



## **TERMINAL PUERTO ARICA S.A.**

### **REPARACIÓN SITIOS N°3, N°4 Y N°5 - PUERTO DE ARICA**

#### **INGENIERÍA GENERAL**

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS-REPARACIÓN PARAMENTO MURO PLATAFORMA DE ALIVIO SITIOS N°3 A N°5**

B	18-01-2016	Emitido para Revisión Cliente	LCP	LCP	DGD	LCP	
A	28-12-2015	Emitido para información	LCP	LCP	DGD	LCP	
<b>Rev.</b>	<b>Fecha</b>	<b>Descripción</b>	<b>Por</b>	<b>Rev.</b>	<b>Aprob.</b>	<b>J.P</b>	<b>Cliente</b>
			DOCUMENTO No.				REV.
			<b>682 - ET - 302</b>				<b>B</b>

## **C O N T E N I D O**

<b>1. INTRODUCCION .....</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVO .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ALCANCES .....</b>	<b>6</b>
<b>4. LIMITE DE BATERÍA.....</b>	<b>6</b>
<b>5. NORMAS Y REFERENCIAS.....</b>	<b>7</b>
<b>5.1 Normas Chilenas .....</b>	<b>7</b>
<b>5.2 Normas Internacionales .....</b>	<b>9</b>
<b>5.3 Referencias .....</b>	<b>11</b>
<b>6. EXCLUSIONES.....</b>	<b>11</b>
<b>7. DEFINICIONES.....</b>	<b>11</b>
<b>7.1 Cliente y/o Mandante.....</b>	<b>11</b>
<b>7.2 Gerencia Construcción (G.C.).....</b>	<b>12</b>
<b>7.3 Ingenieros Projectistas .....</b>	<b>12</b>
<b>7.4 Inspección Técnica de Obra (ITO).....</b>	<b>12</b>
<b>7.5 Contratista .....</b>	<b>12</b>
<b>7.6 Hormigón .....</b>	<b>12</b>
<b>7.7 Shotcrete.....</b>	<b>12</b>
<b>7.8 Aditivos .....</b>	<b>12</b>
<b>7.9 Acelerador de Fraguado.....</b>	<b>13</b>
<b>7.10 Boquilla .....</b>	<b>13</b>
<b>7.11 Mezcla Patrón .....</b>	<b>13</b>
<b>7.12 Método de Proyección de Shotcrete por Vía Húmeda .....</b>	<b>13</b>
<b>7.13 Rebote .....</b>	<b>13</b>
<b>7.14 Obra.....</b>	<b>13</b>
<b>7.15 Planos.....</b>	<b>13</b>
<b>7.16 Botaderos.....</b>	<b>14</b>
<b>8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA REPARACIÓN .....</b>	<b>14</b>
<b>8.1 Generalidades.....</b>	<b>14</b>
<b>8.2 Replanteo .....</b>	<b>14</b>
<b>8.3 Equipos y Maquinarias.....</b>	<b>15</b>
<b>8.4 Control de Calidad.....</b>	<b>15</b>
<b>8.5 Control de Ingreso a Recintos de TPA.....</b>	<b>16</b>
<b>8.6 Entrega de Documentos por parte del Contratista.....</b>	<b>16</b>

8.7	Coordinación con TPA para Desarrollo de Trabajos .....	17
8.8	Retiro y Reinstalación de Defensas .....	17
8.9	Diseño de Mezcla del Hormigón para Shotcrete y Moldeado.....	18
8.10	Planos As- Built de las Obras.....	18
<b>9.</b>	<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA SHOTCRETE .....</b>	<b>18</b>
9.1	Equipamiento y Provisión de Materiales .....	18
9.2	Shotcrete.....	19
9.2.1	Requisitos Generales .....	19
9.2.2	Características y Tecnología de Ejecución .....	20
9.2.3	Diseño de la Mezcla .....	21
9.3	Materiales.....	21
9.3.1	Cemento.....	21
9.3.2	Agua.....	21
9.3.3	Agregados .....	22
9.3.4	Aditivos.....	23
9.3.4.1	Acelerantes de fraguado .....	23
9.3.4.2	Aditivos reductores de agua, fluidificantes y retardadores de fraguado.....	24
9.3.4.3	Aditivos de control de hidratación (inhibidores de fraguado) .....	24
9.3.4.4	Microsílice.....	24
9.4	Ejecución y Transporte de la Mezcla .....	25
9.4.1	Mezclado .....	25
9.4.2	Transporte de la Mezcla .....	27
9.5	Equipamiento y Producción del Shotcrete .....	27
9.6	Aplicación del Shotcrete.....	28
9.6.1	General .....	28
9.6.2	Requerimientos Particulares para el Proceso por Vía Húmeda .....	29
9.6.3	Profesionalismo en la Aplicación del Shotcrete.....	29
9.6.4	Curado .....	30
9.7	Ensayos .....	30
9.7.1	General .....	30
9.7.2	Ensayos de Aptitud.....	31
9.7.3	Ensayos de Aptitud en Condiciones de Obra.....	31
9.7.4	Ensayo de Asentamiento de Cono para la Mezcla Fresca en Caso de Proceso por Vía Húmeda .....	32
9.7.5	Ensayos de Aceptación en Obra del Shotcrete. Control de Calidad.....	33
9.7.5.1	General.....	33
9.7.5.2	Agregados .....	34
9.7.5.3	Ensayo de resistencia del shotcrete en obra.....	34
9.7.5.4	Verificación de trabajabilidad de la mezcla .....	36
9.8	Medidas de Corrección .....	36
9.9	Armaduras de Acero .....	36
9.9.1	General .....	36
9.9.2	Mallas de Acero Electrosoldadas.....	37
<b>10.</b>	<b>ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA HORMIGÓN MOLDEADO.....</b>	<b>38</b>

<b>10.1</b>	<b>General</b> .....	<b>38</b>
<b>10.2</b>	<b>Diseño de la Mezcla de hormigón</b> .....	<b>38</b>
<b>10.3</b>	<b>Materiales</b> .....	<b>39</b>
<b>10.4</b>	<b>Aditivos</b> .....	<b>39</b>
10.4.1	Aditivos especiales .....	40
<b>10.5</b>	<b>Mezclado</b> .....	<b>40</b>
<b>10.6</b>	<b>Preparación de Superficie a Reparar</b> .....	<b>40</b>
<b>10.7</b>	<b>Acero de Refuerzo para Armaduras</b> .....	<b>41</b>
10.7.1	Preparación de las Armaduras .....	41
10.7.2	Colocación de las Armaduras .....	42
10.7.3	Insertos .....	42
10.7.4	Recubrimiento de las Armaduras .....	43
10.7.5	Empalmes de las Armaduras .....	43
10.7.6	Protección de las Armaduras .....	43
10.7.7	Materiales Sellantes y otros .....	43
<b>10.8</b>	<b>Autorización para Hormigonar</b> .....	<b>43</b>
<b>10.9</b>	<b>Sellos</b> .....	<b>43</b>
<b>10.10</b>	<b>Colocación del hormigón</b> .....	<b>44</b>
<b>10.11</b>	<b>Control del Hormigón</b> .....	<b>44</b>
10.11.1	Control del hormigón de obra .....	45
10.11.2	Curado y protección .....	46
<b>10.12</b>	<b>Reparación de Defectos de Hormigonado</b> .....	<b>46</b>
10.12.1	Inyecciones con resinas epóxicas en grietas o fisuras .....	47
10.12.2	Control de calidad .....	47
<b>10.13</b>	<b>Protección del Hormigón</b> .....	<b>47</b>
<b>10.14</b>	<b>Moldajes</b> .....	<b>48</b>
10.14.1	Fabricación y colocación .....	48
10.14.2	Diseños .....	48
10.14.3	Montaje y mantención .....	49
10.14.4	Retiro de moldajes .....	49
<b>10.15</b>	<b>Andamios y otros Elementos</b> .....	<b>50</b>
<b>11.</b>	<b>INSPECCIÓN TÉCNICA</b> .....	<b>50</b>

## Listado de Figuras

*Figura 1: Bandas de aceptación para rectas granulométricas según Faurý* \_\_\_\_\_ 22

## Listado de Tablas

<i>Tabla 9.1 Requisitos para Shotcrete de Reparación Paramento Muro Alivio Sitios N° 3, N° 4 y N° 5 del Puerto Arica.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 9.2 Ensayos y frecuencias para Agregados, Shotcrete, Mezcla Seca, y Shotcrete Patrón.....</i>	<i>33</i>

## 1. INTRODUCCION

Terminal Puerto de Arica S.A. (TPA), empresa concesionaria de los frentes de atraque Sitios N°1 al N°5 del Puerto de Arica, en la Región de Arica - Parinacota, encargó a la empresa Calbuco Ingenieros Ltda. ("Calbuco") los servicios de ingeniería para ejecución de estudios y diseño asociados a la rehabilitación y/o reparación de las obras de Infraestructura que se indican:

- Agrietamiento del pavimento en Sitio N°5.
- Muro delantal de los Sitios N°3, N°4 y N°5.
- Estabilidad Sitio N°1.

En este documento se entregan las Especificaciones Técnicas que establecen las exigencias que regirán para los trabajos de reparación del paramento del Muro Plataforma de Alivio de los Sitios N° 3, N° 4 y N° 5 del Puerto de Arica.

Este documento será complementado con los Planos Generales y de Detalles del proyecto, las Normas vigentes aplicables a cada caso, y los Requerimientos y Restricciones de Terminal Puerto Arica (TPA).

## 2. OBJETIVO

El objetivo del presente documento es establecer las Especificaciones Técnicas de las obras que conforman la reparación del paramento del muro plataforma de alivio de los Sitios N° 3, N° 4 y N° 5 del Puerto de Arica.

## 3. ALCANCES

En los alcances del presente documento se establece los requisitos mínimos que deben cumplir los materiales, procedimientos constructivos y el control de obras, que forman parte del "Proyecto Reparación Paramento Muro de Alivio Sitios N° 3, N° 4 y N° 5 del Puerto de Arica.

Ningún contenido de esta especificación debe ser considerado como argumento para eximir al Contratista de construcción de sus responsabilidades dentro del contrato en lo que se refiere a la seguridad de los trabajos de demolición y ejecución de las obras que empleen hormigón y/o shotcrete.

## 4. LIMITE DE BATERÍA

El límite de batería corresponde al muro de la plataforma de alivio de los Sitios N°3, N°4 y N°5 del Puerto de Arica.

## 5. NORMAS Y REFERENCIAS

El shotcrete y hormigón, así como los materiales y procesos requeridos para la elaboración, transporte y colocación en obra, deben cumplir con las disposiciones de los códigos y normas listados más abajo, los que se consideran como parte integrante de esta especificación. En caso de discrepancias, regirá la norma de mayor exigencia.

### 5.1 Normas Chilenas

#### Generales

NCh 385	Medidas de seguridad en transporte de materiales inflamables
NCh 436	Prescripciones generales acerca de prevención de accidentes del trabajo
NCh 438	Protecciones de uso personal
NCh 997	Andamios - Terminología y clasificación
NCh 998	Andamios - Requisitos Generales de Seguridad
NCH 999	Andamios de madera de doble pie derecho - Requisitos.

#### Cementos

NCh 147	Análisis químico.
NCh 148	Terminología. Clasificación y especificaciones generales
NCh 151	Método de determinación de la consistencia normal.
NCh 152	Método de determinación del tiempo de fraguado
NCh 158	Ensayo de flexión y compresión de morteros de cemento.
NCh 160	Agregado tipo A para uso en cemento -Especificaciones
NCh 161	Puzolana para uso en cementos - Especificaciones
NCh 162	Extracción de muestras
NCh 642	Envases – Especificaciones

#### Áridos

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

- NCh 1325 Áridos para morteros y hormigones - Determinación del equivalente de arena
- NCh 1326 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de huecos
- NCh 1327 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de partículas desmenuzables
- NCh 1328 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de la desintegración - Método de los sulfatos
- NCh 1369 Áridos para morteros y hormigones - Determinación del desgaste de las gravas - Método de la máquina de Los Ángeles.
- NCh 1444 Áridos para mortero y hormigones - Determinación de sales. Parte 1: Determinación de cloruros y sulfatos
- NCh 1511 Áridos para mortero y hormigones - Determinación del coeficiente volumétrico medio de las gravas.

### Hormigones y Morteros

- NCh 170 Hormigón - Requisitos generales
- NCh 171 Hormigón - Extracción de muestras de hormigón fresco.
- NCh 409/1 Agua Potable - Parte 1: Requisitos
- NCh 409/2 Agua Potable - Parte 2: Muestreo
- NCh 1017 Hormigón - Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción
- NCh 1018 Hormigón - Preparación de mezclas de prueba en laboratorio.
- NCh 1019 Hormigón - Determinación de la docilidad - Método del asentamiento del cono de Abrams
- NCh 1037 Hormigón - Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas
- NCh 1038 Hormigón - Ensayo de tracción por flexión
- NCh 1170 Hormigón - Ensayo de tracción por hendimiento
- NCh 1172 Hormigón - Refrentado de probetas
- NCh 1443 Hormigón - Agua de amasado - Muestreo
- NCh 1498 Hormigón - Agua de amasado - Requisitos
- NCh 1564 Hormigón - Determinación de la densidad aparente, del rendimiento, del contenido de cemento y del contenido de aire del hormigón fresco.
- NCh 1565 Hormigón - Determinación del índice esclerométrico
- NCh 1789 Hormigón - Determinación de la uniformidad obtenida en el mezclado del hormigón fresco.
- NCh 1934 Hormigón - Preparado en Central Hormigonera
- NCh 1998 Hormigón - Evaluación estadística de la resistencia mecánica
- NCh 2182 Hormigón y Mortero - Aditivos - Clasificación y requisitos.

### Aceros

- NCh 200 Productos metálicos - Ensayo de tracción
- NCh 201 Acero- Ensayo de doblado de planchas de espesor superior o igual a 3 mm, barras y perfiles
- NCh 203 Acero para uso estructural - Requisitos

NCh 204	Acero - Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
NCh 211	Barras con resaltes en obras de hormigón armado
NCh 218	Acero - Mallas de alta resistencia para hormigón armado-Especificaciones.
NCh 219	Construcción - Mallas de acero de alta resistencia -Condiciones de uso en el hormigón armado.
NCh 227	Alambres de acero para usos generales - Especificaciones.
NCh 434	Barras de acero de alta resistencia en obras de hormigón armado
NCh 1173	Acero - Alambre liso o con entalladuras de grado AT-56-50H, para uso en hormigón armado – Especificaciones
NCh 1174	Construcción - Alambre de acero, liso o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas - Condiciones de uso en el hormigón armado.

## 5.2 Normas Internacionales

<b>ACI:</b>	Manual of Concrete Practice.
ACI 117-81	Tolerances for Concrete Construction and Materials
ACI 207-05	Guide to Mass Concrete
ACI 211.1 -91	Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavyweight, and Mass Concrete
ACI 214-77	Recommended Practice for Evaluation of Strength Test Results of Concrete.
ACI 301-05	Specification for Structural Concrete
ACI 304R-00	Guide for Measuring, Mixing, Transporting, and Placing Concrete
ACI 305R-99	Hot Weather Concreting- Incorporates Errata: 6/15/2006
ACI 306R-88 (02)	Cold Weather Concreting
ACI 308R-01	Guide to Curing Concrete
ACI 309R-05	Guide for Consolidation of Concrete
ACI 311.4R-05	Standard Practice for the Inspection of Concrete
ACI 318-05	Building Code Requirements for Reinforced Concrete
ACI 347-04	Guide to Formwork for Concrete
ACI SP-2-07	ACI Manual of Concrete Inspection
ACI SP-66-04	ACI Detailing Manual.
<b>ASTM:</b>	
ASTM A185-07	Standard Specification for Steel Welded Wire Reinforcement, Plain, for Concrete
ASTM A615-09	Standard Specification for Deformed and Plain Billed-Steel Bars for Concrete Reinforcement
ASTM A706-09	Standard Specification for Low-Alloy Steel Deformed and Plain Bars for Concrete Reinforcement.
ASTM C5-03	Standard Specification for Quicklime for Structural Purposes
ASTM C29-09	Standard Test Method for Bulk Density ("Unit Weight") and Voids in Aggregate
ASTM C31-09	Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field
ASTM C33-08	Standard Specification for Concrete Aggregates

ASTM C39-09	Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens
ASTM C40-04	Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete – AASHTO No.: T21
ASTM C42-04	Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete – AASHTO No.: T24
ASTM C70-06	Standard Test Method for Surface Moisture in Fine Aggregate – AASHTO No.: T142
ASTM C92-95	Standard Test Methods for Sieve Analysis and Water Content of Refractory Materials
ASTM C94-09	Standard Specification for Ready-Mixed Concrete
ASTM C114-10	Standard Test Methods for Chemical Analysis of Hydraulic Cement <sup>1</sup>
ASTM C127-07	Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate
ASTM C128-07	Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate
ASTM C136-06	Standard Test Method for Sieve Analysis of Fine and Coarse Aggregates
ASTM C138-09	Standard Test Method for Density (Unit Weight), Yield, and Air Content (Gravimetric) of Concrete
ASTM C150-09	Standard Specification for Portland Cement
ASTM C172-08	Standard Practice for Sampling Freshly Mixed Concrete
ASTM C173-10	Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method
ASTM C183-08	Standard Practice for Sampling and the Amount of Testing of Hydraulic Cement
ASTM C227-07	Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Cement - Aggregate Combinations (Mortar-Bar Method) <sup>1</sup>
ASTM C231-09	Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Pressure Method
ASTM C233-07	Standard Test Method for Air-Entraining Admixtures for Concrete
ASTM C494-10	Standard Specification for Chemical Admixtures for Concrete
ASTM C595-10	Standard Specification for Blended Hydraulic Cements
ASTM D75-09	Standard Practice for Sampling Aggregates
ASTM D1190-97	Standard Specification for Concrete Joint Sealer, Hot-Applied Elastic Type
ASTM D1751-04	Standard Specification for Preformed Expansion Joint Filler for Concrete Paving and Structural Construction (Nonextruding and Resilient Bituminous Types)
ASTM D 1752-04	Standard Specification for Preformed Sponge Rubber Cork and Recycled PVC Expansion Joint Fillers for Concrete Paving and Structural Construction
<b>Otras:</b>	
AWS D1.4-79	Reinforcing Steel Welding Code (Including Metal Inserts and Connections in Reinforced Concrete Construction).
TMMB	Truck Mixer Manufacturers Bureau Standards

Todas las normas y códigos a los que se refiere esta sección, deberán corresponder a las ediciones más recientes.

### 5.3 Referencias

Los siguientes documentos del proyecto se consideran incorporados a las presentes Especificaciones Técnicas

- Memoria de Calculo Reparación Paramento Muro Plataforma de Alivio Sitios N° 3, N° 4 y N° 5; 682-MC-01
- Cubicación Reparación Paramento Muro Plataforma de Alivio Sitios N° 3, N° 4 y N° 5; 682-CU-02
- Presentes Especificaciones Técnicas Reparación Paramento Muro Plataforma de Alivio Sitios N° 3, N° 4 y N° 5; 682-ET-302
- Plano de Catastro de Daños Muro Plataforma de Alivio - Sitio N° 3; 682-TM-02
- Plano de Catastro de Daños Muro Plataforma de Alivio - Sitio N° 4; 682-TM-03
- Plano de Catastro de Daños Muro Plataforma de Alivio - Sitio N° 5; 682-TM-04
- Plano Ubicación de Calicatas; 682-UB-01
- Plano Reparaciones Muro Plataforma de Alivio - Sitios N° 3, N° 4 y N° 5; 682-GA-02.

## 6. EXCLUSIONES

Se excluyen del presente documento las obras que se indican.

- Modificaciones de nuevas defensas en los Sitios de atraque, se considera que se retiran las defensas actuales (Neumáticos) y se reinstalan las mismas en los mismos lugares.
- No se considera las reparaciones bajo el acceso del muelle del Sitio N° 2.

## 7. DEFINICIONES

### 7.1 Cliente y/o Mandante

El término Cliente, Mandante o Propietario corresponde a las personas, empresas u organismos designados por TPA o EPA para representarla en el control de las obras comprendidas en esta especificación.

**7.2 Gerencia Construcción (G.C.)**

Cuando se refiera a Gerencia de Construcción se entenderá un representante autorizado por TPA, quien fiscalizará en terreno la correcta ejecución de los trabajos señalados en Planos y Especificaciones.

**7.3 Ingenieros Projectistas**

Cuando se refiera a Ingenieros Projectistas se entenderá como un representante de la empresa Calbuco Ingenieros, que es responsable por el diseño de la Obra.

**7.4 Inspección Técnica de Obra (ITO)**

Personal, representante autorizado por TPA o Cliente que supervisará y fiscalizará el cumplimiento de lo establecido por la ingeniería en los planos, especificaciones técnicas y otros documentos del contrato, para la correcta ejecución de las obras.

La ITO podrá ser un representante del Mandante o una empresa externa aprobada por G.C. y podrá recurrir a la asesoría de empresas y/o laboratorios especializados en inspecciones.

**7.5 Contratista**

Persona natural o jurídica que, en virtud del Contrato respectivo, contrae la obligación de ejecutar una obra material. Se entenderá como el representante autorizado en obra de la empresa que ha recibido el encargo de TPA para efectuar ya sea en forma parcial o total los trabajos y suministros incluidos o relacionados con esta especificación, los cuales se llevarán a efecto de acuerdo con los planos y especificaciones del Proyecto.

**7.6 Hormigón**

Es un material aglomerado, pétreo y artificial resultante de la mezcla, en proporciones determinadas, de cemento, áridos y agua. El cemento y el agua forman una pasta que rodea a los áridos, construyendo un material heterogéneo.

**7.7 Shotcrete**

Se define como el tipo de hormigón colocado por proyección a alta velocidad en una o varias capas sobre una superficie, para la estabilización de ésta. Este material debe ser capaz de autosoportarse en cualquier posición que sea aplicado sin escurrir ni desprenderse. Se utiliza tanto en proyección vía seca o vía húmeda.

**7.8 Aditivos**

Materiales que son incorporados a la mezcla básica de hormigón o shotcrete para un fin particular como acelerantes de fraguado, aditivos reductores de agua, fluidificadores, retardadores de fraguado y mezclas para el control del proceso de hidratación.

**7.9 Acelerador de Fraguado**

Aditivo en polvo o líquido que acelera los procesos de fraguado y endurecimiento en la mezcla aplicada, permitiendo el rápido aumento de la resistencia del hormigón.

**7.10 Boquilla**

Es un tubo, generalmente metálico, con un dispositivo de mezclado que permite la adición de líquidos y/o aire, dispuesto en el extremo de la manguera de transporte, que posibilita una proyección direccionada y en forma convergente, debido a su forma cónica, del hormigón sobre la superficie de aplicación.

**7.11 Mezcla Patrón**

Mezcla sin aditivos, (en particular sin aditivos para la aceleración del fraguado), la que es tomada como referencia para la evaluación de las variaciones de las propiedades mecánicas del hormigón o shotcrete con incorporación de aditivos acelerantes u otros tipos de aditivos, (por ejemplo reducción de la resistencia a la compresión final).

**7.12 Método de Proyección de Shotcrete por Vía Húmeda**

Es el método en que la mezcla de cemento, agregados pétreos, aditivos y agua se prepara antes de conectarla a una manguera de proyección. La mezcla de shotcrete puede prepararse en un sitio cercano al frente de faena o en planta y ser transportado en camiones a la obra. La mezcla es bombeada hacia la boquilla a través de la manguera y en la boquilla se adiciona aire seco comprimido y aditivo acelerante de fraguado líquidos. Los últimos se dosifican mediante un dispositivo automático en función del caudal de transporte de mezcla producido por la bomba de hormigón.

**7.13 Rebote**

Es la proporción de shotcrete que atraviesa la boquilla de proyección que no se adhiere a la superficie de aplicación, no formando parte del sostenimiento, sino que rebota y cae al suelo. El rebote consiste en agregado recubierto con pasta de cemento

**7.14 Obra**

Son todos los trabajos y suministros especificados, diseñados, mostrados o contemplados en un Contrato para la construcción de un Proyecto, para llevar a mejor término las obras contratadas, pero cuyas características son diferentes a las especificadas o contenidas en los antecedentes que sirven de base al Contrato.

**7.15 Planos**

Cuando se refiera a planos, se entenderá que incluye todos los planos de diseño, listas de materiales o planos proporcionados por los Ingenieros Proyectistas, que sean aplicables al proyecto.

### **7.16 Botaderos**

Cuando se refiera a Botaderos es el lugar autorizado por el Cliente destinado a depósito de material proveniente de las demoliciones y excedente producto de las reparaciones.

## **8. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA REPARACIÓN**

### **8.1 Generalidades**

Estas especificaciones contienen los requerimientos mínimos que debe cumplir el hormigón y shotcrete a utilizar como parte de la reparación del paramento del muro plataforma de alivio de los Sitios N° 3, N° 4 y N° 5.

Para la reparación del paramento del muro se utilizará hormigón o mortero moldeado y shotcrete por vía húmeda.

Todas las obras se ejecutarán en concordancia con las Disposiciones Generales de Construcción, con las Normas del Instituto Nacional de Normalización vigentes, las Normas indicadas en los Planos y Especificaciones correspondientes y cumplirán con las tolerancias y /o requisitos de calidad establecidos en estas Especificaciones o en los Planos, reservándose el derecho la ITO de ordenar la reparación o demolición de los trabajos que no cumplan con ellos, sin que esto implique gastos extras o cambios en los plazos contractuales. La ITO podrá rechazar igualmente cualquier material que estime que no cumple con la calidad respectiva especificada.

El Contratista deberá ejecutar los trabajos estipulados en forma completa y debe evitar producir interferencias con las actividades normales del Puerto. Cualquier interrupción o paralización parcial o definitiva debe ser previamente autorizada por la ITO. asimismo, el Contratista deberá entregar una programación con las actividades de las obras a ejecutar con el objeto de que ésta sea validada y autorizada por la ITO y el Mandante si lo amerita.

### **8.2 Replanteo**

Previo a la iniciación de los trabajos, el Contratista deberá replantear el eje y los puntos singulares del proyecto, de acuerdo a las cotas y coordenadas que se indiquen en los planos y sobre la base de la documentación allí señalada. Este replanteo deberá ser verificado por los topógrafos del Contratista y sometido a revisión por topógrafos de la ITO sí lo amerita. Asimismo, durante todo el período de ejecución de las obras y hasta la Recepción Provisoria de ellas, el Contratista deberá materializar y mantener la monumentación que, a juicio de la ITO, sea necesaria para un adecuado control de la ejecución de las obras del proyecto.

### **8.3 Equipos y Maquinarias**

Los equipos deberán tener la capacidad suficiente de modo de garantizar los rendimientos, en términos de avance, necesarios en función de los plazos de construcción y el plan de trabajo propuesto por el Contratista y aprobado por la ITO, que se encuadre dentro del marco establecido por la documentación contractual que regula la obra.

Todos los equipos deberán ser aprobados por la ITO previo al inicio de las actividades de la obra. Será responsabilidad del Contratista el mantenimiento periódico de los equipos con el fin de evitar detenciones de la obra por fallas de ellos. Estos mantenimientos deberán ser realizados en instalaciones administradas por el Contratista. Se deberán mantener en obra los manuales de operación y mantención de todos los equipos que se utilicen en la obra.

El Contratista deberá indicar su requerimiento de espacio físico para la gestión del mantenimiento de su maquinaria.

Cuando se produzcan fallas prolongadas (más de 24 horas), el Contratista deberá contar con el equipo de respaldo y reemplazar el equipo por otro equivalente en capacidad y rendimiento. Es de su completa responsabilidad contar con esta holgura. En caso que el Contratista traiga nuevos equipos para reemplazar a los existentes en la obra, éstos deberán ser sometidos a la aprobación de la ITO previo a su uso.

El Contratista deberá cumplir con la metodología propuesta y aprobada por la ITO.

Para dar inicio a los trabajos de colocación de hormigón, el Contratista deberá tener almacenado en la obra o bien disponible inmediatamente, sin demora alguna, la cantidad necesaria de todos los materiales necesarios para hormigonar, shotcretear, incluyendo los moldajes, armaduras y mallas, entre otros.

Los materiales que componen el hormigón deberán cumplir con los requerimientos de la presente especificación.

### **8.4 Control de Calidad**

Se refiere a la responsabilidad del Contratista de establecer y mantener un autocontrol permanente en su obra, sin perjuicio del control normal de la ITO.

Para llevar a cabo el control de calidad, el Contratista debe realizar los ensayos de control y ensayos de verificación de autocontrol.

El Contratista debe implementar, un laboratorio de faena, con equipo y personal adecuado y suficiente, para controlar las distintas fases de la confección de las obras, en especial las de producción, e informar a la ITO del estado de calidad de la obra ejecutada, a fin que si es necesario, se adopten las medidas correctivas con el menor daño posible. Una vez asegurada que la fase está

confeccionada con plena concordancia de lo establecido en las presentes especificaciones técnicas, se debe informar a la ITO el resultado de los ensayos y análisis.

No obstante, será decisión del Cliente aceptar en lugar de un laboratorio en faena, que el Contratista tenga un convenio con un laboratorio externo debidamente acreditado y autorizado por TPA, el que remitirá los resultados directamente a la ITO.

## **8.5 Control de Ingreso a Recintos de TPA**

Como la faena se desarrollará dentro de los recintos portuarios, todo el personal del Contratista como sub-Contratistas que participen en la ejecución de la obra, quedará sujeto a los reglamentos propios de la EPA, TPA y la Gobernación Marítima, entendiéndose por tales:

- Controles de entrada y salida del recinto portuario
- Reglamentos EPA y TPA de Prevención de Riesgos y Seguridad
- Requisitos y cumplimientos Medios ambientales
- Tramitación y obtención de credenciales para el personal, en la Gobernación Marítima y TPA
- Permiso para ingreso de vehículos
- Uso permanente implementos de seguridad.

Especial énfasis se pondrá en todos aquellos aspectos que dicen relación con la Seguridad y Prevención de Riesgos en la faena, a objeto de cautelar la integridad física de los trabajadores de la obra y de terceros. Será responsabilidad del Contratista adjudicado el interiorizarse de la normativa de seguridad y prevención de riesgos a cumplir.

## **8.6 Entrega de Documentos por parte del Contratista**

El Contratista deberá entregar a la ITO del proyecto, los siguientes documentos e información para su aprobación:

- Informe sobre las dosificaciones a utilizar en el hormigón moldeado y shotcrete, incluidas sus memorias de cálculo.
- Certificados de todos los ensayos, de materiales, hormigón y shotcrete, requeridos en esta especificación.
- Certificados de calidad de los fabricantes de todo material empleado para el hormigón y shotcrete.
- Informe de Métodos que incluya detalles (planos, esquemas y/o descripciones) de todas las actividades relacionadas con la ejecución de

las obras de hormigón y shotcrete, de la secuencia de éstas y de detalles particulares, como por ejemplo instalación de enfierradura y su secuencia, juntas de construcción, procedimientos de curado, terminaciones, etc.

- Cada cuadrilla que el Contratista disponga para la colocación del Shotcrete, deberá ser sometida a la calificación y aprobación de la ITO, 30 días antes que se inicie la colocación del Shotcrete en la obra. La calificación se hará de acuerdo al punto 8.2.5.3
- Programa completo de ensayos para hormigón y de aptitud de los materiales componentes de los elementos del shotcrete y de la mezcla misma.
- Listado de personal de la empresa constructora en obra.

Todos los documentos e información mencionados en los puntos anteriores deberán ser entregados a la ITO del proyecto con suficiente anticipación a la ejecución de la faena en que se emplearán o bien en las fechas mutuamente acordadas con la inspección.

### **8.7 Coordinación con TPA para Desarrollo de Trabajos**

El Contratista deberá tener una coordinación permanente con el G.C y la ITO con el objeto de programar el ingreso a cada uno de los sectores de los Sitios que se liberaran para el desarrollo de los trabajos. El Contratista deberá adecuarse a las ventanas de trabajo que entregará TPA para el desarrollo de los trabajos en sectores de los Sitios N° 4 y N° 5, y eventuales para el Sitio N° 3.

### **8.8 Retiro y Reinstalación de Defensas**

Una de las primeras actividades a realizar por el Contratista es el retiro de las defensas existentes en los sectores autorizados para la reparación. Para ello, el Contratista deberá disponer de la maquinaria y elementos para realizar el retiro de las defensas existentes y trasladarlas a bodega mientras se realiza la reparación del paramento del muro. Una vez recibido por la ITO la reparación del muro, el contratista en el menor tiempo posible deberá reinstalar nuevamente las mismas defensas o las que indique la ITO en las mismas ubicaciones en que se encontraban, todo previa autorización de la ITO.

Cualquier elemento que se dañe producto del retiro, bodegaje y reinstalación de las defensas, deberá ser repuesto a su costo por el Contratista, los que deberán tener como mínimo la misma calidad de los existentes o contar con la autorización de la ITO.

### **8.9 Diseño de Mezcla del Hormigón para Shotcrete y Moldeado**

El diseño de la mezcla del hormigón para la reparación del paramento del muro con shotcrete y/o hormigón moldeado deberá ser efectuado por el Contratista en base a lo indicado en la presente especificación y remitida a la ITO para su aprobación con la anticipación necesaria para permitir los ajustes que ésta considere necesarios antes del inicio de los trabajos.

### **8.10 Planos As- Built de las Obras**

El Contratista entregará al término de la obra, en acuerdo y con la aprobación de la Inspección, los nuevos planos en que figure la obra con todas las eventuales modificaciones o complementos de diseño, surgidas durante la ejecución. Estos planos se entregarán en un original y dos copias en físico, además del respaldo en archivos magnéticos (CD).

## **9. ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA SHOTCRETE**

### **9.1 Equipamiento y Provisión de Materiales**

Todo el equipamiento empleado para la instalación del shotcrete por vía húmeda deberá ser el adecuado para los trabajos especificados, tanto en relación a su potencia y versatilidad, como asimismo en lo que se refiere a las exigencias mínimas de seguridad de acuerdo a las normas chilenas vigentes. Deberá tener, además, la capacidad suficiente de modo de garantizar los rendimientos, en términos de avance, necesarios en función de los plazos de construcción y el plan de trabajo propuesto por el Contratista y aprobado por la ITO, y que se encuadre dentro del marco establecido por la documentación contractual que regula la obra.

El Contratista deberá realizar un mantenimiento apropiado de todo equipo que disponga en obra y mantener almacenado permanentemente en obra la cantidad mínima necesaria de elementos de repuesto, de modo de asegurar la disponibilidad inmediata de cada máquina o equipo en el momento que las actividades de obra o cualquier condición particular de las actividades de faena lo requieran.

Se deberá asegurar en todo momento la provisión ininterrumpida de hormigón para el shotcrete, mallas y de materiales aditivos para cada uno de los frentes de trabajo en operación. En particular, se requerirá que el Contratista cumpla con la metodología y secuencia de aplicación de las capas de shotcrete, como asimismo de enfierradura, propuestas y aprobadas por la ITO.

Para dar inicio a los trabajos de aplicación del shotcrete el Contratista deberá tener almacenado en la obra o bien disponible inmediatamente, sin demora alguna, la cantidad necesaria de todos los materiales constitutivos del hormigón, de la enfierradura correspondientes a la etapa que va a ejecutar.

El diseño de la mezcla del shotcrete deberá ser efectuado por el Contratista en base a lo indicado en el punto 9.2.3 de la presente especificación y remitirla para aprobación de la ITO, con la anticipación necesaria para permitir los ajustes que ésta considere necesarios antes del inicio de los trabajos.

Los componentes del shotcrete deberán ajustarse a los requerimientos de la presente especificación, punto 9.3.

La instalación de faena y los equipos provistos por el Contratista deberán prever la posibilidad de empleo de aditivos acelerantes de fraguado líquidos.

## 9.2 Shotcrete

### 9.2.1 Requisitos Generales

El shotcrete en sitio deberá tener una resistencia cúbica especificada a la compresión correspondiente al grado H35 a los 28 días, es decir 35 MPa, con un 90% de nivel de confianza, de acuerdo con lo establecido en la Norma Chilena NCh 170 of 85.

Además deberá cumplir con las siguientes resistencias especificadas a edades tempranas, con el mismo nivel de confianza:

a las 12 horas	9,0 MPa
a las 24 horas	12,5 MPa
a los 7 días	22,5 MPa

Los valores de resistencia indicados corresponden a probeta cúbica de 20 cm de arista, para lo cual los valores medidos en una probeta distinta deberán ser convertidos empleando los coeficientes señalados en el Anexo A de NCh 170.

Considerando la presencia de aguas agresivas provenientes de un ambiente marino, se requiere el empleo de un cemento resistente al ataque por sulfatos y cloruros, para lo cual resultan apropiados los cementos nacionales puzolánicos o de escoria. En caso de usarse algún cemento de otra procedencia, el Contratista deberá demostrar que es resistente al ataque de los sulfatos además de cumplir con los requerimientos indicados en la cláusula 9.3.1.

El diseño de shotcrete deberá cumplir, además de los requisitos de resistencia, con los siguientes requisitos (Tabla 9.1).

Tabla 9.1 Requisitos para Shotcrete de Reparación Paramento Muro Alivio Sitios N° 3, N° 4 y N° 5 del Puerto Arica

Requisitos	Permeabilidad medida en mm de penetración, según lo indicado en letra a)	30 máx. 20 promedio
	Mínimo contenido de materiales cementantes para shotcrete por vía húmeda en [kg/ m <sup>3</sup> ]	Lo indicado en letra b)

a) La permeabilidad se medirá en mm de penetración según ensayo establecido en la norma ISO 7031. Alternativamente, la permeabilidad se podrá medir según el ensayo establecido en la norma NCh 2262.

b) El contenido de partículas inferiores a 0,075 mm (malla # 200 ASTM), incluyendo el cemento, las adiciones y las aportadas por los áridos, no deberá ser inferior al valor definido por la curva granulométrica de referencia adoptada según la Figura 1.

#### 9.2.2 Características y Tecnología de Ejecución

A pesar que en el proyecto el espesor de la reparación con shotcrete es inferior a los 15 cm, en el evento que existiese un espesor mayor al indicado, el espesor máximo de una capa individual de shotcrete no deberá exceder los 15 cm. En caso de aplicarse en forma sucesiva más capas de shotcrete de 15 cm habrá que interrumpir la faena de aplicación el tiempo necesario para que el shotcrete colocado tenga capacidad de soporte sin deslizar, antes de seguir aplicando nuevas capas.

El recubrimiento mínimo de las armaduras en la cara externa (cara lado frente de atraque) deberá ser de 5 cm, medidos desde la malla adicional para la reparación, salvo indicación en contrario en los planos correspondientes.

Durante la aplicación del shotcrete y antes que se observe el desecamiento de la superficie de la mezcla, se deberá realizar el platabado de manera de dejar una superficie uniforme y lisa que no difiera de la superficie aledañas. Es importante realizar en forma inmediata el curado del shotcrete. El método de curado, será propuesto por el Contratista y sometido a la aprobación por parte de la ITO. En caso de usarse agua, deberá estar a una temperatura similar a la del hormigón, de manera de no generar un enfriamiento brusco de la superficie.

El shotcrete deberá poder ser aplicado en capas individuales del espesor mínimo definido por el Contratista en su metodología de trabajo, en cualquier posición de la superficie a recubrir. Deberá poseer capacidad de adherencia a estas superficies o a superficies de shotcrete previamente colocadas o a elementos de refuerzo metálicos parte de la armadura adicional de reparación o a elementos de sujeción especiales, debiendo envolver a dichos elementos sin que se generen huecos. Durante la aplicación del shotcrete, en cualquier posición, no deberá producirse segregación de los componentes del mismo.

### 9.2.3 Diseño de la Mezcla

La mezcla para el shotcrete deberá ser determinada por medio de ensayos de laboratorio y de terreno en obra antes de iniciar la aplicación en la reparación del muro, de modo de cumplir con los requerimientos de resistencia, calidad, durabilidad, colocación y toda otra característica requerida en esta especificación.

En todos los casos en que esta especificación lo requiera en relación al empleo de algún aditivo para el shotcrete, el Contratista deberá determinar mediante ensayos el efecto sobre la resistencia a la compresión del hormigón con el aditivo respectivo frente a un hormigón patrón sin este aditivo.

Se verificará la resistencia a la compresión de la mezcla definida para las edades 12 horas, 24 horas, 7 días y 28 días. La verificación se hará en la forma indicada en el punto 9.7.3 de la presente especificación.

## 9.3 Materiales

### 9.3.1 Cemento

El cemento a ser empleado en las mezclas para shotcrete deberá ser de procedencia nacional de alta resistencia según Norma Chilena NCh 148, salvo indicación en contrario de la ITO.

En caso de utilizarse un cemento de procedencia extranjera, el Contratista deberá certificar que cumple con las Normas Chilenas mediante ensayos en un laboratorio aprobado por la ITO ó en su defecto, clasificarlo de acuerdo a la última versión vigente de las normas ASTM. Adicionalmente el Contratista deberá certificar, con el objeto de evitar una posible reacción entre los álcalis del cemento y los agregados pétreos, que el contenido de álcalis del cemento, expresado como  $\text{Na}_2\text{O}$ , determinado mediante análisis químico realizado de acuerdo a la Norma ASTM C114, no excede de 0,6 % o que su expansividad en el ensayo de barras de mortero estipulado en la Norma ASTM C 227 es inferior a 0,10 % a los seis meses.

Las mezclas de shotcrete deben emplear cementos de composición química homogénea y finura uniforme. Para cada partida de cemento provista en obra, el Contratista deberá remitir a la ITO los certificados de fabricación correspondientes. Asimismo, deberá poner a disposición de la ITO los análisis y resultados de ensayos estándar disponibles.

En vista de la necesidad de reducción de fisuración del shotcrete, será preferible el empleo de cementos de bajo calor de hidratación.

### 9.3.2 Agua

El agua de amasado deberá ser suministrada por el Contratista y cumplir con los requisitos indicados en la norma NCh 1498.

### 9.3.3 Agregados

Los agregados deberán cumplir con las estipulaciones de la Norma Chilena NCh 163.

El Contratista deberá dar a conocer a la ITO por escrito el origen de los agregados que usará.

Antes de utilizarse en la planta de mezclado, los agregados deberán poseer una temperatura superior a los +5 grados Celsius.

Para mantener la uniformidad de las propiedades del shotcrete, la dosificación deberá emplear o estar constituida por la mezcla de un mínimo de dos áridos (una arena y una gravilla de tamaño máximo 3/8") y se establecerá de manera que la granulometría total del hormigón, incluido el cemento y adiciones, se ajuste a una de las dos curvas granulométricas tipo Faury indicadas en la figura 1 adjunta, para los tamaños máximos nominales de árido (3/8"). En cada caso, la curva real de ajuste de la mezcla cemento/áridos no deberá diferir entre los tamices # 30 y # 4 ASTM en más del 5% por sobre la curva teórica indicada. La medición de los materiales deberá hacerse en peso.

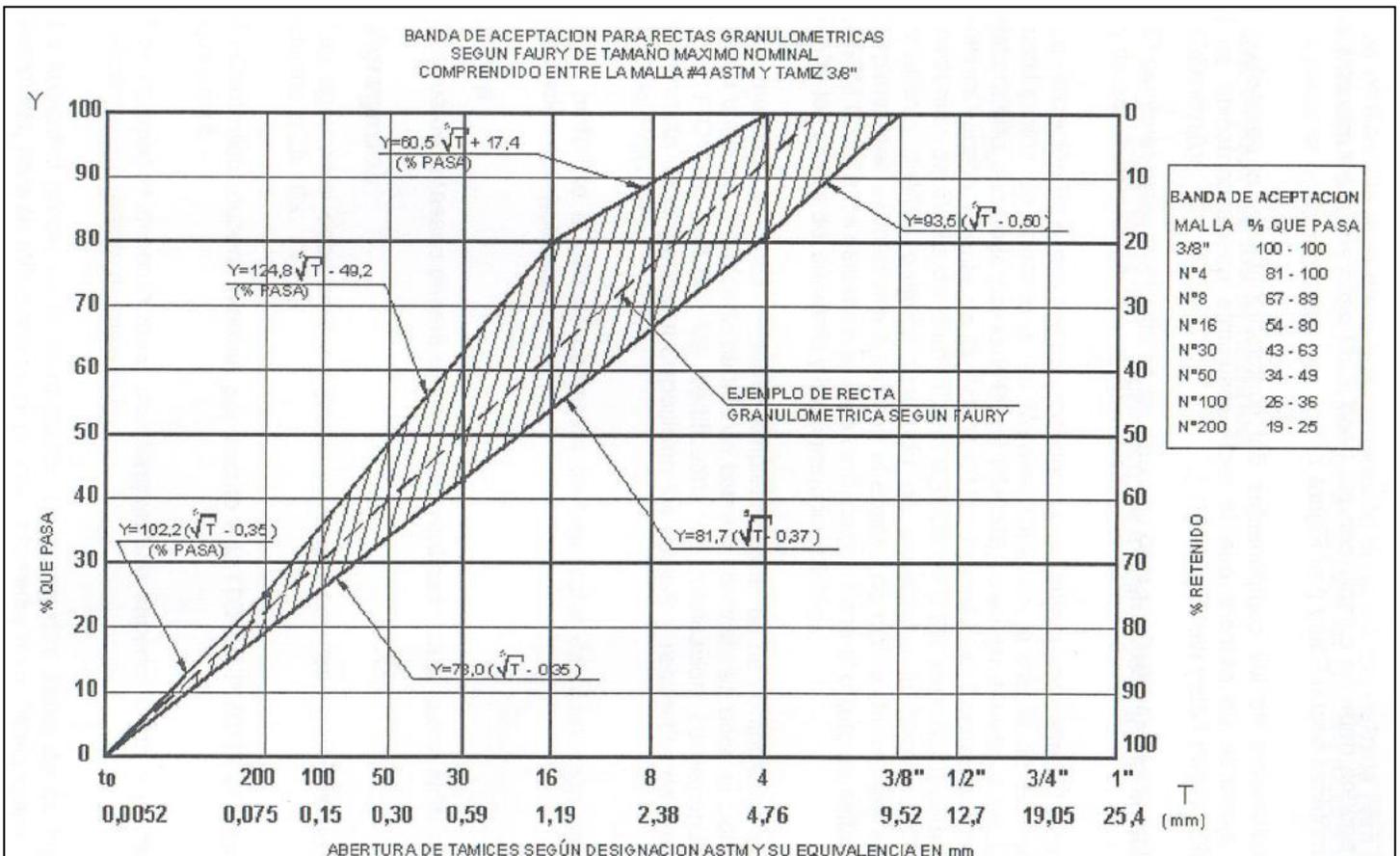


Figura 1: Bandas de aceptación para rectas granulométricas según Faury

#### 9.3.4 Aditivos

Adicionalmente a la presente especificación particular, los aditivos deberán cumplir con todos los requerimientos para aditivos establecidos en NCh 2182.

El uso de aditivos para propósitos no cubiertos por las especificaciones generales para materiales y manufactura de hormigón armado o por la presente especificación no está permitido, excepto a través de la aprobación por escrito por parte de la ITO. En tales casos el Contratista deberá proveer una documentación completa y suficiente para justificar el empleo de los aditivos propuestos.

Los aditivos deberán estar libres de cloruros, significando esto que el porcentaje de cloruros no deberá exceder 0,1 % en peso.

Las condiciones de almacenamiento de los aditivos deberán responder a las exigencias de los proveedores de los mismos.

Los aditivos empleados en la mezcla deberán ser aprobados por la ITO. Antes de ser empleados en las mezclas de obra, su acción deberá ser demostrada mediante ensayos de aptitud.

La compatibilidad entre los aditivos y otros componentes del shotcrete deberá ser demostrada mediante ensayos de aptitud antes de ser utilizados en obra.

##### 9.3.4.1 Acelerantes de fraguado

La dosificación de acelerantes de fraguado deberá ser la estrictamente necesaria para garantizar la evolución de resistencia a temprana edad y la resistencia final del shotcrete. La determinación de esta dosificación resultará de ensayos de laboratorio y de ensayos posteriores de aptitud en obra, (usándose las instalaciones de obra), como se define en esta especificación.

Cualquier aumento de la dosificación preestablecida de acelerantes de fraguado, como resultado de los ensayos mencionados, no deberá ser superior a 1 % del peso de cemento.

Los acelerantes de fraguado deberán ser verificados de acuerdo a la presente especificación, cada vez que se cambie el tipo de cemento empleado, en relación a su compatibilidad con el cemento empleado, (reducción de la resistencia). En caso de empleo de acelerantes líquidos se deberá verificar que no se ha producido cristalización durante su almacenamiento. Los plazos máximos y las condiciones de almacenamiento como así también los requerimientos de seguridad sugeridos por los fabricantes deberán ser respetados por el Contratista.

No se permite el uso de silicatos de sodio como acelerantes de fraguado, excepto que se demuestre que no produce efectos sobre la resistencia a plazos de 28 días o superiores.

La reducción de resistencia del shotcrete frente al shotcrete patrón (sin acelerantes de fraguado) no debe superar el 20% para edades de 7 y 28 días, sin perjuicio de cumplir con las resistencias a edades tempranas indicadas en 9.2.

Los acelerantes deberán ser del tipo "No Alcalino" y "Libre de Alcalis" (Alcalis free).

Se entiende por libre de álcalis, que no contiene cationes de álcalis, o que su contenido es menor a 1%.

#### *9.3.4.2 Aditivos reductores de agua, fluidificantes y retardadores de fraguado*

Aditivos reductores de agua y retardadores podrán ser utilizados para el proceso de shotcrete por vía húmeda para reducir la cantidad de agua de mezclado y aumentar la trabajabilidad del mismo durante su bombeo. El efecto de estos aditivos deberá ser determinado mediante ensayos de aptitud en obra y podrán ser empleados únicamente con expresa aprobación de la ITO. Su efecto sobre el shotcrete deberá ser controlado regularmente en relación a su tiempo de fraguado, reducción de agua y evolución de la resistencia en el tiempo frente al hormigón patrón.

#### *9.3.4.3 Aditivos de control de hidratación (inhibidores de fraguado)*

En la mezcla se pueden emplear aditivos para el control del proceso de hidratación con atención a esta especificación particular y siempre y cuando sean aprobados por la ITO.

Los aditivos para el control del proceso de hidratación no deben poseer componentes que originen una reducción de la resistencia del shotcrete más allá de la admitida en el punto 9.3.4.1 de la presente especificación.

Estos aditivos podrán ser usados siempre que las condiciones o limitaciones de faena en la obra lo requieran, en función de poder asegurar una faena continua de avance y las condiciones de seguridad necesarias de las mismas en términos de su impacto sobre el medio ambiente. Su dosificación deberá ser determinada en base a ensayos de aptitud en obra de acuerdo con la presente especificación.

El empleo de los aditivos de control de hidratación deberá ajustarse a las instrucciones de los fabricantes.

#### *9.3.4.4 Microsílice*

Toda dosificación de shotcrete considerará la incorporación de microsílice, que es un material extremadamente fino con características puzolánicas.

Mediante la incorporación de microsílice como aditivo se pueden mejorar las características del shotcrete, en particular:

- Reducir la producción de polvo
- Reducir el rebote
- Aumentar la adherencia entre capas y con las armaduras
- Mejorar la impermeabilidad del revestimiento del Shotcrete
- Aumentar la resistencia a la acción de agentes químicos agresivos
- Aumentar la resistencia final del hormigón.

La microsílíce en polvo deberá cumplir con los siguientes requisitos:

- El contenido de  $\text{SiO}_2$  no debe ser inferior al 90 %
- La microsílíce no debe contener más de 0,2 % en masa de sílice metal ni cualquier otro material nocivo tal como cuarzo, óxido y/o fibras de celulosa
- Finura: la superficie específica (Blaine) no deberá ser inferior a 20.000  $\text{m}^2/\text{kg}$
- El contenido de álcalis total en términos de equivalente  $\text{Na}_2\text{O}$  no debe superar el 2%
- Índice de actividad > 95% después de 28 días
- Contenido de humedad < 3%
- $\text{SO}_3$  (soluble en agua) < 1%.

El empleo de suspensiones de microsílíce presupone el uso de una bomba dosificadora, que es imperativa en este proceso. La adición de microsílíce deberá efectuarse lo más cerca posible a la boquilla de proyección.

La verificación de los requerimientos citados en los puntos anteriores deberá ser efectuada en base a ensayos en obra como mínimo una vez al mes.

El porcentaje óptimo de microsílíce deberá ser determinado en base a ensayos de aptitud en obra antes de su empleo. Para su posterior empleo se requiere la expresa aprobación por escrito de la ITO. Se recomienda que el % sobre el cemento varíe entre 5% y 10%.

Las suspensiones de microsílíce deberán ser agitadas regularmente por medio de bombas de circulación antes de su empleo en la mezcla.

Se deberá determinar la compatibilidad entre la microsílíce y los demás aditivos líquidos, bien sobre la base de experiencia probada o alternativamente a través de ensayos apropiados. En ambos casos será la ITO la que deberá dar su aprobación antes del empleo de la microsílíce en el shotcrete.

## **9.4 Ejecución y Transporte de la Mezcla**

### **9.4.1 Mezclado**

Los componentes individuales del shotcrete deberán ser pesados en las proporciones especificadas mediante una balanza automática. Únicamente pueden ser dosificados en volumen los aditivos líquidos que se incorporen a la

mezcla. La precisión del pesado debe ser de  $\pm 1\%$  para el cemento, agua y aditivos y  $\pm 3\%$  para los áridos. La precisión de la balanza debe ser verificada al menos una vez por mes.

La humedad de la arena no debe superar al 6 % ni ser inferior al 2 %, debiendo mantenerse lo más constante posible

La planta de mezclado deberá estar emplazada lo más cerca posible del lugar de aplicación del shotcrete. El producto del mezclado deberá ser puesto a disposición para el transporte a través de un dispositivo de entrega o distribución adecuado que no produzca segregación de los componentes de la mezcla. En general el producto de la mezcla podrá ser utilizado sólo si la posterior aplicación del shotcrete puede ser completada dentro de un período máximo de treinta (30) minutos a partir del momento del inicio de mezclado. Este lapso debe mantenerse tan corto como sea posible, especialmente en condiciones ambientales de elevadas temperaturas y humedad.

La temperatura de la mezcla de los componentes del hormigón proyectado no debe superar los 30 °C ni ser inferior a los 5 °C.

Deberá implementarse un sistema de notas de envío de modo de registrar la fecha y hora de mezclado, el número de diseño de mezcla, cantidad, lugar y tiempo de entrega y de finalización de la instalación del shotcrete. Las notas de envío deberán ser remitidas a la ITO.

Será obligatorio realizar verificaciones regulares de la mezcla en obra, en relación a los siguientes aspectos:

- Inspección visual, por ejemplo en relación al color de la misma
- Contenido de humedad
- Temperatura
- Granulometría.

La mezcla resultante del mezclado húmedo de los componentes deberá responder a los requisitos generales aplicables al hormigón bombeado.

En el proceso de aplicación de shotcrete por vía húmeda sólo son aplicables aceleradores líquidos. Estos deberán ser adicionados en la boquilla o cerca de la misma. El suministro de acelerantes mediante la bomba deberá ser controlado de tal modo de ser proporcional al caudal de mezcla húmeda provista por la bomba de hormigón.

El shotcrete en este proceso no debe ser colocado después de 30 minutos contados a partir del inicio del mezclado. En caso que las condiciones de la obra hagan propicio el uso de retardadores o aditivos de control de hidratación y que éstos sean aprobados por la ITO, este plazo podrá ser extendido contra presentación por parte del Contratista de los comprobantes justificativos correspondientes que acrediten la aptitud de la mezcla. Para ello será necesario haber efectuado ensayos de aptitud cuyos resultados corroboren que la resistencia final del shotcrete no se reduzca en más de 20% respecto de la del

hormigón patrón, sin perjuicio de cumplir con las resistencias a edades tempranas indicadas en 9.2.

#### 9.4.2 Transporte de la Mezcla

La mezcla del proceso por vía húmeda deberá ser transportada sin adición de acelerantes de fraguado y empleando sistemas de transporte que prevengan la segregación de los componentes y protegida efectivamente contra la influencia de agentes externos.

### 9.5 Equipamiento y Producción del Shotcrete

Todas las tuberías de transporte de componentes de shotcrete deben ser de diámetro uniforme, debiendo asimismo estar dispuestas en tramos rectos o en curvas de radios amplios y estar protegidas de modo de que no sea perturbado el movimiento de material a través de ellas. Los acoplamientos deberán garantizar hermeticidad.

La máquina de producción de shotcrete deberá ser calibrada en términos de alimentación de aire comprimido, velocidad de rotación y volumen de las cámaras del rotor de modo tal de ser compatible con la longitud y el diámetro de las tuberías o mangueras de transporte. El equipo deberá ser hermético. Residuos de material dentro de la máquina deberán ser extraídos después de cada operación independiente de aplicación de shotcrete.

Los sistemas de alimentación de aire y agua deberán ser capaces de suministrar a la máquina de shotcrete y manguera, las presiones y caudales recomendados por el fabricante de la máquina. Está prohibida la utilización de un sistema de suministro que provea aire contaminado con aceite.

Los equipos de producción de shotcrete deberán ser aptos para suministrar material en forma ininterrumpida y con caudal constante, garantizando asimismo velocidades de proyección en la boquilla que permitan una buena adherencia del material a la superficie, minimicen las pérdidas por rebote y proporcionen adhesión y densidad máximas.

El equipo de proyección deberá permitirle al operador de la boquilla emplear agua y aire en cualquier combinación deseada de manera de poder preparar tanto superficies ásperas como efectuar terminaciones.

La instalación del equipamiento para el proceso húmedo deberá efectuarse de acuerdo a las recomendaciones del fabricante.

El caudal de suministro de hormigón deberá ser continuo para permitir una aplicación uniforme del shotcrete.

El dispositivo de dosificación de acelerantes de fraguado deberá operar en forma sincrónica con la bomba de hormigón, debiendo poder considerarse en el ajuste del mismo, posibles variaciones de la viscosidad y de la densidad bruta de la mezcla.

## 9.6 Aplicación del Shotcrete

### 9.6.1 General

El shotcrete deberá aplicarse inmediatamente después de efectuada la preparación de la superficie, en la que se debe ejecutar previamente la limpieza de la superficie a reparar por medios mecánicos y/o lanza de agua, de manera de dejar la superficie limpia libre de material suelto, sin aceites y con la armadura existente a la vista, la cual deberá ser limpiada por métodos mecánicos, de manera de dejarla sin restos de hormigón, ni partes oxidadas o con aceites. Sobre esta superficie limpia se colocará la malla de refuerzo de acuerdo con lo establecido en los planos, la que se afianzará a la estructura por medio de insertos metálicos de dimensiones indicada en los planos. Una vez fijada la malla, se limpiará la superficie de hormigón y se aplicará un puente de adherencia que proporcionará el Contratista, previa autorización de la ITO. Esto último completa la preparación de la superficie y con la autorización de la ITO, quien hará la recepción de la superficie, el Contratista podrá aplicar el shotcrete.

El contratista deberá presentar en su metodología la forma en que realizará la aplicación del shotcrete y de qué forma evitará polución y rebotes de material que por ningún motivo o circunstancia alguna, podrán caer al mar. Por tanto, el Contratista deberá asegurar en su proposición que material de shotcrete, producto de la aplicación y limpieza de tuberías, no caiga al mar, por lo que deberá implementar un sistema o estructuras y equipos que impidan la caída de material al mar, y como extraerá el material de rebote de la obra, el que deberá disponer en botadero autorizado por la ITO, lo que estaría incluido en su costo.

Al aplicar shotcrete sobre la malla metálica y hormigón antiguo, se deberá cuidar de lograr un buen relleno detrás de la malla. Por ningún motivo podrán quedar espacios sin rellenar. Tanto las mallas como las barras existentes y otras armaduras, deberán quedar perfectamente envueltas en el hormigón.

Para evitar el movimiento de la malla durante la aplicación del shotcrete es necesario que ella quede firmemente fijada a la superficie por insertos metálicos o por medio de algún sistema que proponga el Contratista y que deberá ser presentado para la aprobación de la ITO, lo que estaría incluido en su costo.

Cuando a juicio de la ITO se noten escurrimientos del shotcrete, exceso de humedad y otros defectos, se suspenderá de inmediato la colocación del shotcrete en la zona defectuosa. La ITO podrá ordenar que éste sea picado y reemplazado por shotcrete fresco de calidad satisfactoria, antes de continuar con su colocación.

Si por algún motivo se discontinúa la colocación del shotcrete, se deberá lavar cuidadosamente la superficie con chorro de agua y aire a presión para eliminar el polvo y materias extrañas depositadas que pudieran afectar la adherencia.

Durante la aplicación del shotcrete, la boquilla deberá mantenerse perpendicular a la superficie de trabajo y a una distancia de aproximadamente 1,20 m de ella. De la boquilla deberá salir un chorro cónico, uniforme y continuo de modo de

obtener un material compacto y uniforme. Cuando el chorro sea intermitente, se debería desviar la boquilla hasta que la situación se normalice.

No deberá proyectarse sobre superficies de shotcrete que estén secas, para ello antes de colocar la nueva capa deberá humedecerse las superficies secas de modo de estar saturadas con agua. Este proceso se hará antes de iniciar la colocación del shotcrete.

El material de rebote deberá ser removido inmediatamente después de cada aplicación de shotcrete. En caso que éste se haya endurecido el Contratista deberá proveer los medios necesarios para retirarlo; si fuera necesario hasta por medio de martillos neumáticos, todo bajo su costo.

En superficies verticales será preferible comenzar con la proyección de hormigón en la base inferior.

El Contratista deberá implementar medidas para verificar el espesor de shotcrete tal como se lo requiera la ITO.

#### 9.6.2 Requerimientos Particulares para el Proceso por Vía Húmeda

La mezcla húmeda puede ser transportada hacia la boquilla de proyección en forma neumática (chorro fino) o a través de bombas de hormigón (chorro denso). En este último caso la velocidad de proyección del hormigón en la boquilla se logra a través de la inyección de aire a presión suministrado directamente a la boquilla. Se deberán realizar los ajustes de calibración correspondientes para lograr la velocidad óptima de proyección.

#### 9.6.3 Profesionalismo en la Aplicación del Shotcrete

El Contratista deberá disponer de operadores de boquilla que, previamente al inicio de faena, hayan demostrado ser suficientemente hábiles y competentes en la aplicación de shotcrete y que estén perfectamente familiarizados con la metodología y secuencia particular prevista para cada sector específico en que se materialice la reparación del muro con shotcrete. Estos operadores deberán portar certificados de aptitud otorgados por el Contratista y aprobados mediante una prueba de calificación supervisada por la ITO, 30 días antes que se inicie la colocación del shotcrete en la obra.

Para este objeto, cada cuadrilla deberá llenar, en presencia de la ITO, dos paneles de ensayo similares a los indicados en la cláusula 9.7.3 de estas especificaciones.

De estos paneles, uno se llenará lanzando hormigón contra una superficie vertical y el otro trabajando sobre cabeza contra una superficie horizontal o con una inclinación menor de 45° respecto a la horizontal.

La ITO calificará los resultados sobre la base de la homogeneidad, monolitismo y resistencia de las probetas extraídas, pudiendo rechazar a aquellos operadores que, según su criterio, no demuestran la pericia necesaria para colocar el shotcrete.

Los operadores rechazados podrán optar a una nueva calificación, pero serán definitivamente eliminados si en ella resultan descalificados.

El personal calificado será el único que el Contratista podrá destinar a labores de colocación de shotcrete.

Si el Contratista desea agregar nuevo personal a la lista de personas calificadas, deberá someterlas a la calificación indicada.

Todos los ensayos indicados en esta cláusula serán de responsabilidad y costo del Contratista.

#### 9.6.4 Curado

Si la humedad relativa en la zona de colocación del shotcrete es inferior a 90%, el Contratista deberá proceder de inmediato con la aplicación de un sistema de curado.

El curado se efectuará mediante el sistema húmedo, debiéndose asegurar la mantención continua de la humedad mediante un procedimiento aprobado por la ITO.

Se requiere de un curado sistemático y continuo del shotcrete el que deberá tener una duración mínima de 7 días. El curado deberá iniciarse a más tardar antes de 20 minutos de haberse completado cualquier capa de revestimiento.

La aplicación de un compuesto de sellado podrá ser autorizada por la ITO, sólo en el caso que el shotcrete no vaya a ser recubierto con nuevo hormigón.

### 9.7 Ensayos

#### 9.7.1 General

Se deberán efectuar ensayos de aptitud de los componentes del shotcrete como de la mezcla misma antes del comienzo de la obra, como así también ensayos de aceptación o de control en obra durante la ejecución de las faenas.

Los ensayos destinados a determinar la composición de la mezcla de shotcrete, tanto en condiciones de laboratorio como de obra, deberán ser efectuados con suficiente anticipación al comienzo de las faenas de obra para asegurar que las mezclas de shotcrete estén desarrolladas y todas las verificaciones completadas satisfactoriamente.

Las actividades de colocación de shotcrete no deberán comenzar antes de que los resultados de estos ensayos demuestren la aptitud en función de la presente especificación y que hayan sido aprobados por escrito por la ITO.

Los ensayos de aceptación en obra del shotcrete, destinados a determinar la resistencia se harán de acuerdo a lo establecido en punto 9.7.5. La evaluación del cumplimiento de la resistencia especificada para cada edad se efectuará por el criterio de grupos de muestras consecutivas establecido en la Norma Chilena

NCh 1998. Los resultados de los ensayos deberán ser corregidos por esbeltez y forma, multiplicando la resistencia obtenidas en muestras cúbicas o cilíndricas por los factores indicados en la Norma Chilena NCh 170 Of 85 Anexo A.

### 9.7.2 Ensayos de Aptitud

Los ensayos de laboratorio requeridos en esta especificación deberán ser llevados a cabo por un laboratorio de ensayo de materiales, independiente y de reconocido prestigio en Chile a cargo y costo del Contratista. El laboratorio y su personal calificado, deberán ser aprobados por la ITO. Son parte de los ensayos de laboratorio los de aptitud iniciales para determinar la composición de la mezcla para el shotcrete como así también los que regularmente se realicen para verificación de la calidad y aptitud de los materiales suministrados a obra.

Siempre que el Contratista emplee shotcrete por vía húmeda y se provea de éste a través de una empresa manufacturera de hormigón externa, deberá proveer a la ITO de un certificado de aptitud de la mezcla expedido por un laboratorio de ensayos independiente reconocido por TPA. A través de los ensayos de aptitud se determinan las dosificaciones de la mezcla a emplear, las que deberán ser mantenidas por la empresa correspondiente durante todo el período de provisión de hormigón a la obra. Ante cualquier cambio en los materiales empleados deberán efectuarse nuevos ensayos de aptitud.

Resistencia: ensayo de resistencia simple a la compresión a las 12 horas, 24 horas, 7 días y 28 días.

La compatibilidad entre cemento y aditivos acelerantes de fraguado será investigada en primer término mediante ensayos bajo condiciones de laboratorio y luego con ensayos en los que las muestras son obtenidas con los equipamientos ya instalados en obra. Con estos ensayos se deberá determinar si la acción de los acelerantes es efectiva a edades tempranas y no conduce a una reducción excesiva de la resistencia a compresión final del hormigón.

Los resultados de los ensayos efectuados en condiciones de laboratorio constituirán una referencia para la compatibilidad y acción conjunta de los distintos componentes de la mezcla, en particular entre aditivos acelerantes y cemento y otras adiciones cementicias.

Sobre la base de estos ensayos se harán los ensayos de aptitud en obra a partir de los cuales se deberán evaluar las necesidades de adaptación de las proporciones de componentes aditivos de la mezcla a la situación de la obra (temperatura, eficiencia de mezclado, alimentación de materiales componentes, características de la superficie de proyección).

### 9.7.3 Ensayos de Aptitud en Condiciones de Obra

El Contratista deberá efectuar ensayos de aptitud del shotcrete en relación a su resistencia final frente a un shotcrete patrón (sin aditivos acelerantes) en las condiciones en que el mismo será producido en la obra. Mediante los ensayos deberá verificarse y adaptarse para la obra la dosificación de acelerante de fraguado determinada mediante los ensayos de laboratorio.

Para cada tipo de aditivo acelerante de fraguado que se haya seleccionado en los ensayos de Laboratorio deberán ser ejecutados paneles de muestra en obra de dimensiones 50 x 50 x 15 cm.

Los paneles deberán ser contruidos como cajas de madera terciada, convenientemente rigidizadas, usándose paneles de madera terciada de no menos de 20 mm de espesor. Los laterales de estas cajas deberán estar desanguladas hacia el exterior en 45° para permitir que el shotcrete de rebote pueda egresar de la caja. El shotcrete deberá adherirse al fondo de la caja, quedar bien compactado y no mostrar señales de segregación. La hora en que cada panel de muestra ha sido completada deberá ser protocolizada. Los paneles deberán ser curados en condiciones de obra a temperaturas entre +10 y +25 °C, debiéndose mantener húmedos, por ejemplo a través del tapado mediante membranas de polietileno hasta que sean usados en los ensayos.

Los testigos de ensayo deberán ser extraídos no antes de las 10 horas de haber finalizado la proyección y no después de 48 horas del mismo instante, debiendo ser curadas en agua.

Los testigos que se emplearán para la determinación de la resistencia simple a la compresión a los 7 y 28 días, después de su extracción del panel, serán almacenados en una cámara de curado con una temperatura controlada de 20+/- 3 C° y humedad relativa de 90%.

Para cada acelerante de fraguado previsto se deberán ensayar al menos 2 diferentes dosificaciones que deberán cubrir el rango de acelerante previsto.

Los ensayos de aptitud en condiciones de obra deberán ser repetidos por el Contratista cada vez que varíe la fuente de alguno de los componentes o las proporciones de la mezcla de shotcrete.

Para la verificación de la resistencia final a la compresión del shotcrete endurecido deberán efectuarse ensayos de compresión simple a las edades de 12 horas, 24 horas, 7 días y 28 días sobre testigos cilíndricos extraídos de paneles de prueba.

Deberán emplearse testigos cilíndricos de 10 cm de diámetro y 10 cm de altura. Los testigos deberán ser tomados de sectores de los paneles en que no exista posibilidad de que se haya acumulado material de rebote. Para cada testigo ensayado deberá tomarse un segundo como repuesto. La fecha y hora en que el panel correspondiente a cada testigo ha sido proyectado deberán ser registrados.

#### 9.7.4 Ensayo de Asentamiento de Cono para la Mezcla Fresca en Caso de Proceso por Vía Húmeda

La trabajabilidad del shotcrete por vía húmeda deberá ser verificada por medio de un ensayo de asentamiento de cono de la mezcla fresca de acuerdo a los requerimientos de la Norma NCh 171.

La trabajabilidad del shotcrete por vía húmeda deberá estar dentro de  $\pm 25$  mm del valor nominal. Este valor, el que deberá ser usado durante las faenas de obra, tendrá que ser determinado a partir de estos ensayos de asentamiento efectuados previos al comienzo de obra.

#### 9.7.5 Ensayos de Aceptación en Obra del Shotcrete. Control de Calidad

##### 9.7.5.1 General

Para asegurar la calidad requerida del shotcrete durante la ejecución de la obra, se deberán efectuar con la frecuencia especificada en la Tabla 9.2, los siguientes ensayos:

- Agregados: granulometría y propiedades físicas (densidad real, densidad aparente, absorción, materia orgánica (arena), y finos bajo la malla # 200 ASTM; y humedad propia
- Shotcrete: resistencia del shotcrete endurecido a las 12 horas, 24 horas, 7 días y 28 días; y impermeabilidad.

Tabla 9.2 Ensayos y frecuencias para Agregados, Shotcrete, Mezcla Seca, y Shotcrete Patrón

Ensayo	Característica	Método	Tipo-cantidad de probetas	Edad de Ensayo	Cantidad o Frecuencia de Ensayos
Shotcrete	Resistencia simple a la compresión	Probetas obtenidas de testigos	Cilíndricas de 10 cm de diámetro y altura	12hr,24hr, 7d y 28d	Ver 9.7.5.3
		Evaluación por grupo de muestras consecutivas		para cada edad de ensayo	
	Impermeabilidad	Norma ISO 7031 ó NCh 2262		28 días	300 m <sup>2</sup> 1 por mes
Agregados	Granulometría y propiedades físicas			-	1 vez por semana
	Humedad propia			-	A lo menos una vez al día
Mezcla seca Prefabricada	granulometría		10 kg	-	4 veces al mes
	humedad propia				
Shotcrete Patrón	resistencia reducción de la resistencia	En particular para shotcrete de planta		28 días	Cada 1 mes

Siempre que el volumen de shotcrete aplicado en un sector de obra particular, sea menor a las cantidades establecidas en el cuadro anterior o que entre una y otra aplicación de shotcrete medie un plazo mayor a 1 mes, será necesario efectuar para cada uno de estos sectores o aplicaciones individuales, al menos uno de cada uno de los ensayos de aceptación consignados precedentemente.

Las probetas o testigos para ensayos de la resistencia a compresión simple del shotcrete deberán ser obtenidas de acuerdo con lo señalado en el punto 9.7.5.3.

Si el shotcrete o los componentes del mismo no cumplen con los requerimientos de ensayo requeridos en esta especificación, se deberá investigar, en primer lugar, la validez de los resultados de los mismos antes de llevar a cabo cualquier acción de reparación. La ITO deberá ser informada inmediatamente sobre el resultado negativo de cualquier ensayo como así también sobre la forma en que los resultados de los mismos serán re evaluados.

Si las características especiales requeridas del revestimiento final del shotcrete, tales como durabilidad o calidad, en general, no pueden ser garantizadas con el resultado de los trabajos en avance, la ITO podrá requerir que los sectores del revestimiento afectados sean reemplazados o que las deficiencias identificadas sean reparadas a satisfacción de la ITO.

#### 9.7.5.2 *Agregados*

La granulometría y propiedades físicas de los agregados deberán ser verificadas una vez por semana y su humedad controlada todos los días, debiéndose cumplir con los requerimientos establecidos en el punto 9.3.3 de esta especificación.

De requerirlo la ITO, los agregados deberán ser ensayados con mayor frecuencia o en casos puntuales a pedido expreso de la misma.

#### 9.7.5.3 *Ensayo de resistencia del shotcrete en obra*

El Contratista deberá hacer ensayos de compresión simple a las edades de 12 horas, 24 horas, 7 días y 28 días para cada tipo de mezcla, sobre los testigos cilíndricos extraídos de los paneles de prueba para la verificación de la resistencia final a la compresión del shotcrete endurecido.

El Contratista hará paneles para evaluar las resistencias indicadas con una frecuencia de al menos uno cada 3 días, de donde se obtendrán, a lo menos, los testigos para los ensayos. Por cada panel se ensayará 2 testigos a las 12 horas, 2 a las 24 horas, 2 a los 7 días y 2 a los 28 días. Los ensayos de compresión simple se deberán realizar según requisitos de la NCh 1037.

Los resultados obtenidos de resistencias en los testigos a las diferentes edades de ensayo deberán corregirse por esbeltez y forma para obtener la resistencia

en probetas cúbicas de 20 cm de arista, de acuerdo a lo indicado en el apéndice A de la Norma NCh 170.

El valor de la resistencia a la compresión, para cada edad, será el promedio de la resistencia obtenida de los testigos ensayados y corregidos por esbeltez y forma.

De acuerdo al cumplimiento con los valores mínimos especificados, las circunstancias de la aplicación y la importancia de la estructura particular ejecutada, la ITO podrá solicitar que los ensayos se ejecuten con mayor frecuencia.

Las probetas deberán ser perforadas a través del espesor completo del panel y verificadas visualmente en relación a la compactación y homogeneidad del shotcrete, sin señales de segregación u otras imperfecciones visibles.

El control de resistencias del shotcrete se hará mediante el promedio móvil de 3 muestras consecutivas en las distintas edades de rotura de los testigos, el cual deberá ser siempre mayor que el valor de la resistencia especificada en cada edad según lo indicado en el punto 9.2.1.

#### **No Cumplimiento de los ensayos:**

A continuación se describe el procedimiento a seguir cuando no se cumplan los requerimientos de los ensayos de esta especificación.

a) No cumplimiento de los ensayos a las 12 y 24 horas:

- Informar a la ITO
- Aumentar la dosis de cemento o de acelerante hasta aclarar la situación
- Examinar inmediatamente los procesos y equipos de producción, transporte y aplicación del shotcrete
- Supervisar las tareas continuamente
- Tomar nuevas probetas a los 3 días y ensayarlas (se debe convenir con la ITO la cantidad de probetas a ser ensayadas)
- Ejecutar paneles de muestra sucesivos mientras sigue la faena para verificar, mediante ensayo de resistencia a la compresión simple sobre probetas, la evolución de la calidad del shotcrete.

b) No cumplimiento de los ensayos a los 7 días:

- Informar a la ITO
- Se tomarán probetas para ensayarlas a los 28 días

c) No cumplimiento de los ensayos a los 28 días:

- Se remite al punto 9.8

#### 9.7.5.4 Verificación de trabajabilidad de la mezcla

Al proyectar shotcrete por vía húmeda, deberán realizarse ensayos de asentamiento de cono de acuerdo a sección 9.7.4.

La trabajabilidad del shotcrete proyectado vía húmeda deberá estar comprendida dentro de  $\pm 2,5$  cm del proceso empleado para determinar la dosificación.

### 9.8 Medidas de Corrección

Este capítulo trata los requerimientos que debe llevar a cabo el Contratista en caso de detectarse fallas en la ejecución del shotcrete de la reparación del Paramento del Muro de Alivio de los Sitios N° 3, N° 4 y N° 5 del Puerto de Arica.

El Contratista deberá proponer y remitir para la aprobación de la ITO, un método y programa de trabajo, con la descripción de materiales y ensayos a efectuar para verificar su aptitud para la reparación de los desperfectos de la aplicación del shotcrete.

En caso de presentarse fisuras mayores a 0,3 mm se requerirá que el Contratista ejecute inyecciones de impermeabilización o de relleno mediante productos especiales para sellado de fisuras. El Contratista deberá presentar a la ITO una metodología y programa detallado de acción para aprobación. Estas inyecciones serán de costo y cargo del Contratista.

Si para los testigos no se cumple con los requerimientos de resistencias, se deberá analizar la incidencia de los aditivos acelerantes utilizados en la resistencia a la edad de 28 días, lo que podrá llevar a un aumento de las dosis de cemento.

En caso que la reparación de los desperfectos realizada por el Contratista, no cuente con la aprobación de la ITO, éstos deberán ser demolidos y realizar nuevamente la reparación del sector hasta contar con la aprobación de la ITO, todo con cargo al Contratista.

Todas las medidas de reparación de desperfectos serán ejecutadas a costo y cargo del Contratista.

### 9.9 Armaduras de Acero

#### 9.9.1 General

La presente sección específica los materiales para las armaduras de refuerzo para el shotcrete de la reparación del Paramento del Muro de Alivio de los Sitios N° 3, N° 4 y N° 5, y la instalación de las mismas. Se remite en este contexto

asimismo a los requerimientos establecidos en el punto 9.6 de esta especificación.

Las armaduras de refuerzo del sostenimiento de shotcrete deberán disponerse de acuerdo a lo indicado en los planos.

Todas las armaduras deberán cumplir con los requisitos indicados en las normas citadas en el capítulo 5 de estas especificaciones.

#### 9.9.2 Mallas de Acero Electrosoldadas

Las mallas de acero electrosoldadas deberán ser ACMA o similar, deberán cumplir con la norma chilena NCh 1173. La calidad del acero será AT56-50H, es decir, con límite de fluencia de 50 MPa y límite de rotura de 56 MPa. El tipo de malla en términos de abertura y diámetro será el indicado en los planos.

Las mallas, previo a su colocación, deberán limpiarse para eliminar el óxido o cualquier material que se haya depositado sobre ellas y que impida una buena adherencia con el shotcrete.

Las mallas deberán ser instaladas de modo de seguir en forma lo más cercana posible las irregularidades de la superficie y ser fijada firmemente de forma tal de prevenir las vibraciones y cambio de posición durante la proyección del shotcrete. Para ello se emplearán lazos, anclajes, insertos y soportes de acero y espaciadores o separadores adecuados (1 por m<sup>2</sup>). No deberán emplearse elementos de madera. El método de fijación de las mallas deberá ser tal que el shotcrete pueda ser correctamente compactado detrás de las armaduras en todos los puntos. En caso necesario deberán instalarse fijaciones adicionales de modo de ajustar perfectamente la malla a todas las depresiones de la superficie a reparar.

Las mallas deberán instalarse en la mayor longitud practicable. La longitud de empalme tanto longitudinal como transversal entre dos mallas debe ser como mínimo 30 cm, debiendo existir en la zona de empalme como mínimo 3 barras transversales de cada hoja de malla electrosoldada.

## 10. ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA HORMIGÓN MOLDEADO

### 10.1 General

El hormigón moldeado a utilizar en reparación de la parte inferior del muro de Alivio de los Sitios N° 3, N° 4 y N° 5 del Puerto de Arica, tendrá las mismas características, calidad y propiedades de la mezcla para el shotcrete que se utilizará para la reparación del paramento del muro, salvo su resistencia temprana que se exigirá un R7. Es decir, lo establecido en el punto 9 de las presentes especificaciones, salvo la exigencia de un R7. Sin embargo, cabe hacer presente que este hormigón no será proyectado hacia la pared del muro, sino que será bombeado y moldeado a través de moldajes que deberá suministrar el Contratista, por lo que la incorporación de Microsílice en el hormigón, y ensayos de aptitud en paneles, no son necesarios.

A continuación, se detallan otras exigencias particulares para el hormigón moldeado a ser utilizado en la obra.

### 10.2 Diseño de la Mezcla de hormigón

El hormigón en sitio deberá tener una resistencia cúbica especificada a la compresión correspondiente al grado H35 R7, es decir 35 MPa, con un 90% de nivel de confianza, de acuerdo con lo establecido en la Norma Chilena NCh 170 of 85.

Todo hormigón será preparado por medio de planta dosificadora y utilizando control de dosificación en peso.

La proporción de cada uno de los componentes del hormigón (dosificación) será determinada por el Contratista con el fin de cumplir las exigencias de resistencia, docilidad, durabilidad, y las restantes exigencias requeridas en las presentes especificaciones o en los planos; cumpliendo, en todo caso, los requerimientos de las normas.

El empleo de una determinada dosificación deberá estar respaldado mediante ensayos previos de mezclas de prueba, que comprueben que el hormigón posee las características generales y la resistencia especificada. El diseño de la mezcla se basará en la metodología de la Norma ACI 318, capítulo 5, y controlada por peso.

La dosificación del hormigón deberá ser compatible con el asentamiento que se emplee, logrando cumplir con la resistencia especificada.

La dosificación en peso propuesta por el Contratista a la ITO deberá contener los siguientes antecedentes:

- Tipo y dosis de cemento en  $\text{kg/m}^3$ . Requerimientos para bombeo.
- Tipo, procedencia, tamaño máximo y dosis en  $\text{kg/m}^3$  de los áridos.

- Contenido de agua, razón agua/cemento y asentamiento de cono previstos para el hormigón.
- Tipo y proporciones de los aditivos en caso de prever su empleo.
- Resistencia a 7 y 28 días, obtenidas en mezclas de prueba.
- Granulometría de los áridos.
- Consistencia.

En toda dosificación de los hormigones del Proyecto deberá considerarse el eventual uso de aditivos exentos de cloruros, de acuerdo con las recomendaciones del Fabricante.

Con anticipación al comienzo de las obras de hormigones, el Contratista deberá preparar mezclas de prueba de cada hormigón especificado, para cada granulometría y grado de trabajabilidad especificado. Estas pruebas se ensayarán también anticipadamente, de acuerdo con las normas de NCh 170, NCh 1018 y NCh 1038.

Cualquier modificación a las condiciones estipuladas, deberá ser previamente autorizada por la ITO.

La dosificación deberá ser revisada si se produce un cambio en la granulometría de los áridos que haga variar el módulo de finura del árido total en 0,10 o más.

La medida de los materiales deberá incluir la corrección por humedad, cada vez que se registre una variación importante de las condiciones medias de humedad, o cuando lo determine la ITO.

### **10.3 Materiales**

Los materiales para la confección del hormigón son los mismos que para el shotcrete, salvo la incorporación de diferentes aditivos y la eliminación de la microsilíce.

### **10.4 Aditivos**

La utilización genérica de un aditivo no especificado en este documento, ya sea plastificante, incorporador de aire, acelerador de fraguado del cemento u otro cualquiera, será objeto de especificaciones especiales y su uso deberá ser autorizado previamente por la ITO.

Los aditivos deberán ser almacenados en lugares que cumplan las condiciones especificadas por el Fabricante o, en su defecto, las que haya establecido la ITO.

La calidad y el uso de los aditivos serán objeto de una vigilancia periódica por parte de la ITO la cual solicitará las variaciones de dosificación que estime necesarias u ordenará su exclusión si considera que el efecto esperado en el hormigón no se consigue o bien que introduce consecuencias nocivas por su uso.

No se aceptarán aditivos que contengan cloruros, es decir, que el porcentaje de cloruros no deberá exceder 0,1% en peso.

#### 10.4.1 Aditivos especiales

Aditivos autonivelante y expansivos (Intraplast o equivalente) son requeridos para el hormigón de reparación de la base del muro. Estos aditivos serán propuestos por el Contratista para la aprobación de la ITO. En todo caso estos aditivos deben ser del tipo orgánico y no contener cloruros y/o sulfatos, ni materiales que puedan ser atacados por el agua de mar.

El efecto de estos aditivos deberá ser determinado mediante ensayos, los que no podrán disminuir la resistencia del hormigón a los 28 días en más del 15% y podrán ser empleados únicamente con expresa aprobación de la ITO.

### 10.5 Mezclado

La planta de fabricación de hormigones estará sujeta a la aprobación y revisiones periódicas de la ITO. Deberá tener una capacidad tal, que cubra eficientemente las necesidades de las obras.

La planta deberá mantener un formulario de la producción que permita asociar partidas en forma inequívoca con el resultado de muestras obtenidas en la obra, con la dosificación empleada, características de los materiales, y con la fecha y lugar preciso de colocación del hormigón en la obra. Este registro quedará a disposición permanente de la ITO.

Si el hormigón se fabrica en plantas ajenas al Contratista, éste será plenamente responsable de la calidad del hormigón adquirido. La guía de despacho deberá tener toda la información solicitada en el formulario de la producción.

El tiempo de mezclado será el adecuado para alcanzar una uniformidad efectiva.

### 10.6 Preparación de Superficie a Reparar

La preparación de la superficie, consiste en la limpieza de la superficie a reparar por medios mecánicos y/o lanza de agua, de manera de dejar la superficie limpia libre de material suelto, sin aceites y con la armadura existente a la vista, la cual deberá ser limpiada por métodos mecánicos, de manera de dejarla sin restos de hormigón, ni partes oxidadas o con aceites (En el evento de reemplazar armadura existente cortada o dañada, se debe proceder a su reposición según lo indicado en los párrafos siguientes). Sobre esta superficie limpia se colocará insertos metálicos de dimensiones indicada en los planos para afianzar a los moldajes. Posterior a ello, se limpiará la superficie de hormigón y se aplicará un puente de adherencia que proporcionará el Contratista, previa autorización de la ITO. Esto último completa la preparación de la superficie y con la autorización de la ITO, quien hará la recepción de la superficie, el Contratista podrá colocar el moldaje, sellos y perforación para inyección de hormigón y salida de aire.

## 10.7 Acero de Refuerzo para Armaduras

Las armaduras de refuerzos para la reparación de la base del muro de alivio de los Sitios, serán las que se reemplacen de las armaduras que se encuentran cortadas en la base del muro, para ello el Contratista entregará a la ITO un informe con la cantidad de barras que deben ser reemplazadas, para lo cual la ITO verificará y analizará la conveniencia de su reemplazo.

En todo caso las armaduras de refuerzo no podrán tener un diámetro menor a las existentes y deberán ser instaladas en la ubicación de las faltantes o en la posición que determine la ITO.

Todas las armaduras deberán cumplir los requerimientos de la Norma NCh 204.

El Certificado del Fabricante deberá indicar como mínimo sus características geométricas, su tensión de fluencia, su tensión de ruptura y la curva de alargamientos para distintas cargas de prueba con el objeto de comprobar que tenga la ductilidad requerida, todo ello para cada uno de los diámetros normales que se usarán. La ITO podrá exigir la certificación de otros ensayos en los casos que lo estime procedente.

Las barras de acero se almacenarán ordenadamente por diámetros y grados, evitando que las barras queden en contacto con terreno, protegiéndolas de todo daño o deterioro.

El acero se suministrará limpio, libre de virutas, herrumbre, polvo, etc. Las barras se suministrarán rectas, sin torceduras o dobleces.

La colocación de las barras de refuerzo deberá ceñirse a lo estipulado en estas especificaciones.

El empleo de aceros de igual grado pero de distinto origen, deberá ser autorizado por la ITO.

Cuando sea necesario, el Contratista deberá realizar planos o croquis de detalles a partir de los Planos típicos o Estándares correspondientes, los cuales serán aprobados por la ITO.

### 10.7.1 Preparación de las Armaduras

Las armaduras deberán ser preparadas de acuerdo a las longitudes y formas de las armaduras existentes, las que deben incluir las longitudes adicionales de anclaje en el hormigón existente. Esta longitud de anclaje será propuesta por el Contratista, la que dependerá del diámetro de la armadura y la resina epóxica a utilizar. En todo caso la proposición del Contratista deberá ser presentada a la ITO para su aprobación.

Todos los cortes y doblados deberán hacerse en frío y en taller de obra. No se permitirá corte, grifado o doblado en sitio.

El doblado de las barras deberá efectuarse en frío en torno a un nervio longitudinal, con máquina dobladora, no pudiendo volver a rectificarse aquellas barras que ya han sido dobladas. Queda prohibido doblar las barras a golpes.

No se usarán aceros o barras que presenten fisuración al ser doblados.

Durante el montaje y hormigonado se usarán pasarelas de tabloncillos sin utilizar a las barras como soporte.

#### 10.7.2 Colocación de las Armaduras

La posición y empalme de las armaduras deberá ser estrictamente la indicada por el Contratista y que haya sido aprobada por la ITO.

Las tolerancias se controlarán de acuerdo con los requerimientos de la Norma ACI 117.

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

Para asegurar la posición de las barras el Contratista deberá proveer y utilizar amarras, soportes, separadores y otros dispositivos adecuados. Las barras deberán ser protegidas para evitar que sufran deformaciones o desplazamientos causados por el tránsito de personas, peso y empuje del hormigón fresco o por los equipos y elementos para colocar el hormigón.

En el momento de su colocación, y antes de hormigonar, las barras deberán estar limpias de lodo, óxido, pintura, aceite, grasa, mortero y de cualquier otra materia extraña que pueda perjudicar su adherencia al hormigón. No se aceptará el empleo de armaduras que a juicio de la ITO presenten oxidación con daño notorio al acero.

El Contratista deberá proveer una cantidad suficiente de andamios para circulación y trabajo, de modo que los obreros no tengan que trepar, colgándose o caminar sobre las armaduras.

Las armaduras deberán arriostrarse o apuntalarse para evitar deformaciones.

#### 10.7.3 Insertos

Los insertos de anclaje podrán ser de acero de construcción calidad mínima A440-280H y su ubicación final deberá tener la aprobación de la ITO. Su fabricación estará sujeta a inspección y aprobación por la ITO.

Para el anclaje de barras en el hormigón endurecido se usará adhesivo epóxico Sika-Dur 52 o equivalente.

Todo inserto que no haya sido considerado en los Planos de hormigón durante el Proyecto, tendrá dimensiones tales y estará colocado de forma tal que no reduzca la resistencia ni la estabilidad de los elementos estructurales.

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

#### 10.7.4 Recubrimiento de las Armaduras

Los recubrimientos mínimos, medidos entre las superficies del hormigón y la barra de refuerzo más próxima, serán los indicados en planos y como mínimo la existente en terreno..

#### 10.7.5 Empalmes de las Armaduras

Cuando en forma imprescindible los empalmes deban ser ejecutados en lugares no previstos por los Planos, la ubicación y la longitud de los traslapes deberán ser aprobadas previamente por la ITO. En todo caso, deberán cumplir con la norma ACI 318.

No se aceptarán conexiones soldadas en las armaduras.

#### 10.7.6 Protección de las Armaduras

Después de la inspección final y durante el hormigonado el Contratista deberá tomar las medidas de protección que sean necesarias para impedir todo daño, corrimiento o desalineación de las armaduras. También deberá impedir cualquier efecto que pueda perjudicar la adherencia de las enfierraduras al hormigón.

#### 10.7.7 Materiales Sellantes y otros

Todo material de sello deberá ser propuesto por el Contratista para la aprobación de la ITO.

### 10.8 Autorización para Hormigonar

Cuando el Contratista requiera iniciar la faena de hormigonado, se establecerá un programa a firmar por las partes interesadas, donde se dejará constancia de las autorizaciones para hormigonar los diferentes elementos o sistemas, previa comprobación que los moldajes, armaduras, insertos, alzaprimas, etc., se encuentren correctamente ejecutados. Dicho programa incluirá etapas y secuencias de hormigonado.

Una vez preparada la superficie del hormigón existente y previo al inicio de la faena de hormigonado, el Contratista deberá solicitar la aprobación de ésta por parte de la ITO.

### 10.9 Sellos

El Contratista propondrá a la ITO el material sellante para los moldajes, de manera de que el hormigón (mortero) inyectado quede en el interior del moldaje. No se permitirá por motivo alguno que material de hormigón caigan al mar. Para ello el Contratista deberá implementar las estructuras, equipos, embarcaciones,

plataformas y todo lo necesario para evitar que caigan al mar materiales de sello, hormigón fresco, aditivos, hormigón endurecido, etc.

En todos los casos, deberán respetarse las recomendaciones del Fabricante del material de sello, en cuanto a su modo de empleo.

#### **10.10 Colocación del hormigón**

El Contratista deberá entregar por escrito a la ITO, en forma oportuna, la programación de la producción y colocación de hormigones que abarque con anticipación un período mínimo de 7 días. Cualquier modificación a este programa deberá ser puesta en conocimiento de la ITO con al menos 24 hrs de antelación.

En caso de hormigón bombeado, se evitará segregación de la mezcla debido a exceso de presión.

Toda colocación de hormigones deberá hacerse de forma continua entre juntas de hormigonado previamente establecidas; en caso de ser necesario, el Contratista establecerá sistemas de turnos diurnos o nocturnos. De producirse trabajo nocturno, el Contratista proveerá iluminación adecuada.

La calidad de la terminación superficial que deberá darse a las superficies de los hormigones será la que exija la ITO.

Salvo indicación en contrario, todo hormigón expuesto deberá tener terminación fina "a la vista".

La terminación superficial de hormigones deberá estar libre de defectos y sin exceso de lechada.

#### **10.11 Control del Hormigón**

El Contratista será el único responsable por la calidad de los hormigones que se empleen en las obras. Con este objeto deberá tener su propio control de calidad interno que asegure un fiel cumplimiento de lo establecido en estas especificaciones, además de lo que indiquen los Planos del Proyecto y las instrucciones de la Inspección quien establecerá los criterios pertinentes en caso de no estar estipulados.

Para este propósito, el Contratista deberá a su vez contratar los servicios de un Laboratorio especializado, el cual tendrá el personal y equipamiento adecuado para tomar muestras o testigos en obra para posteriormente realizar los ensayos correspondientes.

La ITO podrá controlar todas aquellas etapas de la ejecución de los hormigones que estime necesarias, siendo obligación del Contratista entregar todas las informaciones y dar todas las facilidades necesarias para tal control de

ejecución sin que ello implique limitación de la responsabilidad del Contratista, ni aumento de costo y plazo de las obras.

#### 10.11.1 Control del hormigón de obra

El control de calidad será efectuado por el Contratista sin perjuicio del que pueda efectuar la ITO, de acuerdo con las normas INN correspondientes.

El control de calidad incluye:

##### Control de la docilidad.

Medición del asentamiento de cono, según Norma NCh 1019 Of. 74.

##### Control de la dosificación

La ITO podrá ordenar al Contratista, cuando lo estime necesario, la ejecución de los ensayos indicados en las Normas NCh 1564 Of 79 "Determinación de la densidad aparente, del rendimiento, del contenido de cemento y del contenido de aire del hormigón fresco" y NCh 1789 "Determinación de la uniformidad obtenida en el mezclado del hormigón fresco".

##### Control de la resistencia del hormigón

A menos que la ITO lo determine de otra forma, el Contratista deberá tomar muestras para ensayos de resistencias no menos de una vez al día, con un mínimo de 6 cubos.

La ITO podrá solicitar muestras especiales en aquellas partes de la obra en que a su juicio sea necesario.

La toma y manejo de las muestras se ejecutará en conformidad con las Normas NCh 171 Of. 75 y NCh 1017 E Of. 71. Los ensayos se ejecutarán según Norma NCh 1037 Of. 77 y 1998 Of 89. Con el propósito de aplicar evaluación estadística confiable.

La resistencia del hormigón se considerará satisfactoria si cumple con las disposiciones de la Norma NCH 170 Of.85 y con los siguientes requisitos:

- Ningún resultado individual de la prueba de resistencia (promedio de al menos 2 cubos) es menor que la resistencia especificada  $f_c$  por más de 35 kg/cm<sup>2</sup>.
- El promedio de todas las series de tres pruebas de resistencia consecutivas es igual o superior a la resistencia especificada.

Si alguna de las condiciones anteriores o disposiciones de normas no se cumple, la ITO podrá, a su criterio, detener la construcción de la parte de obra afectada por esta situación para evaluar las consecuencias de estas resistencias inferiores a las del Proyecto. La ITO podrá también exigir la demolición y

posterior reconstrucción de la parte afectada. Estos trabajos y operaciones serán de cargo y costo del Contratista.

#### 10.11.2 Curado y protección

El Contratista deberá arbitrar todas las medidas recomendadas por la Norma NCh 172 y la buena práctica constructiva referente al apropiado curado de los hormigones después de su colocación. Estas actividades comenzarán en forma inmediata después de colocado el hormigón, protegiendo las superficies expuestas por medio un procedimiento aprobado previamente por la ITO y durante un tiempo mínimo de 7 días.

Se deberá cumplir lo establecido en la Norma NCh 170. También se deberá proteger a la estructura del endurecimiento de golpes, vibraciones, tensiones y otras perturbaciones, especialmente al comienzo.

Se tendrá especial cuidado en procurar riego abundante de moldes y superficies, tantas veces al día como sea necesario, dependiendo de la temperatura ambiente y de la masa de hormigón.

A continuación del retiro de los moldajes, se continuará el curado mediante arpilleras mojadas constantemente. Si los moldajes no pueden ser retirados dentro de las 12 hrs. de colocado el hormigón, éstos deberán ser protegidos de la acción solar directa. En el caso de paramentos verticales la protección y el curado durarán al menos 14 días. El Contratista deberá evitar que el hormigón esté alternativamente seco y mojado.

Cualquier fisuración o agrietamiento que se detecte durante el período de fraguado, deberá ser puesto en conocimiento de la ITO para que ésta indique las medidas a tomar para corregir deficiencias o impedir daños mayores. El costo de estos trabajos adicionales será de cargo del Contratista.

Con posterioridad al término del curado, se protegerán los hormigones frescos de daños que pudieran causar el agua o acciones mecánicas. Se aislará la zona hormigonada, teniendo especial cuidado con los insertos o refuerzos que sobresalgan.

Los hormigones no podrán ser solicitados por cargas u otras acciones, mientras no lo autorice la ITO.

#### 10.12 Reparación de Defectos de Hormigonado

Todas las imperfecciones que presente el hormigón y que a juicio de la ITO afecten su seguridad estructural, su durabilidad o su aspecto estético, deberán ser reparadas y su costo será de cargo del Contratista.

La ITO formulará su requerimiento en el Libro de Obra y establecerá, en cada caso, el eventual procedimiento de reparación de los defectos que presentan las obras de hormigones. Alternativamente, ordenará su demolición y reconstrucción en el caso que estime que los defectos son inaceptables. No se

permitirá de ninguna manera la reparación de cualquier defecto sin la supervisión directa de la ITO y sin que exista indicación escrita ordenándolo; si ello sucediera, la ITO podrá ordenar la inmediata demolición de la reparación.

En caso de no encontrar resultados satisfactorios, la ITO podrá exigir un refuerzo de la obra o la demolición de la parte afectada y su posterior reposición. Todas estas operaciones y estudios asociados serán de cargo y costo del Contratista.

#### 10.12.1 Inyecciones con resinas epóxicas en grietas o fisuras

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

La inyección se podrá efectuar por gravedad o por presión, de acuerdo con los siguientes requerimientos:

La inyección por gravedad se aplicará a grietas horizontales de más de 0,5 mm de abertura, sellando ambos costados de la grieta con resina; para luego depositar la resina, dejando que ésta fluya dentro de la grieta. Es necesario dejar ventilaciones para la salida del aire.

En grietas verticales y fisuras horizontales de abertura inferior a 0,5 mm se aplicará la resina por inyección a presión. El adhesivo epóxico deberá tener una viscosidad baja de modo de facilitar su penetración.

Para efectuar la inyección por presión se deberá(n) sellar la(s) abertura(s) de la(s) grieta(s) o fisura(s) mediante un adhesivo capaz de confinar la inyección en el interior, A lo largo de la grieta se dejarán boquillas para conectar el equipo inyector, comenzando la inyección desde el punto más bajo e interrumpiendo cuando la resina asoma en la boquilla siguiente hacia arriba y continuando sucesivamente en los puntos siguientes.

#### 10.12.2 Control de calidad

Antes de la aplicación de productos para reparación y adherencia en el hormigón, la ITO podrá solicitar la ejecución de pruebas para medir la aptitud de la superficie del hormigón, de los productos y de la metodología propuesta.

La ITO podrá ordenar la ejecución de ensayos de laboratorio o de terreno, en los casos que estime conveniente verificar la calidad de la reparación o productos en uso.

### 10.13 Protección del Hormigón

En toda superficie de hormigón que quede en contacto permanente con agua de mar o ácidas, se aplicará Sika Top 107 Seal o equivalente, de acuerdo con las recomendaciones del Fabricante.

## 10.14 Moldajes

### 10.14.1 Fabricación y colocación

Los moldajes deberán ser construidos de modo de asegurar que se logren las formas y dimensiones exactas de las estructuras. Podrán ser de madera, acero u otro material que la Inspección apruebe y del tipo, tamaño, forma, calidad y resistencia que produzcan superficies terminadas suaves y precisas.

Sólo se podrán emplear materiales resistentes cuya clase estructural, calidad o cuyo tratamiento garanticen que no se producirá ataque químico o cambio de colores en las superficies del hormigón.

### 10.14.2 Diseños

Antes de iniciar la fabricación de los moldajes, el Contratista deberá presentar a la ITO croquis con los detalles del diseño para su aprobación.

La ITO podrá exigir al Contratista la ejecución de cálculos, esquemas o planos a fin de verificar que los moldes posean la estabilidad, la resistencia y la rigidez requeridas para las tolerancias especificadas.

Los moldajes se diseñarán de modo que soporten las presiones ejercidas por el hormigón fresco al ser colocado y la expansión del mismo. Todos los moldajes serán arriostrados para evitar deformaciones. También deberán permitir un desmolde rápido y eficiente.

La aprobación del diseño por parte de la ITO no eximirá al Contratista de su responsabilidad en el resultado y seguridad de los trabajos. Para ello, el Contratista deberá realizar pruebas con los hormigones a utilizar de manera que los moldajes aseguren la geometría (indeformabilidad), un buen ajuste con el hormigón antiguo y confinamiento hermético del hormigón durante su colocación.

Los elementos de sujeción de los moldajes que queden embebidos en el hormigón, se deberán diseñar de modo que no haya elementos metálicos a menos de 25 mm. de la cara del moldaje. Se aceptarán sistemas que dejen perforaciones en el hormigón, siempre que estas sean posteriormente selladas utilizando métodos y materiales autorizados previamente por la Inspección.

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

Cuando se empleen moldajes reutilizables, éstos deberán mantener a través de todos los usos preestablecidos su resistencia, su rigidez, su estanqueidad y su superficie plana. Estos moldajes deberán ser objeto de limpieza previo a su montaje.

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

En los moldajes, se dejarán insertados de acuerdo a los Planos los elementos de anclaje, insertos o de instalaciones que deberán quedar incorporados y empotrados en los hormigones de las obras.

Los moldajes de todas las estructuras que queden a la vista, deberán ser contruidos de modo que la superficie quede terminada como "hormigón a la vista". Los moldajes de superficies que queden contra el terreno no tendrán exigencias de terminación, salvo la que fijen el recubrimiento de las armaduras y las tolerancias dimensionales de hormigón.

#### 10.14.3 Montaje y mantención

Se deberá aplicar a los moldajes un compuesto que impida su adherencia al hormigón y que no lo manche o decolore. Este producto será previamente aprobado por la ITO, y se aplicará al momento de montar los moldes, según recomendaciones del Fabricante.

Durante el montaje, el período de espera, el hormigonado y el período de protección del hormigón, el Contratista deberá aplicar todo procedimiento que garantice las propiedades de los moldajes; especialmente estabilidad geométrica, resistencia y nivel de humedad para las maderas.

#### 10.14.4 Retiro de moldajes

El retiro de los moldajes deberá ser efectuado una vez que el hormigón esté lo suficientemente endurecido y con la resistencia adecuada. En general deberán respetarse los plazos de desmolde y descimbre que establece la Norma NCh 170 Of. 85. No obstante, si se desea proceder a descimbrar en plazos diferentes a los allí establecidos, el Contratista deberá demostrar ante la ITO mediante ensayos, cálculos u otros métodos aprobados, previamente por ésta, que se cumplirán las siguientes condiciones:

- Que el hormigón haya alcanzado una resistencia como mínimo igual al doble del necesario para soportar las tensiones que aparecerán en la estructura al momento del descimbre, más una sobrecarga de construcción acorde con el tipo de elemento en cuestión.
- Que el período transcurrido entre el vaciado de hormigón y el desmolde o descimbre sea como mínimo de 24 horas. Para la determinación de la resistencia deberá tomarse en cuenta el efecto de la temperatura, humedad y cemento empleado.
- No podrá desmoldarse si el hormigón está aún desarrollando calor.

Aunque el retiro de los moldajes está sujeto a la aprobación de la ITO esto no exime al Contratista de su responsabilidad por daños y reparaciones a los elementos de hormigón. Toda reparación se hará con cargo al Contratista.

## 10.15 Andamios y otros Elementos

Los andamios deberán cumplir los mismos requisitos de cálculo que los moldajes, además de los requisitos propios según el material constituyente. También deberán cumplir con los requerimientos de seguridad de las Normas INN.

Los elementos a emplear serán de madera estructural o acero estructural y deberán ser firmes y capaces de transmitir las cargas de trabajo al terreno o al muro del frente de atraque, según corresponda, sin asentamientos ni desplazamientos.

En todas las plataformas de trabajo ubicadas a una altura igual o superior a 1,8 m se deberá colocar barandas protectoras y rodapiés adosados a todos los costados expuestos.

El Contratista deberá disponer accesos y vías de evacuación como escalas, rampas, pasarelas o puentes que permitan en todo momento alcanzar cada nivel de un andamio. Estos elementos deberán llevar barandas protectoras y rodapiés.

El diseño de los andamios es de responsabilidad del Contratista y deberá presentarlos a la ITO para su aprobación. La aprobación de la ITO no exime al Contratista de su responsabilidad civil y legal respecto de la seguridad de sus trabajadores.

También el Contratista, si así lo estima, podrá utilizar embarcaciones y/o plataformas apoyadas en el fondo marino que le permitan realizar los trabajos con seguridad. El diseño de las plataformas será de responsabilidad del Contratista, las que, independientemente de contar con la autorización de la ITO, deberán contar con la autorización de la Gobernación Marítima.

## 11. INSPECCIÓN TÉCNICA

La ITO podrá enviar inspectores a la obra o talleres para verificar que el trabajo se ejecute de acuerdo a las Normas, Planos y Especificaciones.

El Contratista debe dar a la ITO toda facilidad necesaria para el desempeño de sus funciones.

La recepción por parte de la ITO no exime al Contratista de la obligación de suministrar todo material y ejecutar todo trabajo de acuerdo a las Normas, Planos y Especificaciones, establecidas para el Proyecto.

La ITO podrá ordenar al Contratista la remoción, reconstrucción o reparación de hormigones y trabajos defectuosos o ejecutados sin aviso previo o autorización, todo con cargo al Contratista.