

# SUPERMERCADO ELTIT ALTO VILLARRICA

UBICACION: CAMINO SEGUNDA CAJA AL VOLCAN N° 1500, VILLARRICA, REGION DE LA ARAUCANIA

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE OBRA GRUESA

### LUIS SOLER P. & ASOCIADOS

Ingeniería de Proyectos

NOMBRE

FIRMA

FECHA

PREPARO : JUAN CARLOS RIVERA T. 27 JULIO 2020

REVISO : DARIO MUTOLI L. 20 JULIO 2020

APROBO : JUAN ERENCHUN S. 20 JULIO 2020

REV N°	DESCRIPCION	APROBACION INGENIERO			APROBACION CLIENTE		
		Jefe Disc.	Jefe Proy.	Fecha	Ing. Coord.	Jefe Proy.	Fecha
A	EMITIDO PARA LICITACION	J.C.R.	J.E.S.	20-07-20			
0	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	J.C.R.	J.E.S.	27-08-20			

# INDICE

## Página N°

1	GENERALIDADES.....	3
1.1	Objetivo.....	3
1.2	Normas y Códigos.....	3
2	EXCAVACIONES, RELLENOS.....	5
3	RADIERES.....	5
3.1.1	General.....	6
3.1.2	Dimensiones.....	6
3.1.3	Hormigón Radieres.....	6
3.1.4	Dosificación.....	7
3.1.5	Mezclado.....	7
3.1.6	Transporte.....	8
3.1.7	Colocación.....	8
3.1.8	Compactación.....	8
3.1.9	Terminación.....	8
3.1.10	Curado.....	8
3.2	Condiciones de Colocación.....	9
3.2.1	Condiciones Ambientales.....	9
3.2.2	Preparación De La Base Estabilizada.....	9
3.2.3	Moldes.....	9
3.3	Juntas.....	9
3.3.1	Juntas De Contracción (corte con sierra).....	9
3.3.2	Juntas De Hormigonado (juntas de construcción).....	10
3.3.3	Sellado de Juntas.....	10
3.3.4	Controles.....	10
4	MATERIALES.....	10
5	HORMIGONES ESPECIFICADOS.....	11
6	MATERIALES PARA FABRICAR EL HORMIGON.....	11
6.1	Cemento.....	11
6.2	Áridos.....	12
6.3	Agua.....	13
6.4	Aditivos.....	14
7	MOLDAJES Y ALZAPRIMAS.....	14
8	ACERO DE REFUERZO.....	16
8.1	Tipo de Acero Especificado.....	16
8.2	Almacenamiento.....	16
8.3	Detalles del Refuerzo.....	16
9	FABRICACION Y COLOCACION DEL HORMIGON.....	17
9.1	Dosificación.....	18
9.2	Mezclado.....	18
9.3	Transporte.....	19
9.4	Colocación.....	19
9.5	Compactación.....	21
9.6	Protección y Curado.....	22
10	RETIRO DE MOLDAJES Y PUNTALES.....	22
11	TUBERIAS Y DUCTOS EMBEBIDOS EN EL HORMIGON.....	23
12	JUNTAS DE HORMIGONADO.....	24
13	COLOCACION DE INSERTOS METALICOS.....	24
14	CONTROL DE CALIDAD.....	25
14.1	Control de la Docilidad.....	25

14.2	Control de Tamaño Máximo. ....	25
14.3	Control de Resistencia. ....	25
15	ESTRUCTURA METALICA.....	27
15.1	Normas del Instituto Nacional de Normalización, INN. (Última revisión).....	27
15.2	Manuales .....	28
15.3	Materiales .....	28
15.4	Fabricación.....	30
15.5	Montaje .....	32
15.6	Protección Anticorrosiva Y Pintura de Terminación de la Estructura Metálica.....	33
15.7	Inspección .....	35
15.8	Losas Colaborantes.....	36
16	TECNICAS DE REPARACIÓN.....	38
16.1	Diagnóstico y Soluciones.....	38
16.2	Procedimientos de Reparación.....	42
16.3	Materiales para la Reparación. ....	46

## 1 GENERALIDADES.

La empresa constructora, deberá disponer en terreno de personal altamente capacitado y con la suficiente experiencia, como para dominar todos los aspectos del arte de la construcción.

Para la ejecución de todas las obras del presente proyecto, deberán seguirse estrictamente las indicaciones de los planos de las distintas especialidades y especificaciones generales, así como las disposiciones señaladas en las Normas Técnicas pertinentes, elaboradas por el Instituto Nacional de Normalización de Chile INN, vigentes a la fecha, o que se publiquen inmediatamente antes del inicio de la construcción.

En particular, deben cumplirse las que se mencionan en el “Listado de Normas Chilenas Oficiales del Área de Construcción”, además de las Especificaciones Técnicas Generales de la Dirección de Arquitectura del Ministerio de Obras Públicas (E.T.G.A.)

**Las anotaciones en los planos de estructuras priman sobre estas recomendaciones.**

**Se trata de un edificio nuevo y una ampliación de un edificio existente, modo que todas las cotas, niveles y dimensiones que involucren elementos existentes se deberán verificar en terreno. Diferencias detectadas en obra deberán ser oportunamente informadas a cálculo.**

**Se asume estructura existente en buen estado de conservación, de modo de que las intervenciones se limitan a lo indicado en planos, en caso de discrepancias, informar oportunamente a cálculo.**

### 1.1 Objetivo

Las presentes especificaciones técnicas contienen las disposiciones básicas para la construcción de los elementos y estructuras de hormigón armado, albañilería y metálicas.

El propósito es suministrar una información básica mínima que deberá ser complementada con los planos generales y de detalle, Especificaciones Técnicas de Arquitectura y las instrucciones que imparta la ITO durante el transcurso de los trabajos.

### 1.2 Normas y Códigos

Los requisitos de calidad y disposiciones constructivas establecidos en estas especificaciones, están basados en las normas técnicas y códigos siguientes:

Nch 148	Cemento - Terminología, Clasificación y Especificaciones Generales.
Nch 152	Cemento - Método de determinación del tiempo de fraguado.
Nch 158	Cemento - Ensayo de flexión y compresión de morteros de cemento.
Nch 162	Cemento - Extracción de Muestras.
Nch 163	Árido para morteros y Hormigones-Requisitos generales.
Nch 164	Árido para morteros y Hormigones-Extracción y preparación de muestras.
Nch 165	Árido para morteros y Hormigones-Extracción y preparación de muestras.
Nch 170	Hormigón-Requisitos generales.
Nch 171	Hormigón-Extracción de muestras del hormigón.
Nch 1019	Construcción - Hormigón - Determinación de la docilidad - Método del asentamiento del cono de Abrams.
NCh 1017	Hormigón - Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción.
NCh 1037	Hormigón - Ensayos de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas.
NCh 1998	Hormigón - Evaluación estadística de la resistencia mecánica.
ACI 318	American Concrete Institute.
D.S 60	Modifica ACI 318
ACI 117	Standard Tolerances for Concrete Construction and Materials.
Nch 203	Acero para uso Estructural - Requisitos.
Nch 204	Acero-Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
Nch 205	Acero-Barras reviradas para hormigón armado.
Nch 208	Acero laminado en barras para tuercas corrientes.
Nch 211	Barras con resaltes en obras de hormigón armado.
Nch 212	Acero Planchas delgadas laminadas en caliente para usos generales.
Nch 218	Acero-Mallas de lata resistencia para hormigón armado-Especificaciones.
Nch 219	Construcción-Mallas de acero de lata resistencia-Condiciones de uso en el hormigón armado.
Nch 301	Pernos de acero con cabeza y tuerca hexagonales.
Nch 304	Electrodos para soldar al arco manual-Terminología y clasificación.
Nch 306	Electrodos revestidos para soldar al arco aceros al carbono y aceros de baja aleación-Prescripciones.
Nch 307	Electrodos revestidos para soldar al arco-Aceros al carbono y aceros de baja aleación-Preparación de probetas para realizar ensayos.
Nch 308	Construcción-Especificaciones para el cálculo, fabricación y construcción de estructuras de acero.
Nch 428	Ejecución de estructuras de acero.
Nch 429	Hormigón armado-Parte 1.

Nch 791	Albañilería de ladrillos cerámicos-Terminología y clasificación.
NCh 1017	Hormigón - Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción.
NCh 1019	Construcción - Hormigón - Determinación de la docilidad - Método del asentamiento del cono de Abrams.
NCh 1037	Hormigón - Ensayos de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas.
NCh 1498	Hormigón - Agua de amasado - Requisitos
Nch 1928	Albañilería Armada-Requisitos para el diseño y cálculo.
NCh 1998	Hormigón - Evaluación estadística de la resistencia mecánica.
ACI 318	American Concrete Institute.
D.S 60	Modifica ACI 318
ACI 117	Standard Tolerances for Concrete Construction and Materials.
ACI 311	ACI Manual of Concrete Inspection.
ACI 315	ACI Detailing Manual.
ACI 347R	Guide to Formwork for Concrete.
ACI 308	Standard Practice for Curing Concrete.
	"Manual de Diseño de Estructuras de Acero"; Instituto Chileno del Acero.
	"Manual Técnico Nº 4, Pintura de Estructuras Metálicas"; Instituto Chileno del Acero.

## 2 EXCAVACIONES, RELLENOS.

Se procederá de acuerdo a lo indicado en el informe de Mecánica de Suelos de LABOTEC, cuyas disposiciones forman parte de estas especificaciones. Cualquier modificación a lo especificado en dicho informe, deberá consultársele oportunamente.

La calidad de los materiales de la base para pavimentos, rellenos laterales y mejoramientos de suelo, deberá ser también controlada y certificada por algún laboratorio competente oficial.

Los sellos deberán ser recibidos y aprobados por el Mecánico de Suelos, quedando un respaldo por escrito en el Libro de Obras.

## 3 RADIERES.

### a) Radier Interior Edificio Nuevo y Ampliación

En estas zonas el radier tendrá 15 cm de espesor, sin malla, apoyado sobre base estabilizada de 20 cm de espesor mínimo, de granulometría controlada según el informe de Mecánica de Suelos. El hormigón será calidad HF 3.5 con 90% de

nivel de confianza.

En este tipo de construcciones, es de especial importancia la buena ejecución de los radieres, de tal modo que estos queden en condiciones de soportar en forma óptima las cargas para los cuales fueron diseñados. Además, es importante que la superficie de los radieres no se deteriore con el tráfico de grúas horquilla u otro tipo de vehículos y conserve en el tiempo sus condiciones de tenacidad y firmeza.

Es por esta razón que en las presentes especificaciones generales, se incluye una especificación particular complementaria para este ítem, cuyas recomendaciones se detallan a continuación. Estas recomendaciones se orientan principalmente a los pavimentos en zonas de cargas importantes de este proyecto, sin desconocer que pudieran ser aplicables a los pavimentos interiores de los recintos para tránsito de personas.

### 3.1.1 General

La ejecución de un pavimento de hormigón de cemento, deberá cumplir con todas las Normas I.N.N. respectivas.

### 3.1.2 Dimensiones

El radier consistirá en un pavimento de hormigón de espesor definido en planos estructurales. Tendrá juntas transversales y longitudinales formando paños menores a 9 m<sup>2</sup>, según se indica en el planos.

### 3.1.3 Hormigón Radieres

**Todos los hormigones de radieres deben ser premezclados en planta debidamente autorizada. Queda estrictamente prohibido el uso de hormigones mezclados en obra.**

Materiales:

El cemento será Portland Puzolánico conforme a los requisitos establecidos por la Norma NCh 148 Of. 68. Los áridos serán chancados, en a lo menos 3 fracciones (grava, gravilla y arena) y que cumplan con los requisitos establecidos por Norma NCh 163 Of. 77.

El agua de amasado será potable, en caso contrario, deberá cumplir con los requisitos establecidos por la Norma NCh 1498 Of. 82.

En caso de usar aditivos para el hormigón, éstos contarán con la aprobación previa de la ITO, y se basarán en antecedentes previos como mezclas de prueba

en obras de pavimentación.

En caso de indicarse en planos estructurales, los elementos de traspaso de cargas en las juntas de hormigonado se materializaran con sistema Diamond Dowel.

El compuesto de curado deberá cumplir con las Normas ASTM C309-58 o A M 148-62, ser fabricados en base a resinas, reflejar más del 60% de la luz solar, poseer alta viscosidad y secado en tiempo máximo de 30 minutos, y que se pueda aplicar sin desmedro en sus propiedades aún en presencia de agua superficial.

La sierra para hormigón a usar, podrá ser del tipo de hoja de sierra de filo de diamante o de disco abrasivo, ambos refrigerados por agua.

El sello de juntas será del tipo masilla elástica acrílica que cumpla con las Normas AASHTO 173-74 y ASTM D 1850-51, que sea capaz de experimentar una deformación equivalente al 100% y con una adhesión tal, que pueda dilatarse en un 150% sin desprenderse.

El contratista presentará oportunamente a la I.T.O. los catálogos correspondientes de los aditivos, compuesto de curado y sello de juntas, quien expresamente autorizará su uso en la obra, luego de constatar que dichos productos satisfacen plenamente los requisitos establecidos en estas especificaciones técnicas. A su vez, el contratista mantendrá permanentemente, durante la ejecución de las obras, en un lugar visible, las etiquetas de los envases de los productos mencionados.

No se aceptará cambios de tipo y calidad de materiales durante la ejecución de la obra, salvo aceptación expresa de la I.T.O.

### **3.1.4 Dosificación**

Se preparará usando los materiales indicados en el Punto 6. En todo caso, debe considerarse una dosis de cemento mínimo de 320 Kg cem/m<sup>3</sup> de hormigón elaborado.

El hormigón resultante deberá cumplir con los requisitos de resistencia establecidos en el Punto 14.3 y durabilidad, de acuerdo a lo establecido en la Norma NCH 170 Of. 85.

### **3.1.5 Mezclado**

El mezclado y posterior revoltura de los materiales, será de tipo mecánico, con un tiempo mínimo de mezclado de 1.5 min.



### **3.1.6 Transporte**

Desde el lugar de preparación del hormigón hasta el lugar de colocación, se podrá efectuar en camiones mezcladores, camiones agitadores o camiones corrientes. En este último caso, las tolvas serán lisas y lo suficientemente estancas para evitar escurrimiento del mortero. Complementariamente el hormigón se cubrirá superiormente para reducir la acción del sol y del viento. La tolva se limpiará luego de cada viaje.

### **3.1.7 Colocación**

El hormigón se depositará sobre la base en su ubicación definitiva, evitando la segregación y se esparcirá uniformemente de preferencia con equipo mecánico.

### **3.1.8 Compactación**

La compactación se efectuará mediante cercha vibradora de superficie, complementada con vibradores de inmersión, preferentemente ambos lados de la losa, a una distancia aproximada de 0,30 m del molde y alrededor de los insertos.

### **3.1.9 Terminación**

La superficie será terminada con llana y llana mecánica (helicóptero). Debe quedar perfectamente lisa con una tolerancia máxima de  $\pm 2$  mm, medidas con regla de 3 mts. Este aspecto será especialmente controlado.

### **3.1.10 Curado**

El curado del hormigón se efectuará inmediatamente después de terminada la etapa anterior. El compuesto de curado se aplicará a toda la superficie libre del pavimento, mediante pulverizadores. La relación de aplicación del compuesto por unidad de superficie o el espesor de la membrana, deberá regirse por las indicaciones del fabricante.

Al retirar los moldes laterales, los costados de las losas que queden expuestas deberán ser protegidos inmediatamente con un tratamiento de curado igual al aplicado en la superficie.

Complementariamente, se recomienda el uso de techos móviles que impidan la acción directa de los rayos solares, que aumenten la humedad relativa y disminuyan la velocidad del viento sobre la superficie del hormigón (esta recomendación tiene carácter de obligatoria en los radieres en condiciones ambientales severas, como puede ser, temperatura ambiente superior a 25°C y vientos fuertes).

## **3.2 Condiciones de Colocación**

### **3.2.1 Condiciones Ambientales**

No se permite la ejecución de pavimento durante lluvia, ni con temperaturas ambientales inferiores a 5° ni superiores a 30°.

### **3.2.2 Preparación De La Base Estabilizada**

Previo a la colocación del hormigón, la base estabilizada definida en el informe de mecánica de suelos se humedecerá superficialmente con agua, evitando la formación de charcos.

### **3.2.3 Moldes**

El hormigón, al momento de colocación, deberá quedar restringido lateralmente, ya sea por vigas de fundación, por la pared lateral de un pavimento existente o moldes metálicos previamente cubiertos con desmoldante. Serán de una pieza, con un espesor mínimo de 6 mm., altura igual al espesor de la losa de hormigón, una longitud de 3.0 m. y de sección transversal que muestre en su parte central una saliente en forma trapezoidal. Longitudinalmente, los moldes deberán ser rectos, sin curvaturas, deflexiones ni abolladuras u otros defectos. Adicionalmente el contratista mantendrá en obra la cantidad de moldes adecuada, de acuerdo al avance de ésta y deberá asegurar entre moldes la linealidad general, perfecto afianzamiento entre moldes y base y entre moldes, así como la estanqueidad y limpieza sucesiva de éstos, luego de cada uso.

En caso de que alguna de las caras del radier vaya a quedar restringida por vigas, se pondrá una lámina de 1 cm de poliestireno expandido al momento de vaciar el hormigón, a fin de evitar la adherencia entre ambos y posterior agrietamiento transversal de las vigas por efecto de las retracciones experimentadas por el radier.

## **3.3 Juntas**

Todas las juntas deberán presentar la misma textura, densidad y lisura que las demás áreas del pavimento a ambos lados de la junta.

Las juntas de hormigonado que no tengan machimbre en el moldaje (juntas rectas) deberán tener elementos de traspaso materiaizados con sistema Diamond Dowels de espesor y separación definido en planos.

### **3.3.1 Juntas De Contracción (corte con sierra).**

Se dispondrán como se especifica en los planos estructurales.

Las juntas a materializar mediante aserrado, se formarán aserrando un ranurado en la superficie de la losa con dos aserrados, el primero tendrá un ancho de aproximadamente 6 mm. y una profundidad equivalente a  $\frac{1}{4}$  del espesor de la losa; el segundo se materializará centrado proporcionalmente al primero, dejando una ranura de aproximadamente 13 mm de ancho total, en una profundidad aproximada de 30 mm, en la cual se instalará un respaldo del sello para impedir la ligazón del sello con la fisura inducida. Las dimensiones del sello deberán cumplir aproximadamente con las proporciones 1:1.

### **3.3.2 Juntas De Hormigonado (juntas de construcción).**

Se especifican en los planos estructurales. En caso que no sean especificadas, se deberán considerar acorde a un área máxima de 625 m<sup>2</sup> de radier y dando privilegio a paños aproximadamente cuadrados.

Serán del tipo rectas, con elementos de traspaso, según se indica en planos.

### **3.3.3 Sellado de Juntas**

Previo al sellado, cada junta deberá ser limpiada completamente de todo material extraño, asimismo, las caras de la junta deberán estar limpias y con la superficie seca cuando se aplique el sello. Se aplicará con pistola de calafateo u otro equipo que garantice uniformidad y continuidad en su colocación.

La cantidad de sello será tal que cubra la junta hasta unos 4 mm bajo el nivel superior del pavimento.

### **3.3.4 Controles**

Las exigencias solicitadas deberán cumplirse mediante certificados otorgados por laboratorios autorizados.

La superficie terminada deberá estar conforme con los perfiles y secciones transversales del proyecto, adicionalmente, no deberá acusar en todo su desarrollo, puntos altos o bajos que excedan 2 mm, cuando se coloque sobre ella, una regla de 3 m paralela y transversal al eje del tramo.

## **4 MATERIALES.**

No podrán emplearse materiales y elementos industriales de construcción que no reúnan las condiciones y calidades que exige el INN.

**Todos los hormigones deben ser premezclados en planta debidamente autorizada. En elementos estructurales, queda estrictamente prohibido el**

**uso de hormigones mezclados en obra.**

## **5 HORMIGONES ESPECIFICADOS.**

Los hormigones a utilizar serán de calidad H-30 y H-25, según el tipo de elemento. Estas calidades se rigen de acuerdo a lo indicado en la Norma NCh 170, con 90% de nivel de confianza. De acuerdo a nueva clasificación de la NCh 170 Of. 2016, los hormigones clasifican como G-35 y G-20, respectivamente.

La docilidad, medida por el asentamiento de cono, será la necesaria para lograr una colocación y compactación adecuadas siempre que sea compatible con las resistencias requeridas. Se admiten los siguientes conos de asentamiento:

<b>ELEMENTO</b>	<b>CONO (cm)</b>
Vigas, Fundaciones, Pedestales, Muros y Losas	5 - 8
Radieres	4 - 6

Los valores anteriores pueden ser modificados por la ITO de acuerdo a los métodos de colocación, densidad de enfierraduras y consolidación propuesta por la Empresa Constructora o ITO. Lo anterior, no implicará variaciones en los costos de la propuesta.

## **6 MATERIALES PARA FABRICAR EL HORMIGON.**

Prevía autorización de la ITO, cuando por situaciones estrictamente excepcionales, se requiera fabricar hormigones en obra, en su preparación deberán seguirse las siguientes recomendaciones, siendo válidas también para hormigones premezclados en planta.

### **6.1 Cemento.**

#### **6.1.1 Tipo de Cemento especificado:**

Podrá utilizarse cualquier cemento nacional puzolánico, clasificado como corriente según la norma NCh 148: Melón Especial, Polpaico Especial, Inacesa Especial o Bío-Bío Especial.

El uso de cementos de alta resistencia o de origen extranjero, sólo podrá ser aprobado por el Calculista o la ITO.

### 6.1.2. Almacenamiento:

Es necesario prevenir la hidratación y envejecimiento del cemento. Para esto la empresa contratista deberá almacenar el material en bodegas o silos, ya sea que el cemento se acopie en bolsas o a granel, que protejan el material de la humedad y otros agentes climáticos. Además el almacenamiento debe ser tal que permita emplear el cemento cronológicamente por orden de llegada siendo conveniente fechar las partidas para evitar que queden sacos rezagados.

### 6.1.3 Control de Calidad en obra:

Se deberá examinar el cemento al momento de ser usado, observando la existencia de grumos y verificando la resistencia que ellos oponen a la presión de los dedos: si se deshacen fácilmente no existe riesgo en emplearlo de lo contrario significa que el cemento se ha hidratado parcialmente y no deberá ser usado sin un examen previo de laboratorio. A pesar de lo anterior, si a juicio de la ITO se sospecha que el cemento ha perdido sus cualidades debido a acopios mal realizados o almacenamiento prolongado (superior a 60 días), se realizará un control de calidad a través de un muestreo según la norma NCh 162 y los ensayos correspondientes son los indicados en las normas NCh 152 y NCh 158.

## 6.2 Áridos.

### 6.2.1 Tipo de Árido Especificado:

Se podrá utilizar áridos de procedencia natural o producidos mediante un proceso de chancado. Para cualquiera de ellos, se deben cumplir todas las exigencias planteadas en la norma NCh 163, de manera de garantizar las propiedades requeridas para el hormigón premezclado: docilidad, resistencia y durabilidad.

Especial cuidado se pondrá en la elección del tamaño máximo nominal del agregado. Se especifica este como  $1\frac{1}{2}'' = 40\text{ mm.}$  para elementos de dimensiones mayores a 15 cm. y  $\frac{3}{4}'' = 20\text{ mm.}$  para elementos de dimensiones menores o iguales a 15 cm., pero no debe ser superior a:

- $\frac{1}{5}$  de la separación menor entre los lados del moldaje.
- $\frac{1}{3}$  del peralte o espesor de la losa.
- $\frac{3}{4}$  del espaciamiento mínimo libre entre barras de refuerzo.

Materiales que no cumplan con los requisitos de la norma antes mencionada, pueden permitirse mediante una aprobación especial por parte de la ITO, cuando se presente una evidencia aceptable de comportamiento satisfactorio. En cuanto a las limitaciones de tamaño, éstas pueden omitirse si a juicio del profesional de

obra, la trabajabilidad y los métodos de compactación del hormigón son tales, que éste puede colocarse sin que se formen nidos u otros defectos. En estos casos, la ITO debe decidir si se omiten o no las limitaciones en el tamaño máximo.

### **6.2.2 Almacenamiento:**

El acopio de los áridos debe ser tal que se evite la segregación, la contaminación y la fragmentación. La empresa contratista deberá contar con canchas debidamente preparadas para el acopio del material, libres de vegetales o arcillas, con un drenaje adecuado y situadas lo más próximo posible a la planta de hormigón para evitar un transporte excesivo.

Los áridos de distinto origen, o de diferentes tamaños, deben acopiarse claramente separados.

### **6.2.3 Control de calidad en Obra:**

Según el control de calidad dispuesto por la ITO, la arena se someterá a las pruebas mínimas de porcentaje de arcilla, para lo cual se dispondrá en obra de los elementos de laboratorio mínimo indispensables.

Los áridos que contengan un porcentaje levemente en exceso de arcilla, podrán lavarse suficientemente en obra si ello fuere factible y se rechazarán aquellos que a simple vista presenten incorporadas sustancias orgánicas, grasas, maicillo y arcilla en cantidad excesiva.

## **6.3 Agua.**

### **6.3.1 Tipo de agua especificada:**

El agua que se emplee en la confección y curado de hormigones deberá ser potable.

La ITO podrá autorizar el empleo de agua no potable, siempre y cuando ésta cumpla con los requisitos de la norma NCh 1498 y cuando los cubos de mortero hechos con el agua en cuestión tengan una resistencia igual a los 7 y 28 días de al menos el 90% de especímenes semejantes hechos con agua potable. Conviene además analizar sistemáticamente estas aguas para comprobar que no aumenta su salinidad e impurezas a lo largo del tiempo.

### **6.3.2 Almacenamiento:**

El agua debe almacenarse en estanques o depósitos protegidos de manera que impidan su contaminación o descomposición.

## 6.4 Aditivos.

Se acepta el empleo de aditivos aceleradores de fraguado, plastificantes e impermeabilizantes, siempre y cuando, éstos provengan de firmas comerciales técnicamente reconocidas, exigiendo del fabricante la correspondiente garantía.

En todo caso, el uso y control de los aditivos será realizado por un laboratorio competente y autorizado por la ITO.

El empleo de aditivos podrá ser rechazado por la ITO si a su juicio técnico no resulta aplicable o beneficioso en algún grado o aspecto. En todo caso, el uso de cualquiera de estos, deberá contar con la aprobación escrita de parte del fabricante de hormigones (o morteros), indicando claramente que éste no resulta perjudicial al producto premezclado o predosificado, y entregando al mismo tiempo los cuadros de dosificaciones correspondientes.

### 6.4.1 Almacenamiento:

Los aditivos deberán almacenarse en bodegas cerradas y mantenerse siempre en su envase original, protegidos de la humedad y de las temperaturas extremas para evitar deterioros y precipitación de sus componentes.

Las partidas de aditivos deben mantenerse fechadas y con indicaciones del fabricante sobre duración o merma de su efecto por almacenamiento prolongado.

## 7 MOLDAJES Y ALZAPRIMAS.

Serán metálicos que reúnan las condiciones de resistencia, estabilidad, estanqueidad y rigidez suficientes para soportar la caída del hormigón y su vibración. Los elementos soportantes y de refuerzo deberán tener las dimensiones, calidad y número necesarios que aseguren la indeformabilidad, y se construirán de modo que permitan un descimbramiento seguro, fácil, con aflojamiento paulatino, sin golpes ni sacudidas.

Los soportes se apoyarán sobre elementos continuos (tablones, etc.) de tal modo de no producir presiones puntuales en el terreno ni en la losa.

Los moldajes y alzaprimas se dispondrán de tal manera que al descimbrar se conserven los elementos que quedarán como soportes de seguridad y las bases en que descansan directamente.

El moldaje se construirá con la contraflecha necesaria para que al descimbrar; los elementos de la estructura, éstos adopten la forma prevista.

Se construirá de modo que permita una total limpieza antes del hormigonado,

dejándose para tal efecto aberturas en la base de pilares, en el arranque de vigas y cadenas y en la cara inferior de vigas profundas.

La I.T.O. deberá tener una preocupación constante y permanente en la verificación de los niveles de moldaje y alzaprima antes y durante la colocación del hormigón.

El tipo de moldaje deberá ser adecuado a la calidad de terminación exigida según Especificaciones de Arquitectura.

El uso sucesivo de los moldajes estará condicionado a la reparación y limpieza después de cada uso, hasta reponerlos al estado original.

Los moldajes deberán calibrarse de acuerdo a las siguientes tolerancias, salvo indicación contraria en los planos, o lo que determine la I.T.O.

- Desplome de superficies o aristas en altura (variación en la verticalidad):

En 3 m. de altura	= 5 mm.
En 6 m. de altura	= 10 mm.
Sobre 12 m. de altura	= 20 mm.

- Desnivelaciones de superficies (variaciones en la horizontal) :

Para vanos de 3 m.	= 5 mm
Para vanos de 6 m.	= 10 mm.
Sobre 12 m.	= 20 mm.

- Variaciones de ejes y posiciones relativas :

En 3 m.	= 10 mm.
En 12 m.	= 20 mm.

- Variación de la sección en vigas, pilares y muros:

Hacia adentro de la sección teórica	= 6 mm.
Hacia afuera de la sección teórica	= 12 mm.

- Variación de la sección en fundaciones

Hacia adentro de la sección teórica	= 15 mm.
Hacia afuera de la sección teórica	= 30 mm.



## **8 ACERO DE REFUERZO.**

### **8.1 Tipo de Acero Especificado.**

El acero de refuerzo, barras y estribos, para los elementos de hormigón armado, será de calidad A630-420 H, con resaltes, y deberá cumplir con la NCh 204 y NCh 211.

### **8.2 Almacenamiento.**

El sistema de almacenamiento deberá ser tal que evite la oxidación de los fierros, separándolo del suelo y protegiéndolo de las acciones climáticas si es necesario.

### **8.3 Detalles del Refuerzo.**

#### **8.3.1 Generalidades:**

Para las disposiciones constructivas de las armaduras, se deberán seguir las contenidas en la NCh 429.

Todas las armaduras se ubicarán ciñéndose estrictamente a los planos de estructuras y respetando completamente los largos y formas de barras, estribos y empalmes que allí se indican.

#### **8.3.2 Doblado:**

Todo el acero de refuerzo debe cortarse y doblarse en frío a velocidad limitada.

Ningún acero de refuerzo parcialmente embebido en el hormigón debe doblarse en obra, excepto cuando así se indique en los planos de diseño.

Las barras que han sido dobladas no serán enderezadas.

#### **8.3.3 Condiciones de la superficie del refuerzo:**

Las armaduras se hormigonarán estando absolutamente limpias, exentas de polvo, barro, escamas de óxido, grasas, aceites, pinturas, lechada de cemento y toda otra sustancia capaz de reducir la adherencia con el hormigón.

#### **8.3.4 Colocación del Refuerzo:**

Deberán respetarse los siguientes recubrimientos mínimos entre la superficie del hormigón y la enfierradura más próxima admitiéndose una tolerancia de  $\pm 6$  mm.

ELEMENTO	RECUBRIMIENTO MINIMO (S.I.C.)
Fundaciones	50 mm.
Pedestales	40 mm.
Vigas de fundación	50 mm.
Vigas de amarre - muros	25 - 30 mm.
Losas	15 mm.

El espaciamiento libre entre barras paralelas (de una misma capa) no deberá ser inferior que el diámetro de las barras, ni 25 mm., ni  $1 \frac{1}{3}$  del tamaño máximo nominal del agregado.

La armadura superior de vigas y losas serán aseguradas en forma adecuada contra las pisadas.

Cuando las armaduras de vigas sean colocadas en dos o más capas, la distancia libre entre capas no será inferior a 25 mm. y las barras de la capa superior deberán ser colocadas directamente encima de las barras de la capa inferior.

Los espaciamientos y recubrimientos anteriores deberán materializarse disponiendo elementos de sujeción y separadores adecuados que eviten desplazamientos o vibraciones enérgicas durante la colocación y fraguado del hormigón. Podrán ser metálicos, de mortero o de material plástico ("torres" para las losas), no podrán emplearse trozos de ladrillo, piedras ni trozos de madera.

### 8.3.5 Detalles Especiales:

En caso de no haber indicación en planos sobre armadura de repartición en losas en la zona de suples, se podrá usar  $\phi 8 @ 25$  mínimo para tal efecto.

En general, se consideran en el proyecto uniones de las barras por simple traslapo colocando las barras a empalmar en contacto y amarrándolas con alambre a lo largo de toda la longitud del empalme. Las longitudes de empalmes no indicadas serán:

Para cualquier diámetro,  $\emptyset$  en cm, usar  $60 \emptyset + 10$  cm

No podrán usarse uniones soldadas o dispositivos mecánicos de unión salvo indicación contraria en planos de estructuras.

Todos los estribos deberán llevar gancho en sus extremos formando un ángulo de  $45^\circ$ .

## 9 FABRICACION Y COLOCACION DEL HORMIGON.

## 9.1 Dosificación.

La dosificación será estudiada por un laboratorio autorizado oficial y debidamente aprobado por la ITO antes de iniciar provisión a la obra y será la adecuada considerando:

- Grado del hormigón.
- Tipo de elemento a hormigonar.
- Método de colocación.
- Lugar de colocación (bajo/sobre napa).
- Tipo de compactación a utilizar.
- Condiciones climáticas y de accesibilidad.

Estas dosificaciones deberán verificarse en laboratorio (entregando informes oficiales a la ITO) por medio de ensayos de resistencia antes de ser aplicadas, preparando mezclas de prueba con los mismos materiales y en condiciones similares a las que se tendrán en la faena.

Se usarán los materiales que cumplen con lo especificado en el punto 4.

La medición del cemento se hará por pesaje con una tolerancia de  $\pm 1\%$  si es a granel, o empleando sacos completos si es envasado.

Los áridos se medirán por pesaje con una tolerancia de  $\pm 2\%$  y corregida según la humedad presente en el material.

El agua de amasado se debe medir con una tolerancia de  $\pm 1\%$ .

Los aditivos se incorporarán al hormigón de acuerdo con las recomendaciones y tolerancias dadas por el fabricante.

En ningún caso la relación agua-cemento será superior a 0.5.

## 9.2 Mezclado.

Esta operación tiene por objeto producir una mezcla homogénea de los componentes, con la docilidad requerida y sin segregación. El mezclado deberá realizarse en planta central fija o parcialmente en planta central completándose la operación en un camión mezclador. En cualquier caso, el tiempo de duración del amasado no será inferior a 1 ½ minuto, la velocidad de rotación debe corresponder a la especificada por el fabricante del equipo utilizado, no deben sobrecargarse más allá de su capacidad nominal y periódicamente debe hacerse eliminaciones de morteros adheridos y revisiones de las paletas y otras piezas expuestas a desgaste.

Como norma general, se suspenderá la provisión de hormigones cuando se prevea una temperatura menor a 4° C, así como en caso de lluvia. Sin embargo, la ITO podrá autorizar la provisión bajo esta última condición, siempre que se cuente con una instalación adecuada que impida el aumento del contenido de agua en la mezcla.

En caso de provisión de hormigones bajo las siguientes condiciones especiales:

- Tiempo frío.
- Tiempo seco, caluroso o ambiente con viento.
- Ambiente agresivo.

Todas claramente definidas en la norma NCh 170 en sus puntos 10.4.1, 10.4.2 y 10.4.4, se deberá cumplir estrictamente con las recomendaciones que al respecto establece la referida norma en sus anexos D, E y G.

### **9.3 Transporte.**

El hormigón debe transportarse de la planta premezcladora al sitio final de colocación empleando métodos que prevengan la segregación o pérdida de materiales que aseguren un abastecimiento adecuado para la velocidad de hormigonado programada y sin interrupciones que pudieran causar pérdida de plasticidad entre capas sucesivas de hormigonado.

### **9.4 Colocación.**

#### **9.4.1 Preparación del Sitio de Colocación:**

Para la colocación del hormigón deberá existir la debida autorización por parte de la ITO antes de proceder al llenado de cualquier elemento, el que habrá recepcionado las siguientes faenas previas según corresponda:

- Colocación de moldajes según sección 7 de estas Especificaciones Técnicas.
- Colocación de armaduras según punto 8.3 de estas Especificaciones Técnicas.
- Colocación de insertos metálicos según sección 13 de esta Especificaciones Técnicas.
- Colocación de elementos necesarios que permitan la pasada de ductos y tuberías a través de los elementos estructurales, para evitar el picado posterior del hormigón ya endurecido.
- Colocación de ductos y tuberías que quedarán embebidas en el hormigón

según sección 11 de estas Especificaciones Técnicas, especialmente en Estanques y Fuentes de Aguas.

- Recepción de sellos de fundación por parte del Ingeniero de Mecánica de Suelos.
- Limpieza minuciosa del sitio a hormigonar, el cual deberá estar libre de elementos sueltos y restos de lechada de cemento. En caso de juntas de hormigonado éstas, deben ser preparadas de acuerdo a la sección 12 de estas Especificaciones Técnicas.
- En lugares de difícil compactación, como en el fondo de vigas o donde existe una gran acumulación de armaduras, antes de colocar el hormigón deberá colocarse una capa de mortero de igual proporción cemento/arena que la del hormigón y de un espesor de 2 a 3 cm. Inmediatamente después se colocará el hormigón. Este procedimiento es aplicable solo en elementos que no son de hormigón visto.

#### **9.4.2 Hormigonado en Casos Corrientes:**

- La colocación del hormigón se realizará de acuerdo a un plan de trabajo organizado, teniendo en cuenta que el hormigón debe ser colocado en faena continua entre juntas de construcción previamente fijadas (ver sección 12 de estas Especificaciones Técnicas).
- La altura a que debe llegar el hormigón en su colocación debe estar limitada por la resistencia del moldaje a la presión que sobre él se ejerce.
- No se colocará en obra el hormigón que presente principio de fraguado, y no se aceptará agregar agua para devolverle su consistencia original. Como máximo, la pérdida de asentamiento de Cono de Abrams entre el instante de mezclado y el de colocación será de 2 cm.
- La altura de caída libre del hormigón, medido desde el punto de vaciado hasta el lugar de depósito definitivo debe ser la menor posible. En el caso de estructuras verticales como muros y pilares, esta altura será menor a 2.0 mts. En caso de ser necesario colocar el hormigón desde alturas mayores, la operación se hará mediante el uso de embudos o conductos cilíndricos ajustables, rígidos o flexibles, que dirijan el vaciado del hormigón de modo de impedir la segregación por la caída libre y el choque contra las paredes del moldaje.
- La colocación se efectuará por capas horizontales de espesor máximo de 40 cm.

- En el momento de colocación, deben cumplirse las siguientes condiciones de temperatura:
  - La temperatura del hormigón debe ser menor que 35°C en elementos corrientes y menor que 16°C en elementos cuya menor dimensión exceda de 0,8 m. (NCh 170).
  - La temperatura ambiente debe ser mayor que 5°C.
  - En caso de colocación de hormigón bajo las condiciones especiales referidas en el punto 9.2, se deberá cumplir las recomendaciones dadas por la norma NCh 170, anexos A.7 y A.8.
  - La Empresa Constructora preparará un plan y programa de hormigonados, según la Programación de Obra que se formalice durante el primer mes, entregando a la ITO un plano de zonas y secuencias de hormigonado, el que considere muros, losas, radieres, pilares, machones, etc.

## 9.5 Compactación.

Con la compactación se deberá conseguir que el hormigón adquiera la máxima densidad compatible con su dosificación, que recubra totalmente las armaduras, que rellene el moldaje completamente sin deformarlo excesivamente y sin producir nidos, y que se obtenga la textura superficial especificada.

La compactación se hará por vibración mecánica, usando equipos de aplicación interna (vibradores de inmersión) cuya frecuencia no deberá ser inferior a 8000 ciclos por minuto y aprobados por la ITO. Su número y características será el suficiente para la velocidad de hormigonado definida, el tipo de elemento a concretar y se contará con vibradores extras para uso de emergencia. El diámetro de los vibradores dependerá de la distancia entre armaduras del elemento a hormigonar.

El proceso de compactación deberá cumplir con los siguientes requisitos generales:

- El tiempo de vibrado, que depende del asentamiento de Cono y la potencia del vibrador, será determinado en obra.
- El vibrador se debe sumergir profundamente en la masa de hormigón, cuidando de introducir y retirar la aguja en forma vertical, con lentitud y a velocidad constante.
- La distancia entre los sucesivos puntos de inmersión debe ser la adecuada para producir en toda la superficie de la masa una humectación brillante, y no

debe exceder de 50 cm. ni 1.5 veces el radio de acción del vibrador utilizado.

- Cuando el hormigonado se realice por capas, el vibrador se debe introducir hasta que penetre unos 10 cm. en la capa inferior.
- No se debe introducir el vibrador junto a la pared del moldaje para evitar la acumulación de burbujas de aire y lechada a lo largo de dicha pared.
- No se permitirá aplicar los vibradores en las armaduras.

## 9.6 Protección y Curado.

Para que se produzca con éxito el proceso de hidratación del cemento, es necesario que el hormigón se encuentre en condiciones favorables de humedad y temperatura. Estas condiciones deben proporcionársele junto con la iniciación de su endurecimiento, con los procedimientos y materiales adecuados. Para tal efecto se deberá cumplir con las disposiciones de la norma NCh 170:2016 Capítulos 13 y 14, además de las siguientes disposiciones:

- En caso de utilizarse compuestos de curado o membranas en superficies que recibirán otro hormigón (juntas) o cuando han de recibir algún tratamiento como pintura, estuco, impermeabilización, sobrelosa o algún otro sobrepavimento de terminación, deberán ser cuidadosamente limpiadas para eliminar el compuesto de curado.
- Las superficies de hormigón que resulten expuestas por el retiro de moldajes durante el período de curado, deberán someterse a las condiciones de curado que corresponda.
- Por la longitud de las estructuras el periodo de curado debe mantenerse mínimo **15 días** para todo elemento. Este aspecto es fundamental para controlar el fenómeno de retracción del hormigón.

Cuando lo requiera la ITO, deberán realizarse ensayos adicionales de resistencia para asegurar que el curado sea satisfactorio, (de cargo del contratista).

## 10 RETIRO DE MOLDAJES Y PUNTALES.

El retiro de los moldajes se efectuará una vez que el hormigón esté lo suficientemente endurecido y sea capaz de soportar con seguridad los esfuerzos y deflexiones producidas por su propio peso y el de las cargas permanentes o temporales que puedan actuar sobre él.

Se deberán respetar las siguientes disposiciones generales:

- El retiro de moldajes debe realizarse sin producir sacudidas, choques, ni destrucción de aristas, esquinas o la superficie de hormigón.
- Los plazos mínimos antes de descimbrar son los establecidos en el artículo 15.2 de la norma NCh 170.
- Ninguna carga de construcción que exceda la combinación de la carga muerta más la carga viva especificada, deberá apoyarse en una zona de la estructura en construcción sin puntales a menos que un análisis indique que existe la resistencia adecuada para soportar tales cargas adicionales.

## **11 TUBERIAS Y DUCTOS EMBEBIDOS EN EL HORMIGON.**

La colocación de las tuberías y ductos embebidos en una losa, muro o viga (diferentes de los que sólo pasan a través de estos elementos) debe ser aprobada por el Ingeniero Calculista, salvo que éstas cumplan los siguientes requisitos:

- No deben tener dimensiones exteriores mayores de  $1/3$  del espesor total de la losa, del muro o de la viga, donde estén embebidos.
- No deben estar espaciados a menos de 3 veces su diámetro o 3 anchos medidos de centro a centro.
- No deben alterar significativamente la resistencia del elemento.

Los ductos y tuberías que pasen a través de losas, muros y vigas que no estén expresamente indicados en los planos de estructuras deberán ser consultados al Ingeniero Calculista.

Las tuberías y ductos de aluminio no deben dejarse embebidos en el hormigón estructural, a menos que se recubran o pinten adecuadamente para evitar la reacción hormigón-aluminio, o la acción electrolítica entre el aluminio y el acero.

Ningún líquido, gas o vapor, excepto el agua cuya temperatura y presión no excedan de  $32^{\circ}\text{C}$ . ni de  $0.35\text{ MPa}$  respectivamente, debe colocarse en las tuberías hasta que el hormigón haya alcanzado su resistencia de diseño.

En losas macizas, las tuberías deben colocarse entre las capas de armadura superior o inferior, a menos que se requieran para irradiar calor.

El recubrimiento de hormigón para las tuberías y sus conexiones no debe ser menor de 40 mm en superficies de hormigón expuestas al aire libre o en contacto



con el terreno, ni menos de 20 mm en aquellas que no estén expuestas directamente al terreno o al aire libre.

Las tuberías y ductos deben fabricarse e instalarse de tal forma que la armadura no requiera cortes, dobleces o desplazamientos fuera de su posición.

## **12 JUNTAS DE HORMIGONADO.**

Las juntas de hormigonado o construcción predeterminadas, serán aquellas previstas por la Empresa Constructora e informadas previamente a la ITO, para finalizar el hormigonado de algún elemento o para terminar una jornada de trabajo. La ubicación de estas juntas se determinará según el artículo 3 del anexo H de la norma NCh 170 Of. 85 y teniendo en consideración que la superficie máxima de losas por etapa de hormigonado será 250 m<sup>2</sup> y el espaciamiento máximo entre juntas en losas y en muros será no mayor a 15 m.

Se permitirán ángulos de inclinación de 90° en las juntas ubicadas en vigas y losas.

Las juntas de hormigonado o construcción imprevistas, serán aquellas provocadas por eventuales e insubsanables desperfectos en maquinarias o equipos o por cambios no previsibles en el clima. Deberán ser evitadas en lo posible.

En cualquiera de los dos casos anteriores, las juntas de hormigonado deberán ser ejecutadas según lo establecido en el artículo 11.9 de la norma NCh 170:2016.

No podrán concretarse sin puente de adherencia las juntas predeterminadas en que hayan transcurrido más de 28 días corridos de colocado el primer hormigón y las juntas imprevistas en que hayan transcurrido más de 21 días corridos de colocado el primer hormigón. Cualquier otro método de tratamiento para las juntas de hormigonado diferente al planteado en la norma antes mencionada, deberá ser aprobado por la ITO.

En todo caso, tanto para las Juntas horizontales y verticales, se deben tener presente también las indicaciones que incorpora la especialidad de Impermeabilización respectiva.

## **13 COLOCACION DE INSERTOS METALICOS.**

Previo al hormigonado, se deberá verificar la colocación de los insertos metálicos, todos los cuales deberán quedar embebidos en algunos elementos de hormigón.

La colocación se hará respetando la ubicación mostrada en los planos de diseño.

El suministro de los insertos metálicos será realizado por el fabricante de las Estructuras Metálicas. Al igual que toda la estructura metálica proyectada, ésta deberá llegar a obra con una mano de anticorrosivo y, en obra, aplicar una segunda mano de distinto color. El fabricante de dicha estructura metálica, confeccionará planos y detalles de fabricación y montaje, para VºBº de la ITO, previo a la provisión e instalación respectiva.

## 14 CONTROL DE CALIDAD.

El hormigón deberá ser sometido a un control de calidad que permita verificar que las propiedades especificadas se mantienen dentro de límites aceptables.

### 14.1 Control de la Docilidad.

El control de la docilidad se efectuará mediante el ensayo de asentamiento de Cono, el cual deberá efectuarse según la norma NCh 1019. Las muestras deben extraerse conforme a lo establecido por la norma NCh 171 y la frecuencia de muestreo se hará según NCh 170.

Se aceptará la docilidad del hormigón cuando esté dentro de las tolerancias que indica la siguiente tabla:

ASENTAMIENTO DE CONO (cm.)	TOLERANCIA (cm.)
$\leq 2$	$\pm 1$
3 a 9	$\pm 2$
$\geq 10$	$\pm 3$

### 14.2 Control de Tamaño Máximo.

Durante la obra se prestará atención al cumplimiento de la limitación del tamaño máximo nominal del agregado elegido de acuerdo al punto 6.2.1. Su control se efectuará por tamizado del hormigón fresco, con ayuda de un chorro de agua. Al menos el 85% en peso del árido total deberá ser de dimensión menor que el tamaño máximo especificado en la dosificación y el 100% será menor que el doble de los límites dados en 6.2.1.

### 14.3 Control de Resistencia.

Se controlará la resistencia de todas las clases de hormigones utilizados en obra, con el sistema de evaluación parcializada del lote por grupos de Muestras Consecutivas, denominado corrientemente Media Móvil. Para su aplicación se cumplirán las siguientes etapas:

### **Muestreo:**

Esta etapa debe ser realizada por personal especialmente adiestrado y experimentado siguiendo las disposiciones establecidas en la norma NCh 171.

Cada muestra estará constituida por un mínimo de tres probetas, y la frecuencia de muestreo para un tipo de hormigón determinado estará dada por el mayor entre los siguientes valores:

- \* Una muestra por cada día que se utilice dicho hormigón.
- \* Una muestra cada 50 m<sup>3</sup> de ese hormigón colocados en el día.
- \* Una muestra por cada 250 m<sup>2</sup> de superficie de radier, losa o muro hormigonados en el día, con dicho hormigón.
- \* Mínimo 3 muestras para el total de la obra.

### **Preparación de Probetas:**

Esta etapa se hará según norma NCh 1017: "Hormigón - Confección y Curado en obra de Probetas para Ensayos de Compresión y Tracción".

### **Ensayo de Probetas:**

Las probetas serán ensayadas a compresión según NCh 1037, por un laboratorio oficial autorizado por la ITO. De las 3 probetas que componen cada muestra, una será ensayada a los 7 días y las 2 restantes a los 28 días.

### **Evaluación de la resistencia (según NCh 1998):**

Para todos los tipos de hormigón se llevará un registro cronológico de resultados de los ensayos de cada muestra, obteniéndose:

$f_i$  = Resistencia promedio de la muestra  $i$ , calculado en base a los resultados de las 2 probetas ensayadas a los 28 días.

Estos resultados individuales se evalúan por grupos de tres muestras consecutivas a medida que se van obteniendo nuevos resultados, de manera tal que cada nuevo grupo está conformado por los mismos resultados que el grupo anterior, eliminando al más antiguo y agregando el resultado recién obtenido.

Se define entonces la Media Móvil como:

$$\bar{f}_m = \text{Promedio del resultado de tres muestras consecutivas} = f_{i-1} + f_i + f_{i+1}$$

3

si se agrega el resultado individual  $f_{i+2}$ , la Media Móvil pasaría a ser:

$$\bar{f}_m = \frac{f_i + f_{i+1} + f_{i+2}}{3}$$

Para establecer que cada parcialidad de un lote de hormigón evaluada según el procedimiento de Media Móvil de 3 muestras consecutivas cumple con la resistencia especificada, deben cumplirse simultáneamente los dos requisitos siguientes (probetas cilíndricas):

Para H-25 (G20)  $\bar{f}_m \geq 200 \text{ Kg./cm}^2$  y  $f_i \geq 165 \text{ Kg./cm}^2$

Para H-30 (G25)  $\bar{f}_m \geq 250 \text{ Kg./cm}^2$  y  $f_i \geq 215 \text{ Kg./cm}^2$

Cuando no se cumpla cualquiera de los dos requisitos anteriores, deben tomarse las medidas necesarias para incrementar el promedio de los resultados de los siguientes ensayos de resistencia.

Si la ITO lo estima conveniente, se efectuarán ensayos no destructivos (penetración de sonda, rebote de martillo, velocidad de pulso ultrasónico o arrancamiento) o ensayos de resistencia de testigos tomados de la estructura.

## 15 ESTRUCTURA METALICA.

Esta sección de las especificaciones cubre los aspectos de fabricación, provisión y montaje de las estructuras de acero del proyecto.

**Previo al montaje en obra, la empresa encargada de la fabricación las Estructuras Metálicas deberá confeccionar los planos de fabricación respectivos, los cuales deberán ser validados por esta oficina. Cotas y niveles deberán ser rectificadas por la constructora, previo a la fabricación, especialmente en el caso haber estructuras existentes.**

Las estructuras metálicas deben cumplir a lo menos con lo indicado en las normas y recomendaciones que se indican a continuación.

### 15.1 Normas del Instituto Nacional de Normalización, INN. (Última revisión).

Nch. 203	Acero para uso estructural
Nch. 206	Acero laminado en barras para pernos corrientes
Nch. 208	Acero laminado en barras para tuerca corrientes

Nch. 212	Acero Planchas delgadas laminadas en caliente para usos generales
Nch. 216	Acero. Planchas delgadas para usos estructurales
Nch. 217	Acero Planchas delgadas laminadas en frio y en caliente y planchas gruesas de acero al carbono. Terminología
Nch. 301	Pernos de acero con cabeza y tuerca hexagonal
Nch. 304	Electrodos para soldar al arco manual
Nch. 305	Electrodos para soldar al arco manual aceros al carbono y aceros de baja aleación. Códigos de designación e identificación.
Nch. 306	electrodos revestidos para soldar al arco aceros al carbono y aceros de baja aleación
Nch. 307	Electrodos revestidos para soldar al arco arcos al carbono y aceros de baja aleación; preparación de probetas para realizar ensayos
Nch. 308	Examen de Soldadores que trabajan con arco eléctrico
Nch. 427	Especificaciones para el cálculo de estructuras de acero para edificios
Nch. 428	Ejecución de construcciones de acero
Nch. 730	Perfiles estructurales soldados al arco sumergido
Nch. 776	Electrodos desnudos para soldar arco sumergido

## 15.2 Manuales

- "Manual de Diseño de Estructuras de Acero", ICHA del Instituto Chileno del Acero
- "Manual de Diseño Estructural CINTAC", Edición 2004.
- "Protección de Estructuras de Acero" del Instituto Chileno del Acero
- "Manual Técnico Nº 4 Pintura de Estructuras Metálicas" preparado por el Instituto Chileno del Acero
- "Manual de Pinturas y Revestimientos" preparado por la CCHC.
- "Recomendaciones de almacenamiento para productos de soldadura", preparado por INDURA.

## 15.3 Materiales

### 15.3.1 Procedencia y Garantía:

Los materiales deberán ser nuevos, sin uso anterior, con certificados del fabricante que asegure el cumplimiento de las condiciones de calidad exigidas.

Para perfiles plegados se usará acero calidad A270 ES.

Para perfiles armados se usará acero calidad ASTM A36.

Perfiles cerrados tipo MM de Formac se usará acero calidad A345ESP.

Para planchas de conexión se usará acero calidad ASTM A36.

Todos los elementos metálicos de zonas húmedas deberán ser galvanizados en caliente.

Para elementos a la intemperie, se recomienda usar elementos galvanizados en caliente o protección equivalente.

La tolerancia en dimensiones no excederá de las máximas especificadas por la Norma Inditecnor Nch. 428. NO se aceptarán defectos superficiales que excedan de 0.5 mm. de profundidad.

Defectos mayores motivarán el rechazo del material, y su cambio total.

No se aceptarán tampoco fallas de laminación (pliegues, fisuras, rechupes, etc.).

### **15.3.2 Soldadura:**

Se usará electrodos de la serie E 7010, E 7011, E 7014 y E 7018 (AWS - ASTM) según los espesores a unir y deberán ceñirse a las Normas Inditecnor Nch. 304, 305, 306 y 308.

El fabricante deberá contar con recintos adecuados para el almacenamiento de los materiales que se utilicen en la fabricación. Esta disposición es principalmente válida y se hará cumplir en forma terminante y permanente en el caso de los electrodos. Estos deberán estar almacenados en un recinto especialmente acondicionado y para almacenaje exclusivo de electrodos. El recinto tendrá una temperatura permanente no inferior a 25° y una humedad relativa no superior a 40%.

Todas las uniones soldadas, deberán ser tratadas y selladas con masilla.

La inspección de la soldadura considerara como mínimo revisión visual e inspección por líquidos penetrantes

### **15.3.3 Pernos:**





“Para conexiones metálicas con pernos de diámetros menor a 5/8” se usará pernos corrientes A420-230 ó ASTM A307.

“Para conexiones metálicas con pernos de diámetro mayor o igual a 5/8” se

usará pernos de alta resistencia ASTM A325. El apriete de tuercas en estos pernos será controlado y deberá cumplir con nivel de apriete para conexiones de deslizamiento crítico. Considerar valores de pretensión mínima indicados en Tabla J3.1 de Norma NCh427/1:2016.

Para pernos de anclaje usar acero ASTM A36 o A270 ES. No se autoriza el uso de pernos de anclaje tipo SAE. El apriete de tuercas en estos pernos se hará en forma manual de forma de no dañar el hormigón del elemento al cual se están anclando.

### Valores de torque normales sugeridos para elementos de sujeción Industrial (según manual de Torque Hand Tool División)

GRADOS Y MARCAS AMSCREW	ESPECIFICACION	1/4"		5/16"		3/8"		7/16"		1/2"		9/16"		5/8"		3/4"		7/8"		1"		1.1/8"		1.1/4"		1.3/8"		1.1/2"	
		lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m	lbs/pie	kg/m
 GRADO 2	ASTM A-307 GRADO A	6	0.83	11	1.52	19	2.63	30	4.15	45	6.22	66	9.12	93	12.86	150	20.75	202	27.90	300	41.50	474	65.60	659	91.10	884	122.30	1057	146.20
 GRADO 5	ASTM A-449 TIPO 1	9	1.24	18	2.48	31	4.30	50	6.90	75	10.37	110	15.21	150	20.75	250	34.58	378	52.30	583	80.60	782	108.20	1097	151.70	1461	202.10	1748	241.70
 GRADO 8	ASTM A-354 GRADO BD	13	1.80	28	3.87	46	6.36	75	10.37	115	15.90	165	22.82	225	31.12	370	51.17	591	81.70	893	123.50	1410	195.00	1964	271.60	2633	364.10	3150	435.60
 A 325	ASTM A-325 (NOTA 1)	—	—	—	—	—	—	—	—	100	13.83	—	—	200	27.66	365	49.10	525	72.60	790	109.30	1060	146.60	1495	206.80	1960	271.10	2600	359.60

## 15.4 Fabricación

**15.4.1** El fabricante hará entrega a la I.T.O., para su inspección, de aquel material elaborado que haya pasado sus propios controles internos y que - a su juicio - se encuentre en condición de ser recibido conforme. Si no cumple este requisito, la I.T.O. no hará la recepción de que se trate y las consecuencias de ello serán de responsabilidad del Fabricante y Empresa Constructora.

Este dispondrá el material, cuya recepción pide, en posición física y forma tales que pueda ser inspeccionado exhaustivamente y al mismo tiempo, proporcionará el personal de obreros adecuados a la movilización de las piezas pesadas que deban cambiarse de lugar para ser examinadas.

Será también obligación del Fabricante, llevar un "Libro de Obra" en triplicado, con el objeto de dejar constancia del desarrollo del trabajo que se anotará.

El fabricante de estructuras metálicas, deberá proporcionar a la ITO para VºBº, planos de fabricación, detalles y montajes, especificando claramente todos los elementos necesarios para el armado y montaje.

**15.4.1.1** Modificaciones u órdenes especiales emanadas de la I.T.O.

**15.4.1.2** Observaciones, peticiones u otras situaciones que el Contratista estime necesario dejar constancia por escrito.

**15.4.1.3** Anotaciones de las piezas que se encuentran en condiciones de inspección en negro, o terminadas de pintura (1<sup>er</sup> anticorrosivo) y que hayan sido aprobadas por la Inspección interna del Fabricante.

**15.4.2** El Fabricante no podrá exigir el Inspector que efectúe recepción del material elaborado, si éste no es accesible fácilmente.

**15.4.3** Será deber y atribución de la I.T.O., verificar y exigir que los certificados de calificación de los soldadores se encuentren vigentes mientras desempeñen sus funciones, por lo que la E.C. dará todas las facilidades para llevar a cabo su labor. Si embargo, si la I.T.O. considerase necesario que se efectúe una nueva calificación de algunos de los soldadores, aún cumpliendo con el requisito anterior, estos exámenes se llevarán a efecto por cuenta y cargo del Fabricante y E.C., en algún organismo competente, calificado de acuerdo a indicaciones de la I.T.O.

La certificación deberá estar plenamente vigente y deberá corresponder a un organismo de calidad reconocida. La certificación se hará de acuerdo a lo establecido en NCh 308 o su equivalente según norma AWS.

La certificación será válida solo para los procedimientos, electrodos y posición de soldadura que establezca el certificado, dando preferencia al soldador que califique para soldar en cualquier posición. El soldador estará autorizado a realizar el tipo de trabajo para el cual se encuentra calificado, o aquellos para los que se requerirá una calificación menor.

**15.4.4** Las soldaduras se inspeccionarán, como mínimo visualmente y mediante inspección por líquidos penetrantes. Antes de inspeccionadas las piezas por la Inspección Interna del Fabricante, y previo a la inspección propia de I.T.O., deberán limpiarse perfectamente de salpicaduras y escoria de soldaduras. Deberán, además, haber sido eliminadas las rebabas en las perforaciones y los cantos agudos que impidan la adherencia de la pintura.

**15.4.5** La I.T.O. podrá rechazar material que - a su juicio - esté defectuoso, hacer levantar soldadura o rechazar pintura cuya correcta ejecución se preste a dudas.

Igualmente pondrá especial cuidado en la fiscalización de la limpieza del acero, de su capa de laminación y de cualquier rastro de materias grasas antes de la pintura antióxido, sin perjuicio de velar por todos los demás aspectos de la



correcta ejecución en taller.

**15.4.6** Si es inevitable efectuar una reparación en taller, por medio de soldadura, en una pieza en que se hubiera ya pintado, se quemará la capa de pintura con llama oxiacetilénica, limpiando luego perfectamente la superficie, antes de soldar.

**15.4.7** Si el Inspector de la ITO lo exigiere, estas reparaciones deberán hacerse en su presencia. La pintura se repondrá a continuación, de modo que no haya diferencias en su calidad ni en su espesor de capa con aquella que protege el resto de la pieza.

**15.4.8** El Fabricante ensamblará en taller las unidades de estructura más representativas y las que señale y apruebe la I.T.O. El armado previo se hará con dispositivos que aseguren la forma exacta de la estructura respecto a los planos.

Sobre estas unidades armadas se efectuará el reconocimiento de los ensambles más importantes y se dilucidarán las imprecisiones que pudieran presentar los planos.

Si la comprobación determinase modificaciones, se corregirán los planos y se modificará la estructura, sin cargo alguno.

**15.4.9** Tolerancia:

En uniones de tope soldadas

Desplace: 5% del espesor de la más delgada

Garganta:  $\pm 1$  mm.

## **15.5 Montaje**

### **15.5.1 Apernado y Soldado:**

**15.5.1.1** El montaje de las estructuras debe ser realizado en forma tal que no produzca problemas con el resto de los trabajos de la obra. Se emplearán los equipos adecuados para no producir esfuerzos no considerados en el cálculo y que puedan causar deformaciones en las estructuras.

A fin de asegurar la estabilidad de la estructura, el contratista deberá presentar la secuencia de montaje de todos los elementos principales para ser aprobada por cálculo. Elementos secundarios pueden obviarse de este plan de montaje.

**15.5.1.2** Todos los soldadores serán calificados, y comprobados previamente por la I.T.O. Este será requisito indispensable para que sean admitidos en la faena.

**15.5.1.3** La calificación de los soldadores se renovará periódicamente cuando lo

determine la I.T.O.

**15.5.1.4 Se deberá privilegiar la ejecución de soldaduras en maestranza.** En caso absolutamente particular, previa autorización de la I.T.O. y del calculista, para realizarlas se debe cumplir lo siguiente:

Todas las uniones soldadas en terreno serán hechas en superficies limpias y sin pintura. En caso de que, por cualquier motivo, la superficie que se suelde esté revestida con pintura, ésta se removerá por medio de solventes, por procedimientos mecánicos o mediante la llama de un soplete oxi-acetilénico ajustada para que no sobrepase los 250 grados centígrado.

La superficie deberá ser limpiada de toda substancia extraña e inmediatamente antes de soldarse, será pulida con esmeril de accionamiento electromecánico. Si la I.T.O. o el Ingeniero Calculista estiman conveniente que la soldadura sea evaluada mediante ensayos no destructivos, ésta deberá ser ensayada mediante procedimientos de algún laboratorio certificado.

Las soldaduras ejecutadas en terreno se regirán por las mismas exigencias para soldaduras ejecutadas en taller, ello incluye inspección visual e inspección por líquidos penetrantes, como mínimo.

**15.5.1.5** Los cordones de soldadura deberán ser aplicados en los lugares y secuencias que determinen la menor retracción de las uniones soldadas, cuidando de que - por tanto - las tensiones internas que se induzcan sean mínimas.

## **15.6 Protección Anticorrosiva Y Pintura de Terminación de la Estructura Metálica**

### **15.6.1 Preparación de Superficie**

**15.6.1.1** Las superficies destinadas a ser pintadas se limpiarán de todos los aceites y grasas con que pudieren estar contaminados. Previamente se habrán removido las salpicaduras de soldadura y escorias en forma minuciosa y total.

**15.6.1.2** Luego se preparará la superficie limpiándola mediante arenado comercial.

### **15.6.2 Condiciones de Aplicación del Anticorrosivo**

No deberá pintarse en días de lluvia, llovizna o neblina, o cuando la humedad relativa del aire exceda del 70%.

Del mismo modo, no se pintará cuando la temperatura ambiente sea inferior a

5°C, o cuando se prevean temperaturas inferiores a éstas durante el tiempo secado. Tampoco se podrá pintar sobre superficies que excedan de 40°C.

No se pintará sobre superficies que estén húmedas.

Las superficies pintadas deberán quedar finalmente suaves, uniformes y sin chorreaduras.

Inmediatamente después de limpiar, se aplicarán 2 manos de anticorrosivo estructural aprobado por la ITO.

La primera capa se dará en un color, con un espesor mínimo de 1 mils en película seca. La segunda capa se dará con un color diferente al anterior, también en espesor de 1 mils medido en película seca. Ambas capas se darán en taller.

La primera capa de anticorrosivo deberá ser recibida por la ITO, no pudiendo el Fabricante aplicar la segunda sin haber cumplido dicho trámite.

La elección del anticorrosivo será compatible con pintura de terminación final y se ceñirá a recomendaciones de un especialista, en función del ambiente de exposición y la agresividad de éste.

### 15.6.3 Condiciones de aplicación de la Pintura de Terminación

Una vez concluida la aplicación del anticorrosivo, se procederá a revisar las superficies protegidas y comprobar si están aptas para recibir la pintura de terminación. El óxido que haya podido aparecer por una mala aplicación de la pintura protectora, deberá ser raspado, procediéndose a repasar la zona de la forma descrita anteriormente.

En todo caso se deberá limpiar la superficie de los restos de grasa, tierra, polvo y otras sustancias que pudieran haberse adherido durante o después del montaje o por cualquier otra causa.

No se podrá pintar cuando la temperatura ambiente sea inferior a 5° C ni cuando la temperatura de las estructuras sea superior a 50° C, así como tampoco en condiciones de lluvia, llovizna o neblina o polvo en suspensión. Sólo se podrá pintar sobre superficies absolutamente secas y cuando la humedad relativa del aire sea inferior a 70%.

La elección de la pintura de terminación final será compatible con el anticorrosivo y se ceñirá a recomendaciones de un especialista en función del ambiente de exposición y la agresividad de éste. Como criterio mínimo se recomienda usar pintura del tipo esmalte alquídico estructural.

La primera capa se aplicará en taller. El espesor de esta capa será de 1.5 mils mínimo en película seca. La aplicación se podrá efectuar mediante brocha o sistema Airless.

La segunda capa de terminación se dará en terreno y una vez montadas las estructuras. Será de un color diferente al de la capa anterior. El espesor será de 1.5 mils mínimo en película seca. La aplicación se podrá efectuar mediante brocha o sistema Airless.

El Inspector del Fabricante deberá controlar cada una de las etapas del proceso integral (en fábrica y en obra), viendo que se cumplan las exigencias de las especificaciones y midiendo entre otras cosas el espesor de película seca y la adherencia de cada capa de pintura, dejando constancia en el "Libro de Obra".

El proceso general de aplicación de las pinturas y su procedimiento, deberá estar conforme a las recomendaciones del Instituto Nacional de Normalización (INN) y del Manual del Instituto Chileno del Acero (ICHA), como también de las instrucciones que imparta por escrito a través del "Libro de Obra" el Inspector de Calidad de la Empresa y de la propia ITO.

## **15.7 Inspección**

### **15.7.1 Inspección de Trabajo en Taller:**

**15.7.1.1** Las estructuras en Maestranza y previo al tratamiento de protección, deberán contar con la aprobación de la I.T.O., lo que deberá constar por escrito y sin lo cual no podrá procederse a la protección, ni traslado a obra.

**15.7.1.2** La Inspección se realizará según Norma Nch. 428.

**15.7.1.3** La recepción por parte de los inspectores no exime al Contratista de la obligación de ejecutar los trabajos de acuerdo a las normas, planos y especificaciones.

**15.7.1.4** La I.T.O. debe recibir los materiales de acuerdo al siguiente procedimiento:

Acero estructural, según Nch. 203

Electrodos, según Nch. 304, 306 y 307

Pernos y tuercas de montaje, según Nch. 208 y 301, de acuerdo a certificados de calidad del fabricante.

**15.7.1.5** La Inspección de los elementos de la estructura metálica cubrirá los siguientes puntos:

Certificado de competencia de los soldadores, de acuerdo a una institución

autorizada. En todo caso, se podrán exigir pruebas de calificación según lo especificado en las Normas Nch. 308.

Dimensión de las piezas antes de soldar

Calidad de las soldaduras

Limpieza antes de pintar

Revisión de elementos terminados

Ubicación de pernos de anclaje

Posición y verticalidad de las columnas

Geometría general de la estructura.

**15.7.1.6** La Inspección de soldadura se realizará según Norma Nch. 428.

La ITO exigirá, cuando lo estime conveniente y necesario ensayos de radiografías (u otros) a cualquiera de las estructuras del proyecto, los que serán de cargo de la E.C. adjudicada.

**15.7.1.7** Serán causales de rechazo por examen visual de las soldaduras, los siguientes defectos que excedan las tolerancias: grietas, poros, falta de garganta, falta de lado, refuerzo excesivo, socavación del material base y traslado.

Las piezas dudosas se someterán a pruebas destructivas, inspección de rayos X u otros procedimientos, y si resultaren con defectos que excedan las tolerancias permitidas por Normas Inditecnor, tanto el ensayo o pruebas como la reposición de las piezas será de cargo del Contratista.

Asimismo, se verificará que las piezas no presenten deformaciones (revisado, etc.) que excedan las tolerancias establecidas en las Normas Inditecnor.

**15.7.1.8** Soldaduras ejecutadas en terreno se registrarán por las mismas exigencias a soldaduras ejecutadas en taller.

## **15.8 Losas Colaborantes**

Se consideran placas tipo Instadeck de espesor 0.8 mm, acero calidad ASTM A653, Gr 37 y galvanizado G-90.

El conjunto forma una losa colaborante de 150 mm de espesor, en hormigón H-25 según NCh 170 Of.85 (G20 según NCh 170 de 2016) y malla de refuerzo según se indique en planos. Se permite el uso de mallas electrosoldadas, las cuales deben traspalarse al menos 50 cm.

Previo al montaje de las placas colaborantes se aplicará una limpieza a la cara superior de las vigas para eliminar suciedad, grasas y óxido. Posteriormente se eliminará toda humedad existente en las vigas al momento de montar.

En caso de requerirse corte de las placas, éste se realizará sólo con esmeril angular provisto de disco diamantado de corte, utilizando un procedimiento aprobado por la ITO.

Previo al montaje de las placas, se hará el montaje de las escaleras de estructuras metálicas.

Se incorporarán traslapes estancos en las placas con el propósito de evitar el escurrimiento de lechada de hormigón. Los traslapes laterales entre placas se unirán con soldadura de tapón o filete, separadas a una distancia máxima de 1 m. entre centros, alternativamente podrá utilizarse remaches separados 1 m. entre sí. La ITO podrá ordenar el sellado de las juntas con cinta plástica adhesiva (TAPE) en lugares donde estime se producirán derrames o escurrimientos de lechada de hormigón, la cinta se ubicará en la cara inferior de las placas.

Deberá tenerse especial cuidado con la selección del proceso de soldadura de placas, el cual evitará perforación por exceso de calor local. La soldadura de tapón tendrá un diámetro mínimo de 12 mm., y como alternativa se podrá usar forma alargada con desarrollo mayor que el perímetro del caso anterior. Si se emplea soldadura de filete, deberá usarse 25 mm. como longitud mínima. La soldadura penetrará todas las capas de placas y tendrá fusión eficiente con el metal base. Se usará electrodo manual de la serie E60XX según Normas AWS.

Deberán proveerse nichos en la losa para resguardar eventuales instalaciones, de modo de evitar picado posterior del hormigón.

La longitud mínima de apoyo de las placas será:

- 50 mm. cuando los nervios se dispongan perpendiculares a la longitud de la viga de soporte.
- 70 mm. medido en la parte inferior de la onda cuando los nervios se dispongan paralelos a la longitud de la viga de soporte.

Todas las placas serán alzaprimadas en forma continua, de modo que la distancia máxima de cada vano de placa no supere el valor de 2.000 mm. Estas alzaprimas no podrán retirarse en tanto que el hormigón de la losa no alcance el 75% de su resistencia especificada y no antes de haber transcurrido 16 días a partir del comienzo de su fraguado.

Todas las placas se fijarán por medio de conectores a las vigas.

### 15.8.1 Conectores:

Se usarán conectores tipo Nelson Stud según norma ASTM A-108 (o equivalente) cuya colocación deberá ser realizada por instaladores autorizados por el

fabricante y siguiendo sus recomendaciones, además de los siguientes requerimientos mínimos:

- Resistencia mínima del acero de los conectores:  
 $F_y = 3500 \text{ kg/cm}^2$      $F_u = 4500 \text{ kg/cm}^2$
- La ubicación de los conectores será en la parte inferior de las ondas de las placas. La disposición, separación, ubicación y número será lo indicado en los planos de diseño.
- Se usará un máximo de 4 placas a fijar por los conectores.
- No se ubicarán los conectores sobre juntas de placas.
- El montaje del conector deberá garantizar las resistencias establecidas por el fabricante.
- Los conectores fijarán firmemente las placas en el área de apoyo sobre vigas.

## 16 TECNICAS DE REPARACIÓN.

A continuación se describen eventuales fallas para los diferentes elementos estructurales y sus correspondientes alternativas de restauración.

### 16.1 Diagnóstico y Soluciones.

#### 16.1.1 Hormigón armado – vigas:

DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grietas por flexión pura.</li> </ul>	<p>Evaluar la situación del elemento y determinar :</p> <p>a) Recuperar monolitismo :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Inyección de epoxi.</li> </ul> <p>b) Refuerzo del elemento :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Verificar armadura existente.</li> <li>- Reforzar en caso necesario, para lo cual se debe :</li> <li>- Colocar insertos (tipo anclajes) a través de perforaciones; relleno con epoxi.</li> <li>- Picar y colocar armadura adicional, hormigonar o rellenar con mortero epoxi.</li> <li>- Reforzar con armadura externa (platabandas adheridas con epoxi).</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Grietas por esfuerzo de corte. (tracción diagonal).</li> </ul>	

	Eventual demolición y reemplazo.
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rotura por compresión</li> <li>– Rotura por pandeo del alma (vigas de alma muy delgada T-I).</li> <li>– Rotura por deslizamiento de armaduras.</li> </ul>	<p>Analizar resistencia del hormigón y estado tensional de las armaduras.</p> <p>a) Refuerzo exterior con platabandas. b) Posible demolición y reemplazo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Rotura en antepechos, antetechos, vigas invertidas.</li> </ul>	<p>a) Reconstituir monolitismo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– Grieta limpia : inyectar epoxi.</li> <li>– Junta con suciedades : picar por sectores, rellenar con mortero epoxi.</li> </ul> <p>b) Revisar anclajes de armaduras, reforzar. c) Eventual demolición.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>– Nidos en fondos de vigas y nudos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Alzaprimado eventual.</li> <li>– Remoción del hormigón defectuoso.</li> <li>– Regularizar superficie.</li> <li>– Reemplazo del hormigón : <ul style="list-style-type: none"> <li>a) Defectos superficiales : Reconstituir recubrimiento mediante mortero de cemento con lechada de adherencia.</li> <li>b) Defectos profundos de poca extensión : Relleno con mortero epóxico.</li> <li>c) Nidos mayores de grandes volúmenes y/o extensión : Reemplazo con hormigón previa aplicación de puente de adherencia.</li> </ul> </li> </ul>

### 16.1.2 Hormigón armado - nudos de vigas - cadenas – pilares:

DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fallas en encuentros entre vigas y/o cadenas.</li> </ul>	<p>a) Picado, descubrir armaduras, colocar esquinero soldado a armadura existente. Rellenar con mortero epoxi o mortero de alta resistencia y puente de adherencia.</p> <p>b) Eventual refuerzo con armadura exterior.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Falla por cizalle en la unión.</li> </ul>	<p>a) Reconstituir monolitismo : reparar mediante inyección o mortero epóxico.</p> <p>b) Refuerzos en nudo :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Perforaciones verticales o inclinadas</li> <li>- Relleno epóxico.</li> <li>- Colocar insertos.</li> </ul>



### 16.1.3 Hormigón armado - losas:

DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN
- Grietas por flexión. (Losas en tramos interiores).	a) Reconstituir monolitismo : Inyección con epoxi. b) Aumentar armadura de tracción : Platabandas adheridas con epoxi. c) Reforzar y aumentar altura : - Sobrelosa armada adherida con epoxi. - Platabandas en zona inferior.
- Grietas por flexión. (Losas en volado).	a) Inyección con epoxi. b) Refuerzo : - Con armadura externa : Platabandas. - Ranurado, inserción de armadura y relleno con mortero epóxico. - Sobrelosa armada adherida con epoxi. (Verificar longitudes de anclaje)
- Punzonamiento.	a) Inyección con epoxi. b) Reducir concentración de tensiones mediante aumentos de sección del pilar y capiteles de acero y hormigón. c) Traspasar carga a elementos inferiores.

### 16.1.4 Hormigón armado - columnas – muros:

DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN
- Nidos de piedras en columnas y muros, generalmente coincidentes con juntas de hormigonado.	General : - Alzaprimar cuando el nido comprometa una sección importante. - Remover por picado todo el hormigón defectuoso y regularizar la forma geométrica de la cavidad. a) Nidos pequeños (espesor < 5 cm.). Rellenar con mortero epóxico. b) Nidos mayores : Aplicar puente de adherencia epóxico, rellenar con hormigón con aditivo expansor. c) Hormigón preempacado : árido grueso precolocado e inyección de mortero.

### 16.1.5 Hormigón armado - columnas:

DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN
- Grieta en junta de hormigonado.	a) Grieta limpia : inyección epóxica.  b) Grieta con aserrín, lechada o suciedades: alzaprimado, picado en ½ sección en espesor de 4 a 5 cm., relleno mortero epóxico. Después de 24 h. repetir en resto de la sección. Después de 48 horas, retirar alzaprimas.
- Grietas por esfuerzos de corte. Fracturas localizadas, eventual colapso del hormigón y pandeo de las armaduras.	a) Inyección de grietas y refuerzo con armadura exterior adherida con epoxi.
- Fracturas generalizadas.	b) Alzaprimado, demolición local, colocación de estribos, hormigonado, retiro de alzaprimas después de 7 días.

### 16.1.6 Hormigón armado - muros de hormigón:

DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN
- Defectos (grietas) en junta de hormigonado. Falla por esfuerzo de corte.	a) Grieta limpia : inyectar con epoxi.  b) Grieta con suciedades (aserrín) : picado por tramos en todo el ancho del muro y 4 a 5 cm. de espesor - relleno con mortero epóxico.
- Agrietamientos generalizados en muros de hormigón.	a) recuperar monolitismo : inyección con epoxi.  b) Análisis estructural; estudiar posibles refuerzos.

### 16.1.7 Hormigón armado - columnas:

DESCRIPCIÓN	ALTERNATIVAS DE REPARACIÓN
- Fallas por esfuerzos de corte en pilares cortos.	a) Inyectar pilares fisurados.  b) Demoler sectores muy dañados, revisar armaduras, hormigonar.  c) Eventual reemplazo de muros de relleno

	<p>por elementos más livianos.</p> <p>d) Eventual construcción de machones, cerrando algunos vanos para el corte.</p>
--	---

## 16.2 Procedimientos de Reparación.

### 16.2.1 Inyección de grietas:

La inyección de fisuras y grietas con resinas epóxicas tiene por objeto recuperar el monolitismo de las estructuras, gracias a las propiedades de adherencia y resistencia de estos materiales; las inyecciones son aplicables a grietas sin movimiento. Siempre es necesario verificar con extracción de testigos la penetración real de la resina.

#### a) Inyección Gravitacional

Alcance : Elementos horizontales (losas) con grietas de aberturas superiores a 1 mm.

Procedimiento : Limpieza con aire comprimido, sello en la cara inferior con masilla epóxica, ejecución de diques laterales con yeso o masilla en la cara superior; vaciar un sistema epóxico de viscosidad inferior a 200 cps para que fluya por gravedad al interior de la grieta.

#### b) Inyección a Presión

Alcance : Inyección de grietas y fisuras en cualquier posición. Para la inyección de grietas finas (<1mm) y particularmente en el caso de fisuras (< 0,5 mm) se deben emplear exclusivamente sistemas epóxicos de viscosidades inferiores a 200 cps.

Procedimiento: Limpieza, sellado superficial de la grieta con masilla epóxica, colocación de boquillas, inyección partiendo de las boquillas inferiores y avance hacia arriba a medida que la inyección progresa.

- Equipo Manual : Se utilizan sistemas epoxi de muy baja viscosidad y aplicación con pistolas de calafateo.
- Equipo Neumático : Se emplean equipos neumáticos con presión de aire comprimido de 2 a 7 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Equipo de Mezcla en Punta : Dosificación de los componentes a la salida del equipo, aplicación de altas presiones (hasta 14 Kg/cm<sup>2</sup>). Se emplean resinas con viscosidades bajas.

## 16.2.2 Reparaciones superficiales:

### a) Aplicación Manual

Alcance : Se aplican a fallas de reducido espesor (0 - 5 cm), que sólo afectan la superficie del hormigón o el recubrimiento de armaduras.

Procedimientos : Definir bordes con cortador angular. Eliminar por picado todo hormigón defectuoso. Obtener forma geométrica adecuada. Limpieza con aire y/o agua. Aplicar con brocha lechada de adherencia (especificaciones en 16.1.3.2). Preparar mortero 1:3 con arena gruesa de tamaño máximo 5 mm. o de 1/3 del espesor a rellenar; consistencia semiplástica y eventual aditivo expensor. Proyectar manualmente (chicoteo), compactar y alisar con platacho. Mantener húmedo por 7 días.

### b) Gunita : Mortero Proyectado

Alcance : Se aplica a fallas superficiales extensas o repetitivas. Recuperación del recubrimiento en el caso de corrosión de armaduras.

Equipos : Refuerzo de muros, agregando armaduras adicionales. Máquina lanzadora, compresor de capacidad superior a 400 pies<sup>3</sup> / minutos, accesorios complementarios.

Dosificaciones : Dosis de cemento superior a 350 Kg. / m<sup>3</sup>. Tamaño máximo de la arena  $\leq$  5 mm. Razón agua - cemento ; 0,35 a 0,40.

Procedimiento : Tratar superficie como en caso anterior, picando hormigón defectuoso y dando geometría adecuada. Limpiar armaduras, eventualmente con chorro de arena. Colocar malla de refuerzo cuando corresponda. Aplicar mortero a alta presión. Cuando se requiere una terminación lisa, será necesario aplicar una capa final de mortero ligeramente plástico, y luego afinar con platacho. Curado húmedo por 7 días.

## 16.2.3 Reemplazo de hormigón:

### a) Morteros Epóxicos

Alcance : Nidos pequeños, elementos cortados, reparaciones rápidas (gran resistencia en pocas horas-puesta en servicio en 24 - 48 horas).

Procedimientos :

- Alzaprimar cuando corresponda y/o reparar por parcialidades hasta completar el total de la superficie fracturada.

- Picar todo el hormigón defectuoso y regularizar superficies.
- Sólo se requiere moldajes en el caso de empezar morteros fluidos para rellenar lugares estrechos o de difícil acceso (grouting).
- Mezclar los componente A y B (resina y endurecedor). Agregar el componente C (filler) según dosis indicada por fabricante y/o hasta obtener consistencia requerida.
- Los morteros secos o plásticos se aplican a mano (emplear guantes de goma). Cuando sea necesario se debe utilizar moldaje lateral para confinar.
- Para colocar morteros fluidos o grouting, se ocupa moldaje lateral separado, vaciando el mortero por un costado hasta que aparezca por el costado opuesto.

Limitaciones : Esta solución sólo será efectiva si el hormigón antiguo tiene las características resistentes establecidas por el proyectista; si se trata de un hormigón débil será necesario proyectar un refuerzo estructural adicional.

#### b) Método Convencionales

Alcances : Reparación de nidos de piedras, rellenos de zonas defectuosas, aumentos de sección de elementos estructurales.

Procedimientos :

- Preparar la base.
- Remover todo el hormigón defectuoso.
- Picar hasta alcanzar al hormigón monolítico y dar forma geométrica adecuada.
  - Profundidad mínima 10 cm.
  - Espesor mínimo detrás enfierradura 2.5 cm.
  - Eliminar exceso de irregularidades.
- Aplicar puente de adherencia epóxico con brocha en la superficie de contacto.
- Instalar moldaje estanco provisto de buzón.
- Preparar hormigón.

- Resistencia similar o superior al resto de la estructura.
- Dosis mínima de cemento 340 Kg/m<sup>3</sup>, preferentemente de alta resistencia.
- Tamaño máximo del árido compatible con espesores a hormigonar y densidad de armaduras; generalmente menor de 20 mm.
- Docilidad : asentamiento de cono de 8 a 12 cm, según condiciones de compactación.
- Aditivos : expansor y eventualmente plastificante.
- Llenar y compactar cuidadosamente: Emplear vibrador de inmersión ( ø 30 mm) o varillas y macetas.
- Desmolde.
- Laterales después de 24 horas. Fondo después de 3 a 7 días según solicitaciones.
- Corte del saliente con cinceles, de abajo hacia arriba, después de 24 horas.
- Curado húmedo por 7 días.

Limitaciones : Esta solución sólo efectiva si el hormigón antiguo tiene las características resistentes establecidas por el proyectista; si se trata de un hormigón débil será necesario proyectar un refuerzo estructural.

a) Hormigón Preempacado. (Hormigón con árido grueso pre-colocado).

Definición : Inyección de mortero de cemento en los huecos de una masa compacta de agregados bien graduados y limpios, previamente colocados en el moldaje. Mayores antecedentes en ACI 304 Capítulo 7 “ Preplaced Aggregate Concrete”.

Alcances : Relleno de lugares de difícil acceso, en que la condición de colocación de un hormigón convencional es engorrosa o imposible. Por la necesidad de equipos especiales se aplica principalmente a soluciones repetitivas. Pueden obtenerse resistencias superiores a 250 Kg. / cm<sup>2</sup>; sus retracciones son muy reducidas.

Equipos : Equipos habituales para la inyección de morteros, como mezclador, agitador y bomba.

Grava : Apta para hormigones, lavada, de preferencia chancada, generalmente se utiliza grava de tamaño mínimo de 12 mm y máximo de 40

mm. y eventualmente de 25 mm. El porcentaje de huecos debe estar comprendido entre 38% y 40%.

Mortero : Cemento + arena + agua + aditivo; arena de tamaño máximo 1,2 mm. MF 1.2 - 2.0, aditivo especial que contenga estabilizador y expansor (polvo de aluminio). La mezcla debe ser fluida y estable, con bajas exudación y sedimentación. La proporción aglomerante - arena fluctúa de 1:1 a 1:2 medida en peso.

Procedimientos : Se coloca un moldaje estanco, que se rellena con grava; previo a la inyección, ésta se moja.

Se inyecta el mortero por las boquillas inferiores hasta que salga por las superiores (respiraderos); normalmente la presión de inyección es baja para no afectar a los moldajes.

Limitaciones : El hormigón antiguo debe tener las características resistentes establecidas en el proyecto.

### **16.3 Materiales para la Reparación.**

#### **16.3.1 Morteros de cemento:**

##### **Composición:**

Cemento : Corriente o Alta Resistencia según requisitos de resistencia y velocidad de fraguado.

Arena : Se empleará arena apta para hormigones con tamaño máximo de 2,5 a 5,0 mm. según empleo.

Dosis de Cemento : A falta de especificación se emplearán morteros 1:3 en volumen (1 saco de cemento por 100 litros de arena).

Agua : Potable y/o libre de impurezas.

Dosis : la menor posible compatible con condiciones de colocación.

Aditivos :

- Expansor para control de retracciones en morteros de relleno.
- Plastificante o fluidificante para morteros fluidos de inyección o grout.
- Aceleradores de fraguado: Trabajos rápidos de reparación (empleo limitado en contacto con armaduras).
- Emulsiones acrílicas: En lechadas de adherencia y aplicación de capas delgadas.

Nota : En cada caso, respetar dosis e instrucciones de aplicación de los fabricantes.

### **Requisitos:**

Resistencias Mecánicas: Igual o superior a la de los elementos que se deben reparar. Cuando no se especifique se recomienda una resistencia a compresión de 300 Kg. / cm<sup>2</sup>.

Bajas Retracciones. : Los morteros de reparación o de relleno deberán tener una retracción controlada. En general se recomienda el empleo de expansores para compensar la retracción plástica y exudación.

Trabajabilidad. : Empleo de morteros secos o ligeramente plásticos (baja razón agua - cemento) en todos los casos en que sea posible su aplicación. Cuando se requieran morteros para inyección o grouting emplear aditivos plastificantes o fluidificantes, manteniendo una razón agua - cemento baja.

Adherencia. : Emplear productos de adherencia acrílicos o epóxicos.

## **16.3.2 Morteros con polímeros:**

### **Composición:**

Definición: Son morteros de cemento a los cuales se les adiciona una emulsión de un polímero acrílico o Látex sintético.

Los polímeros actualmente empleados en la elaboración de estas emulsiones son de tres tipos: acrílicos, estireno-butadieno (SBR) y acetato de polivinilo (PVA); estos últimos no son recomendables para aplicación ambiente húmedo permanente.

Las emulsiones de polímeros tiene dos formas de aplicación características.

Lechadas de Adherencia: Utilizadas como puente de adherencia entre el mortero fresco y la base (mortero, hormigón o albañilería).

Para preparar la lechada de adherencia se mezcla cemento y arena fina en proporción 1:1 y luego se agrega la emulsión acrílica diluida en agua en la proporción indicada por el fabricante, mezclando hasta obtener una consistencia cremosa.

La lechada se aplica con brocha sobre la superficie; el mortero se debe aplicar sobre la lechada fresca antes de una hora.



Morteros con Polímeros: La adición de una emulsión acrílica a morteros de cemento mejora considerablemente algunas de sus propiedades:

- Elevada adherencia a la base (resistencia al corte  $28 \pm 5$  Kgf. / cm<sup>2</sup>)
- Resistencia a compresión a 28 días: 250 a 450 Kgf. / cm<sup>2</sup>.
- Resistencia a flexotracción a 28 días: 65 a 100 Kgf / cm<sup>2</sup>.
- Módulo de elasticidad en compresión: 250.000 Kgf / cm<sup>2</sup>.
- Baja tendencia a la fisuración.

La dosificación recomendada es de 1:3 a 1:3,5 (en peso) con una razón agua-cemento entre 0.30 y 0.40 (incluida la emulsión acrílica previamente disuelta en el agua).

Los morteros con polímeros se emplean principalmente en trabajos de reparación y aplicación de capas delgadas.

### 16.3.3 Morteros predosificados

Definición : Existen en el mercado diversos productos preparados en fábrica o en plantas, que se entregan listos para su empleo o sólo requieren que se agregue agua para su colocación en obra.

Ventajas : Productos de fabricación controlada, dosificación en peso, diseñados para fines específicos. Especialmente adecuados para trabajos de reparación donde se requieren productos de calidad y/o no existen los medios para una confección controlada.

Tipos : Morteros de reparación de baja retracción: Retracción controlada y/o efecto expansivo.

Morteros de fraguado rápido: Gran velocidad de endurecimiento para trabajos rápidos.

Morteros Tixotrópicos: Consistencia adecuada para trabajos en paramentos verticales y sobre cabeza sin correrse.

Morteros autonivelantes: Morteros fluidos para aplicar en superficie horizontales (pisos).

Morteros para grout o rellenos: Morteros fluidos, generalmente expansivos para trabajos de inyecciones y rellenos en lugares estrechos.

Propiedades : Las propiedades específicas varían de un producto a otro y entre los distintos fabricantes. En general están caracterizados por su elevada resistencia (sobre 300 Kgf / cm<sup>2</sup>), rápido desarrollo de resistencia, buena adherencia al hormigón y albañilería, baja retracción.

#### 16.3.4 Hormigones

Cemento : Corriente o Alta Resistencia según requisitos de resistencia y velocidad de fraguado.

Áridos : Deben cumplir requisitos para empleo en hormigones (Nch 163), especialmente composición granulométrica, resistencia y limpieza.

Tamaño máximo: compatible con espesores y densidad de armaduras de elementos a reparar.

En general, a falta de especificación se empleará una mezcla de arena y gravilla de tamaño máximo 20 mm. (3/4").

Agua : Potable y/o libre de sustancias extrañas, sales disueltas o partículas en suspensión.

Dosificación : Según requisitos de resistencia y trabajabilidad indicados por el Ing. calculista. A falta de especificación se empleará una dosis mínima de cemento de 340 Kg/m<sup>3</sup>.

Aditivos : Pueden emplearse distintos productos según requisitos particulares necesarios. Ver 16.1.3.5

- Resistencia Mecánicas. Igual o superior a la de la estructura que se vaya a reparar. En ningún caso la resistencia podrá ser inferior a 250 Kgf/cm<sup>2</sup>.
- Retracciones. Deberán ser lo más bajas posibles, lo que se obtiene :
  - con dosificación adecuada
  - mínima razón agua-cemento ( $a/c \leq 0,45$ )
  - Obtención de trabajabilidad mediante aditivos plastificantes o fluidificantes.
  - en volúmenes pequeños y confinados, emplear aditivo expansor.
- Trabajabilidad. Generalmente se requieren hormigones de elevada docilidad, lo que se obtiene con aditivos plastificantes o fluidificantes.  
Asentamiento de cono 10 a 20 cm.
- Adherencia. Asegurar la unión íntima con los hormigones de la estructura.
  - Reparaciones estructurales: emplear puente de adherencia epóxico.

- Reparaciones superficiales: emplear lechada con emulsión acrílica.
- Confección, Colocación y Curado. Según prescripciones de Nch. 170, extremando las precauciones en cada caso.

### 16.3.5 Aditivos

TIPOS Y DEFINICIONES	PROPIEDADES	APLICACIONES
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plastificantes.</li> <li>- Productos tensoactivos que permiten reducir la razón agua-cemento manteniendo constante la docilidad o bien, aumentar la docilidad con una misma razón agua – cemento.</li> </ul> <p>Dosis: 0.1 a 0.4% del peso del cemento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mejoramiento de la docilidad (asentamiento de cono).</li> <li>- Aumento de las resistencias por reducción de la cantidad de agua.</li> <li>- Disminución de la retracción plásticas e hidráulica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hormigones en general.</li> <li>- Reemplazos de hormigón.</li> <li>- Rellenos de nidos de piedras.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fluidificantes.</li> </ul> <p>Productos aniónicos que actúan por dispersión de los granos de cemento. Permiten obtener hormigones fluidos con razones agua .cemento bajas o normales.</p> <p>Dosis 0.5 a 1.5 % del peso del cemento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento considerable de la docilidad.</li> <li>- Baja segregación.</li> <li>- Alta resistencia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hormigones autonivelantes.</li> <li>- Hormigonado de lugares estrechos o de difícil acceso.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Expansores :</li> </ul> <p>Aditivos que reaccionan con compuestos del cemento formando gas generalmente hidrógeno- produciendo un pequeño aumento del volumen.</p> <p>Dosis : 2% del peso del cemento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento de la estabilidad plástica (reducen la exudación).</li> <li>- Mejora la docilidad.</li> <li>- Producen un pequeño efecto expansivo (aprox. 3%en pastas y morteros, 1% en hormigones).</li> </ul> <p>La expansión se produce antes del principio de fraguado.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rellenos de hormigón en pequeños volúmenes- Nidos de piedras, socialzados.</li> <li>- Rellenos con morteros en cavidades y huecos.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aceleradores y retardadores :</li> </ul> <p>Productos que reaccionan con algunos compuestos del cemento, acelerando o</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Acortar o alargar el inicio del fraguado.</li> <li>- Acelerar el desarrollo inicial de resistencias (1, 3 y 7 días).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Trabajos rápidos.</li> <li>- Reducir plazos de desencofrado.</li> <li>- Dilatar el inicio del fraguado (retardadores)</li> </ul>

retardando las reacciones de hidratación. Dosis : variable según efecto.	- Los retardadores generalmente no afectan las resistencias después de 3 días.	disponiendo de mayor plazo para la colocación.
<b>TIPOS Y DEFINICIONES</b>	<b>PROPIEDADES</b>	<b>APLICACIONES</b>
- Incorporadores de Aire : Producen microburbujas esféricas de aire, distribuidos en toda la masa del hormigón (efecto tensoactivo). Dosis : 0.03 a 0.10% del peso del cemento.	- Mejorar la resistencia del hormigón a los ciclos de hilo - deshielo. - Aumento de la docilidad. - Reducción de la capilaridad. - Disminución de la resistencia mecánica.	- Hormigones expuestos a ciclos de hielo-deshielo o efecto de sales. - Hormigón en ambiente marino.
- Aditivos de Adherencia : Aditivos en base a polímeros acrílicos. Dosis : Variable según producto y aplicación.	- Mejorar la adherencia de morteros a la base. - Reducen la retracción y tendencia a la fisuración. - Reducen el módulo de elasticidad.	- Morteros de reparación en general. - Aplicación de capas delgadas. - Lechadas de adherencia.

### 16.3.6 Sistemas epóxicos

#### Definiciones

Productos de origen sintético que endurecen por reacción química entre una resina y un endurecedor.

Las formulaciones habituales incluyen distintos tipos de endurecedores, modificadores, diluyentes y fillers minerales según el caso. Se entregan en 2 ó 3 componentes:

- Parte A Resina
- Parte B Endurecedor
- Parte C Fillers o áridos.

- Dosificaciones :

Debe respetarse rigurosamente la proporción resina : endurecedor (A:B) indicada por el fabricante. En la mayoría de los casos se emplean juegos completos predosificados.

La proporción de parte C (filler) puede ajustarse en obra según consistencia y propiedades requeridas.

Los sistemas epoxi, dependiendo de cada uso, podrán emplearse en forma de:

- Líquidos más o menos viscosos según la formulación;
- Pastas de consistencia espesa para lo cual se agrega polvo de cuarzo y eventualmente un agente tixotrópico;
- Morteros epóxicos: agregando a la mezcla resina-endurecedor una arena, generalmente cuarzo, de una determinada granulometría. La proporción entre Resina + Endurecedor y Arena varía entre 1:1 y 1:10 en peso.

$$\frac{A + B}{C} = 1:1 \text{ a } 1:10$$

### Propiedades:

- Viscosidad :

La viscosidad de los sistemas epoxi puros (sin filler) puede variar entre 100 y 2500 centipoise (cps) a 20°C, según la formulación. La viscosidad puede aumentarse con fillers para formar pastas tixotrópicas; a la inversa, para trabajos de inyección se requiere de productos de baja viscosidad.

- Velocidad de Reacción:

Condiciona el pot-life o tiempo de endurecimiento inicial y el desarrollo de resistencia en plazos cortos. Depende de la formulación, temperatura y volúmenes de mezclas. En general se alcanzan altas resistencias a edades tempranas con posibilidades de puesta en servicio dentro de los 3 primeros días. Las reacciones son exotérmicas, lo que puede limitar los volúmenes a preparar.

- Retracciones :

Endurecimiento prácticamente sin retracción.

Propiedades mecánicas (a 7 días):

- Resistencia a compresión 400 a 1.000 Kgf/cm<sup>2</sup>.
- Resistencia a flexotracción 200 a 800 Kgf/cm<sup>2</sup>.
- Adherencia al acero sobre 200 Kgf/cm<sup>2</sup>.
- Adherencia al hormigón sobre 50 Kgf/cm<sup>2</sup>.
- (Rotura del hormigón).
- Módulo de elasticidad 10.000 a 350.000 Kgf/cm<sup>2</sup>.  
(Según formulación y contenido de filler).

- Sensibilidad Térmica:

La temperatura de aplicación influye sobre la viscosidad y velocidad de reacción. Los cambios de temperatura posteriores intervienen en las deformaciones. El coeficiente de dilatación térmica varía de  $4.5$  a  $6.5 \times 10^{-5}$ , valor que disminuye considerablemente con la adición de fillers. Eventualmente las temperaturas altas pueden disminuir el módulo de elasticidad.

- Normativa :

La Norma ASTM C881 - 78 "EPOXI-RESIN-BASE BONDING SYSTEMS FOR CONCRETE" clasifica los productos en Tipo, Grado y Clase, según propiedades basadas en su empleo, como viscosidad, resistencia, adherencia, retracción y compatibilidad térmica.

**LUIS SOLER P. Y CIA. LTDA.**



**JUAN ERENCHUN SOLER**  
Ingeniero Civil