicional.

### **5.7. Mallas Soldadas**

Se usará sólo en los lugares especificados por el PROYECTISTA y deben cumplir con las Normas INN correspondientes.

### **5.8. Inspección**

Sin que ello signifique limitación de la responsabilidad del CONTRATISTA, la ITO deberá aprobar por escrito:

- Sistema de almacenaje de las barras y rollos
- Sistema de clasificación e identificación de orígenes y calidad de las barras de refuerzo.
- Recepción de todas las armaduras colocadas en obra, previo al hormigonado.

## **6. IMPERMEABILIZACIONES**

### **6.1. Generalidades**

La estructura principal del Proyecto corresponde al Edificio de Tableros 20kV. Esta estructura posee un nivel subterráneo que quedará expuesto a la humedad. Además debido a la acción de las lluvias la cubierta del edificio debe ser protegida para evitar cualquier ingreso de agua al interior del Edificio.

Otro punto crítico en cuanto a la impermeabilización es la cubierta del pique liner, la cual posee una estructura de hormigón armado que debe ser impermeabilizada para evitar el ingreso de agua al interior del pique.

Por lo tanto, se deduce la fundamental importancia de las impermeabilizaciones en cuanto a la calidad de los productos y su colocación en OBRA.

### **6.2. Inspección**

Previo a la ejecución de los trabajos el CONTRATISTA deberá someter a la aprobación de la ITO, una muestra de los productos que empleará acompañando el correspondiente certificado de procedencia y calidad otorgado por un organismo calificado.

La ITO podrá hacer controles de calidad, conforme a las partidas que se vayan empleando en la obra.

Cualquier alteración en la calidad del material, que no cumpla los requerimientos de esta especificación será rechazada ya sea en bodega o colocado.

En caso de dudas sobre la calidad y ejecución de las impermeabilizaciones, la ITO solicitará pruebas de agua en la forma y sectores que determine.

El CONTRATISTA deberá dar aviso anticipadamente a la ITO de la iniciación de ejecución de estas partidas, indicando programa y secuencia de los trabajos.

### **6.3. Especificaciones Generales**

#### **6.3.1. Preparación de la Base**

La base sobre la cual se aplicarán los productos impermeabilizantes deberá estar absolutamente seca, limpia y sin resaltes de ningún tipo, de modo de contar con una superficie compatible con los productos a aplicar.

En caso de existir nidos estos deberán ser tratados previamente, incorporando aditivos que mejoren la adherencia e impermeabilidad (SIKA LATEX, etc.).

### **6.3.2. Protección del Sistema de Impermeabilización Colocado**

Dada la relativa fragilidad de los elementos de impermeabilización es importante el cuidado que se tenga en el almacenaje, transporte y colocación de estos elementos.

Dado que los mayores daños se producen una vez colocado el producto, se deberá prohibir la circulación sobre ellos, ya sea de personas o equipos, lo cual exige una coordinación adecuada entre la colocación y protección. Esta última deberá ejecutarse lo antes posible para evitar además la acción deteriorante de la radiación solar y el consiguiente envejecimiento prematuro.

### **6.3.3. Responsabilidad**

Será de responsabilidad del CONTRATISTA la ejecución de las reparaciones de fallas de impermeabilizaciones o filtraciones que hubiera en la obra antes y después de ejecutados los rellenos. Para los casos detectados una vez realizados los rellenos, el CONTRATISTA presentará la especificación de reparación a la ITO para su aprobación y ejecutará los trabajos a su cargo durante todo el período establecido en las Bases Administrativas para estos efectos.

## **6.4. Impermeabilización Tipo "A". Cara exterior de muros perimetrales en subterráneo.**

Impermeabilización asfáltica aplicada en frío para paramentos verticales en la forma siguiente:

### **6.4.1. Preparación de la Base**

El hormigón de la base deberá tener al menos 21 días de edad y totalmente seco. La ITO verificará esta condición y dará la autorización previa para proceder con la aplicación de esta impermeabilización. La superficie deberá estar limpia y deberán eliminarse previamente las protuberancias mayores de 3 mm de espesor. La limpieza podrá hacerse por barrido, siendo preferible el empleo de sopladores.

Si hubieren quedado nidos de piedra, deberán repararse previamente con un mortero de cemento con INTRAPLAST o equivalente. Si los nidos son superficiales, deberán retaparse con IGOL PLÁSTICO o equivalente. Estas reparaciones deberán hacerse previo a la aplicación del imprimante.

---

**6.4.2. Imprimación**

Se aplica una mano de IGOL PRIMER o equivalente, cubriendo totalmente la superficie, a razón de 400 gr/m<sup>2</sup>. Esta aplicación se puede hacer a pistola, permitiéndose una dilución del 10% como máximo.

**6.4.3. Impermeabilización**

Una vez que la capa de imprimante se encuentre bien seca al tacto, se aplican dos manos (en paramentos verticales) de IGOL DENSO o equivalente, a razón de 250 gr/m<sup>2</sup> por mano. Esta aplicación deberá hacerse con brocha.

**6.5. Impermeabilización Cubierta Edificio 20kV.**

Para esta impermeabilización se debe considerar lo indicado en ETG de arquitectura L7-C07032-ID-S01-2AR-ETG-0001.