ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE OBRAS CIVILES

24\_266\_OC\_E03

www.coordinadorelectrico.cl

ÍNDICE

[1. ALCANCE Y OBJETIVO 5](#_Toc21389599)

[2. NORMATIVA APLICABLE 5](#_Toc21389600)

[2.1 NORMAS DEL INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN) 5](#_Toc21389601)

[2.2 ACI – AMERICAN CONCRETE INSTITUTE 8](#_Toc21389602)

[2.3 ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS 9](#_Toc21389603)

[2.4 AMERICAN WELDING SOCIETY – AWS 10](#_Toc21389604)

[2.5 OTRAS 10](#_Toc21389605)

[3. DEFINICIONES 10](#_Toc21389606)

[3.1 DUEÑO, MANDANTE O CLIENTE 10](#_Toc21389607)

[3.2 ADJUDICATARIO 10](#_Toc21389608)

[3.3 INSPECTOR EN JEFE (ITO) 10](#_Toc21389609)

[3.4 CONTRATO 10](#_Toc21389610)

[3.5 FISCALIZACIÓN 10](#_Toc21389611)

[3.6 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS 11](#_Toc21389612)

[3.7 LIBRO DE OBRA 11](#_Toc21389613)

[3.8 YACIMIENTO AUTORIZADO 11](#_Toc21389614)

[3.9 EXCAVACIONES 11](#_Toc21389615)

[3.10 ESCARPE 11](#_Toc21389616)

[3.11 RELLENOS 12](#_Toc21389617)

[4. ORDEN DE PROCEDENCIA 12](#_Toc21389618)

[5. DESCRIPCIÓN DE LA OBRA 12](#_Toc21389619)

[5.1 OBRAS GENERALES 12](#_Toc21389620)

[5.1.1 SALA DE CONTROL 12](#_Toc21389621)

[5.1.2 EXCAVACIONES Y RELLENOS COMPACTADOS 12](#_Toc21389622)

[5.1.3 FUNDACIONES PARA EQUIPOS Y ESTRUCTURAS 13](#_Toc21389623)

[5.2 ACTIVIDADES PARALELAS 13](#_Toc21389624)

[5.3 OBRAS PROVISIONALES 13](#_Toc21389625)

[5.3.1 INSTALACIÓN DE FAENAS. 13](#_Toc21389626)

[5.3.2 CAMINOS DE ACCESO A LA OBRA. 13](#_Toc21389627)

[6. CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE HORMIGÓN 14](#_Toc21389628)

[6.1 REPLANTEO 14](#_Toc21389629)

[6.2 EXCAVACIONES 14](#_Toc21389630)

[6.3 TOLERANCIAS EN CONSTRUCCIÓN DE FUNDACIONES 15](#_Toc21389631)

[6.4 HORMIGONES 17](#_Toc21389632)

[6.4.1 SUMINISTRO DEL HORMIGÓN 17](#_Toc21389633)

[6.4.2 CALIDAD DE LOS MATERIALES 17](#_Toc21389634)

[6.4.3 CLASES DE HORMIGÓN 19](#_Toc21389635)

[6.4.4 EMPLANTILLADO DE HORMIGONES 20](#_Toc21389636)

[6.4.5 CURADO 20](#_Toc21389637)

[6.4.6 HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO 21](#_Toc21389638)

[6.4.7 HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO 21](#_Toc21389639)

[6.4.8 CONTROL DE CALIDAD DE HORMIGONES 21](#_Toc21389640)

[6.5 MOLDAJE 22](#_Toc21389642)

[6.6 REPARACIÓN DEL HORMIGÓN 24](#_Toc21389643)

[6.7 PERNOS DE ANCLAJE 25](#_Toc21389644)

[6.7.1 PERNOS DE ANCLAJE 25](#_Toc21389645)

[6.7.2 PERNOS QUÍMICOS 25](#_Toc21389646)

[6.8 RELLENOS COMPACTADOS 25](#_Toc21389647)

[6.8.1 MATERIALES 26](#_Toc21389648)

[6.8.2 EJECUCIÓN 26](#_Toc21389649)

[6.8.3 CONTROL DE LOS RELLENOS 27](#_Toc21389650)

[6.9 PASADAS DE TUBERÍAS 28](#_Toc21389651)

[7. MONTAJE DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN PREFABRICADOS 28](#_Toc21389652)

[7.1 MONTAJE DE CANALETAS PREFABRICADAS 28](#_Toc21389653)

[7.2 MONTAJE DE CÁMARAS PREFABRICADAS 29](#_Toc21389654)

[8. CAMINOS Y ACABADOS DE PATIO 30](#_Toc21389655)

[8.1 CAMINOS 30](#_Toc21389656)

[8.2 ACABADOS DE PATIO 30](#_Toc21389657)

[8.3 CIERROS 31](#_Toc21389658)

[9. PREVENCIÓN DE RIESGO Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE 32](#_Toc21389659)

# ALCANCE Y OBJETIVO

El presente documento tiene por alcance establecer las condiciones técnicas mínimas que se deben cumplir en el proceso de construcción de obras civiles, específicamente hormigones, los cuales se ejecutarán en el proyecto descrito anteriormente.

# NORMATIVA APLICABLE

A continuación, se listan las instituciones que emiten las normas citadas en este documento:

* INN Instituto Nacional de Normalización.
* ACI American Concrete Institute.
* ASTM American Society for Testing and Materials.
* AWS American Welding Society.
* D.G.O.P Dirección General de Obras Públicas, Dirección de Vialidad.
* I.S.L Instituto de Seguridad Laboral.
* M.O.P Ministerio de Obras Públicas
* Declaración de Impacto Ambiental del proyecto.

Para las publicaciones indicadas se empleará la edición más reciente al momento en que esta especificación es emitida para construcción, si una de ellas pierde su vigencia, se considerará como válida aquella que la reemplaza.

## NORMAS DEL INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN (INN)

* NCh148 Cemento - Terminología, clasificación y especificaciones generales.
* NCh160 Cemento - Agregado tipo A para uso en cemento. especificaciones.
* NCh161 Cementos - Puzolana para uso en cementos. especificaciones. áridos.
* NCh 162 Cemento - Extracción de Muestras.
* NCh163 Áridos para morteros y hormigones - Requisitos generales.
* NCh164 Áridos para morteros y hormigones - Extracción y preparación de muestras.
* NCh165 Áridos para morteros y hormigones - Tamizado y determinación de granulometría.
* NCh166 Determinación Colorimétrica de presencia de impurezas orgánicas en arenas para hormigones.
* NCh170 Hormigón – Requisitos generales.
* NCh171 Hormigón - Extracción de muestras del hormigón fresco.
* NCh 200 Ensayos de tracción para el acero.
* NCh203 Acero para Uso Estructural – Requisitos.
* NCh204 Acero - barras laminadas en caliente para hormigón armado.
* NCh206 Acero laminado en barras para pernos corrientes.
* NCh 210 Acero - Barras con resalte para hormigón armado. Requisitos de los resaltes.
* NCh211 Barras con resaltes en obras de hormigón armado.
* NCh218 Acero - Mallas de alta resistencia para hormigón armado - especificaciones.
* NCh219 Construcción - Mallas de acero de alta resistencia - Condiciones de uso en el hormigón armado.
* NCh220 Mallas soldadas de acero de alta resistencia – Ensayos de soldadura.
* NCh227 Alambres de acero para usos generales – Especificaciones.
* NCh 349 Construcción - Disposiciones de seguridad en excavación.
* NCh409/1 Agua potable - Parte 1: requisitos.
* NCh409/2 Agua potable - Parte 2: muestreo.
* NCh430 Hormigón Armado – Requisitos de diseño y cálculo.
* NCh1017 Hormigón - Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción.
* NCh1018 Hormigón - Preparación de mezclas de prueba en laboratorio.
* NCh1019 Construcción - Hormigón - Determinación de la docilidad. Método del asentamiento del cono de Abrams.
* NCh1037 Hormigón - Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas.
* NCh1038 Hormigón - Ensayo de tracción por flexión.
* NCh1116 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de la densidad aparente.
* NCh1117 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de las densidades real y neta y la absorción de agua de las gravas.
* NCh1170 Hormigón - Ensayo de tracción por hendimiento.
* NCh1172 Hormigón - Refrentado de probetas.
* NCh1223 Áridos para morteros y hormigones - Determinación del material fino menor a 0.08 mm.
* NCh1239 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de las densidades real y neta y la absorción de agua de las arenas.
* NCh1325 Áridos - Determinación del equivalente de arena.
* NCh1326 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de huecos.
* NCh1327 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de partículas desmenuzables.
* NCh1328 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de la desintegración - Método de los sulfatos.
* NCh1369 Áridos - Determinación del desgaste de las gravas - Método de la máquina de Los Ángeles.
* NCh1443 Hormigón - Agua de amasado. Muestreo.
* NCh1444/1 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de sales - Parte 1: Determinación de cloruros y sulfatos.
* NCh1498 Hormigón - Agua de amasado. Requisitos.
* NCh1511 Áridos para morteros y hormigones - Determinación del coeficiente volumétrico medio de las gravas.
* NCh1515 Mecánica de suelos - Determinación de la humedad.
* NCh1516 Mecánica de suelos - Determinación de la densidad en el terreno – Método del cono de arena.
* NCh1517/1 Mecánica de suelos – Límites de consistencia – Parte I: Determinación del límite líquido.
* NCh1517/2 Mecánica de suelos – Límites de consistencia – Parte II: Determinación del límite plástico.
* NCh1532 Mecánica de suelos – Determinación de la densidad de las partículas sólidas.
* NCh1533 Determinación de la granulometría.
* NCh1534/1 Mecánica de suelos – Relación humedad/densidad – Parte 1: Métodos de compactación con pisón de 2.5kgf y 305mm de caída.
* NCh1534/2 Mecánica de suelos – Relación humedad/densidad – Parte 2: Métodos de compactación con pisón de 4.5kgf y 457mm de caída.
* NCh1564 Hormigón - Determinación de la densidad aparente, del rendimiento, del contenido de cemento y del contenido de aire del hormigón fresco.
* NCh1565 Hormigón - Determinación del índice esclerométrico.
* NCh1726/2 Mecánica de suelos – Determinación de la densidad en suelos no cohesivos – Parte 2: Densidad mínima.
* NCh1789 Hormigón - Determinación de la uniformidad obtenida en el mezclado del hormigón fresco.
* NCh1852 Mecánica de suelos – Determinación de la razón de soporte de suelos compactados en laboratorio.
* NCh1998 Hormigón. Evaluación estadística de la resistencia mecánica.
* NCh 2182 Hormigón y mortero - Aditivos - Clasificación y requisitos.
* NCh 2183 Hormigón y Mortero − Método de ensayo − Determinación del tiempo de fraguado.
* NCh 2184 Hormigón y Mortero − Método de ensayo − Determinación del contenido
* de aire.
* NCh 2185 Hormigón y Mortero − Método de ensayo − Determinación de la
* resistencia a la congelación y deshielo.
* NCh 2186 Hormigón y Mortero − Método de ensayo − Determinación de la
* densidad real saturada y densidad real seca.
* NCh 2281 Aditivos para hormigón - Métodos de ensayo – Considera sus cinco
* partes.

## ACI – AMERICAN CONCRETE INSTITUTE

* ACI 117-90 Standard Specification for Tolerances for Concrete Construction and Materials.
* ACI 211.1-91 Standard Practice for Selecting Proportions for Normal, Heavy Weight, and Mass Concrete.
* ACI 212.3R-91 Chemical Admixtures for Concrete.
* ACI 212.4R-93 Guide for Use of High-Range Water Reducing Admixtures (Super plasticizers) in Concrete.
* ACI 214R-02 Evaluation of Strength Test Results of Concrete.
* ACI 301-10 Specifications for Structural Concrete for Buildings.
* ACI 304R-00 Guide for Measuring, Mixing, Transporting, and Placing Concrete.
* ACI 304.2R-96 Placing Concrete by Pumping Methods.
* ACI 305R-99 Hot Weather Concreting.
* ACI 306.1-90 Standard Specification for Cold Weather Concreting.
* ACI 308R-01 Guide to Curing Concrete.
* ACI 309R-96 Guide for Consolidation of Concrete.
* ACI 309.3R-92 Guide for Consolidation of Concrete in Congested Areas.
* ACI 311.1 R-07 Manual of Concrete Inspection.
* ACI 315-99 Details and Detailing of Concrete Reinforcement.
* ACI 318-08 Building Code Requirements for Structural Concrete.
* ACI 347-01 Guide to Formwork for Concrete.
* ACI 504R-90 Guide to Sealing Joints in Concrete Structures ( R –1997).

## ASTM – AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

* ASTM A6 / A6M – 98 Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling.
* ASTM A36 / A36M - 12 Standard Specification for Carbon Structural Steel.
* ASTM A 185M-07 Steel Welded Wire Reinforcement, Plain, for Concrete.
* ASTM A572/A572M Specification for High-Strength Low-Alloy Columbium-Vanadium Structural Steel.
* ASTM A615/M-12 Deformed and Plain Bullet-Steel Bars for Concrete Reinforcement.
* ASTM A673/A673M-07 Standard Specification for Sampling Procedure for Impact Testing of Structural Steel.
* ASTM C 31/C 31M-12 Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Field.
* ASTM C 33M-13 Standard Specification for Concrete Aggregates.
* ASTM C 39M-12 Standard Test for Compressive Strength of Cylindrical Specimens.
* ASTM C 94M-13a Standard Specification for Ready Mixed Concrete.
* ASTM C 109M-12 Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in or 50 mm Cube Specimens).
* ASTM C 172M-10 Standard Practice for Sampling Fresh Concrete.
* ASTM C 143M-12 Standard Test Method for Slump of Hydraulic Cement Concrete.
* ASTM C173M-12 Standard Test Method for Air Content of Freshly Mixed Concrete by the Volumetric Method.
* ASTM C 192M-13 Standard Method for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.
* ASTM C 260M-10 Standard Specifications for Air-Entraining Admixtures for Concrete.
* ASTM C 309-11 Specifications for Liquid Membrane Forming Compounds for Curing.
* ASTM C494M-13 Standard Specifications for Chemical Admixtures for Concrete.
* ASTM C 595M-13 Standard Specifications for Blended Hydraulic Cements.
* ASTM C 1157M-11 Standard Performance Specifications for Hydraulic Cements.
* ASTM D698 – 12 Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort.
* ASTM D2049-69 Test Method for Relative Density of Cohesionless Soils.
* ASTM E112 Methods for Determining the Average Grain Size
* ASTM F436M-93 Standard Specification for Hardened Steel Washers [Metric].

## AMERICAN WELDING SOCIETY – AWS

* AWS D1.1-86 Structural Welding Code.

## OTRAS

* ETG C.1.02: Especificaciones para construcción de obras civiles de subestaciones de alta tensión.

# DEFINICIONES

## DUEÑO, MANDANTE O CLIENTE

Para este proyecto esta figura corresponde a STS.

## ADJUDICATARIO

La persona natural o jurídica que, en virtud del contrato respectivo, contrae la obligación de ejecutar una obra material.

## INSPECTOR EN JEFE (ITO)

Persona competente que asume el derecho y la obligación de fiscalizar el cumplimiento de un contrato de construcción.

Actuará en representación del MANDANTE y estará facultada para introducir durante las obras modificaciones que esclarezcan y/o complementen estas especificaciones de acuerdo con el alcance del contrato.

## CONTRATO

Convenio, cuyo valor legal se adquiere mediante protocolización ante Notario por parte del ejecutor de la obra y a través del cual el ADJUDICATARIO se obliga a ejecutar una obra o prestar un servicio, bajo ciertas condiciones preestablecidas y a un cierto precio.

## FISCALIZACIÓN

Conjunto de actividades y procedimientos de verificación y control, realizado por funcionarios, en representación del MANDANTE, para cautelar el cabal cumplimiento de compromisos contractuales con terceros, con el fin de resguardar los intereses del MANDANTE.

## ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Conjunto de características que deberán cumplir las obras, motivo del contrato, incluyendo normas sobre procedimiento de elaboración, exigencias a que quedan sometidos los materiales y pruebas de control que deben superar las diferentes etapas de fabricación.

Las especificaciones técnicas de este documento deberán ser consideradas durante la Oferta y para la medición de avances y pagos.

## LIBRO DE OBRA

Se entenderá por Libro de Obra al medio de comunicación oficial entre ITO y ADJUDICATARIO. El libro será un documento con páginas numeradas y triplicadas el cual formará parte del expediente oficial de la obra. El Libro de Obras se mantendrá en ésta durante su desarrollo, y en él se consignarán las instrucciones y observaciones a la obra formuladas por los profesionales competentes, los instaladores autorizados, la ITO e inspectores de Dirección de Obras Municipales o de los organismos que autorizan las instalaciones.

## YACIMIENTO AUTORIZADO

Los yacimientos seleccionados por el ADJUDICATARIO deberán ser sometidos a la aprobación de la ITO siendo responsabilidad del ADJUDICATARIO, reunir los antecedentes técnicos (Ensayo de laboratorio), Municipales (Autorización DOM y/o DOH) y legales (Patentes) para obtener dicha aprobación.

## EXCAVACIONES

Se refiere al conjunto de operaciones de remoción del terreno hasta obtener el nivel de subrasante del proyecto para lo cual entre otras labores se incluye remover, cargar y transportar los materiales de los cortes que se efectúen.

Las excavaciones corresponderán a las requeridas para conformar la plataforma de la Subestación, así como cualquier otra excavación definida como tal, en el Proyecto. Quedan comprendidas, entre otras, las excavaciones necesarias para realizar los escarpes, drenajes, caminos y la remoción de materiales inadecuados. En este último caso, se considerarán aquellos suelos que se encuentren a nivel de sello de excavación o por debajo de ésta.

Las excavaciones considerarán el transporte de los materiales hasta los lugares previstos en el proyecto, sean estos terraplenes, botaderos u otros, cualquiera sea la distancia para recorrer.

## ESCARPE

Entiéndase por escarpe a la excavación superficial asociada al retiro de material vegetal o fértil, raíces u otros. Corresponde en general al primer estrado de suelo color café oscuro de profundidad indicada en la mecánica de suelos del proyecto.

## RELLENOS

Se refiere a la formación y compactación de terraplenes para conformar la plataforma de la subestación. Se incluye, además, los rellenos de las excavaciones de escarpe, y otras construcciones señaladas en el Proyecto.

Los rellenos considerarán el transporte de los materiales desde el yacimiento previstos para el proyecto, cualquiera sea la distancia que recorrer.

# ORDEN DE PROCEDENCIA

En caso de discrepancia entre los planos y especificaciones, se usará el siguiente orden de precedencia para aclarar y dirimir la situación:

* Planos
* Especificaciones Técnicas.

No se autoriza al ADJUDICATARIO a introducir ninguna modificación a los planos del proyecto. En caso de que a juicio de la ITO sea necesario hacer modificaciones, ésta solicitará la aprobación de las modificaciones, no pudiéndose materializar éstas hasta que sean aprobadas.

Cada vez que ocurra, se informará a la ITO y se dejara constancia en el Libro de Obras.

# DESCRIPCIÓN DE LA OBRA

Esta especificación se enfoca en procesos de excavación, hormigones, realización de fundaciones y rellenos compactados que sean necesarios para el proyecto descrito en el punto 1 de este documento.

## OBRAS GENERALES

### SALA DE CONTROL

* Pavimentos, servicios (si aplica), entre otros.

### EXCAVACIONES Y RELLENOS COMPACTADOS

* Excavaciones y rellenos puntuales para fundaciones de equipos y estructuras.
* Excavaciones para estructuras enterradas (cámaras, canaletas, banco de ductos y sistema recolector de aceite).
* Excavaciones para fundación de la Sala de Control.
* Entre otros.

### FUNDACIONES PARA EQUIPOS Y ESTRUCTURAS

* Fundaciones para equipos y estructuras.
* Fundaciones para sala de control.
* Fundaciones menores (Iluminación, televigilancia).
* Canalizaciones, bancos de ductos y cámaras para cables.
* Construcción de foso separador de aceite.
* Cierre perimetral subestación.
* Entre otros.

## ACTIVIDADES PARALELAS

En paralelo al desarrollo de la faena se desarrollarán las siguientes actividades:

* Topografía.
* Suministro y traslado de material de relleno desde acopio o pozo de áridos autorizado.
* Acopio de material proveniente de excavación.
* Revisión y aprobación de botaderos.
* Traslado y esparcido de material en botaderos autorizados.
* Ensayos de laboratorio.

## OBRAS PROVISIONALES

### INSTALACIÓN DE FAENAS.

Será responsabilidad y a cargo del ADJUDICATARIO la tramitación y obtención de los permisos necesarios para el correcto funcionamiento de estas construcciones provisionales, y en caso de ser necesario permisos para la ocupación del camino público.

### CAMINOS DE ACCESO A LA OBRA.

Para el acceso a la faena se podrán utilizar los caminos que la ITO indique. En caso de uso de caminos privados el ADJUDICATARIO deberá generar un plan de mantenimiento y mejoramiento de éste, además realizará un levantamiento fotográfico visado por el propietario, el cual será presentado a la ITO para su aprobación. Durante todo el periodo de tránsito se deberá respetar fielmente lo que indique la Declaración de Impacto Ambiental (DIA) y la Resolución de Calificación Ambiental (RCA) del proyecto, en lo relativo a control de emisiones de partículas, ruido u otros.

El ADJUDICATARIO deberá además llevar un exhaustivo control del personal de ingreso, la circulación de vehículos y de peatones ajenos a la obra. Lo anterior deberá ser acompañado de una adecuada señalización de ingreso al lugar.

# CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE HORMIGÓN

Previo a la realización de las obras, el ADJUDICATARIO deberá entregar una planificación detallada de las actividades a realizar, indicando:

* Duración.
* Herramientas.
* Equipos.
* Nómina del personal que participará de ellas.

## REPLANTEO

El Inspector Jefe hará entrega al ADJUDICATARIO, en el terreno, de el o los puntos topográficos que éste deberá considerar en el replanteo de las obras civiles de la Subestación.

Será responsabilidad del ADJUDICATARIO mantener dichos puntos y obtener otros auxiliares para facilitar el replanteo.

Se define como eje teórico a aquel eje materializado en terreno. Los ejes teóricos de cada estructura y de cada fundación se materializarán en terreno mediante estacas cuya tolerancia se indica en el punto 7.3 de este documento.

## EXCAVACIONES

El replanteo de las excavaciones se efectuará por el ADJUDICATARIO de acuerdo a prácticas aprobadas por el Inspector en Jefe y dentro de las tolerancias indicadas en el punto 7.3 de este documento.

Las excavaciones se realizarán mediante procesos mecánicos o manuales, con o sin agotamiento, dependiendo de las condiciones del terreno y tendrán que ajustarse a las dimensiones indicadas en los planos.

Las excavaciones para fundaciones, que contemplen la ejecución de rellenos compactados, deberán tener dimensiones compatibles con el equipo de compactación que se escoja para la ejecución de los rellenos.

Los procedimientos de excavación deberán planificarse de manera que provoquen la menor alteración al terreno natural, a estructuras existentes y se debe evitar la sobre-excavación. En caso de que ésta se produzca, deberá ser rellenada de acuerdo con lo establecido en los planos de proyecto. En caso de que éstos no lo indiquen, se procederá a rellenarla con el mismo material especificado para la construcción de plataforma, hormigón pobre grado G05 o como lo determine la ITO. Los costos asociados a las sobre-excavaciones serán de responsabilidad única del ADJUDICATARIO.

Las excavaciones deberán permanecer abiertas el menor tiempo posible. Los trabajos de excavación y ejecución de las fundaciones deberán ser continuos entre sí, no aceptándose desfases mayores a una semana entre ambos, salvo que el Inspector en Jefe lo apruebe.

En el caso que el tipo de suelo de la subestación no permita hacer excavaciones sin entibaciones el ADJUDICATARIO suministrará y velará que todos los materiales que se utilicen para éstas como: perfiles de acero, maderas, etc., elementos auxiliares como: puntales, riostras, etc., deban garantizar en todo momento su calidad y seguridad en el cumplimiento de su cometido.

Una vez que la excavación alcance los niveles indicados en los planos, el Inspector en Jefe revisará el sello de fundación y podrá indicar excavaciones adicionales si es que aún no se encuentran suelos aptos para fundar. Además, podrá indicar proteger el hormigón del suelo con polietileno o similar de 1mm, en el caso de ser necesario.

El fondo de las excavaciones deberá quedar perfectamente horizontal y formar ángulos rectos en lo posible con todas sus caras laterales, respetando siempre el ángulo de talud permitido por la NCh 349.

Antes de hormigonar se retirará del fondo de la excavación y de las paredes de ésta, el barro, el suelo suelto o cualquier material extraño. Además, no deberá existir agua acumulada al fondo de la fundación al momento de hormigonar o efectuar los rellenos.

Adicional a lo anteriormente descrito, se deberán respetar las indicaciones de la mecánica de suelos respectiva al proyecto.

## TOLERANCIAS EN CONSTRUCCIÓN DE FUNDACIONES

El ADJUDICATARIO deberá cumplir con las tolerancias que se indican más adelante en cuanto a la ubicación de las fundaciones a emplear en el proyecto, salvo que en los planos correspondientes se indique otra cosa.

Para los efectos de tolerancia se define como eje teórico a aquel materializado en terreno, además se considerará una estructura de soporte de equipo como un pilar.

Las tolerancias por cumplir son:

* Ubicación en planta de la intersección de los ejes teóricos de la estructura con respecto a los ejes de la subestación: ±1 cm.
* Giro de los ejes teóricos de la zapata de fundación de la estructura con respecto a los ejes de la subestación: ±25 minutos de grado centesimal.
* Ubicación en planta de la intersección de los ejes teóricos de cada macizo independiente de la fundación con respecto a los ejes de la subestación: ±1 cm.
* Giro de los ejes teóricos de cada macizo independiente de fundación con respecto a los ejes de la subestación: ±25 minutos de grado centesimal.
* Ubicación en planta de la intersección de los ejes reales de cada macizo de fundación respecto a sus ejes teóricos: ±1 cm; siendo los ejes reales aquellos que unen los puntos medios de los lados opuestos del macizo.
* Giro de los ejes reales de cada macizo de fundación con respecto a sus ejes teóricos: ±2 grados centesimal.
* La tolerancia del asentamiento del cono de Abrams será de ±2 cm.
* En el caso de excavaciones destinadas a fundaciones de estructuras, el sello de fundación deberá nivelarse en general con tolerancia de ± 2 cm.
* Desnivel entre dos placas de anclaje cualesquiera de una misma estructura: 3mm.
* Ubicación de la intersección de los ejes teóricos de cada pilar respecto a los ejes teóricos de la estructura: L/1000, pero no mayor a 0.5cm, siendo L la distancia indicada en los planos entre dichos ejes.
* Giro de los ejes teóricos de cada pilar con respecto a los ejes teóricos de la estructura: ±25 minutos de grado centesimal.
* Ubicación de cada perno de anclaje respecto al eje teórico del pilar correspondiente: la que resulte mayor entre 1mm y L/1000 con un máximo de 3mm, siendo L la distancia indicada en los planos entre dicho perno de anclaje y el eje del pilar. Además, una vez obtenidas estas tolerancias para cada perno de un mismo grupo se deberán comparar entre sí y verificar que la diferencia entre ellas no sea superior a 2mm. Se define como grupo de pernos de anclaje a todos los pernos anclados a una misma placa base.
* Distancia entre pernos de anclaje cualesquiera de un mismo grupo: 1mm.
* Proyección del perno de anclaje: +1cm-0cm.
* Verticalidad del perno de anclaje: 0.5 grados centesimales.
* Tolerancia entre grupos de pernos de anclaje: Para cada grupo de pernos se definirá un perno de anclaje de referencia y éstos deberán cumplir lo siguiente:
* Si la distancia L entre pernos de anclaje de un mismo pilar es igual o menor a 1.0 m, ésta no deberá diferir en más de 1.0 mm de la que se obtiene en los planos.
* Si la distancia L entre pernos de anclaje de un mismo pilar es mayor de 1.0 m, ésta no deberá diferir de la obtenida de los planos en más de L/1000 con un máximo de 6mm.
* Se respetarán los siguientes límites de tolerancia para el moldaje:
* Desaplome de superficies o aristas :2 mm
* Desviaciones de la cota vertical (elevación): 1.0 cm
* Irregularidades bruscas en juntas de moldajes: 0.3 cm

Antes de proceder a hormigonar las fundaciones, el ADJUDICATARIO deberá obtener la aceptación del Inspector en Jefe.

## HORMIGONES

### SUMINISTRO DEL HORMIGÓN

El hormigón será suministrado por el ADJUDICATARIO, de preferencia premezclado, confeccionado y entregado en obra por alguna planta de hormigones, no permitiéndose modificar las dosificaciones del hormigón en la obra, ni agregar agua ni aditivos adicionales.

Si el hormigón se realiza en obra se debe cumplir con las características especificadas en este documento.

El ADJUDICATARIO empleará métodos para minimizar los efectos de la retracción durante la etapa de colocación y curado de los hormigones, debiendo controlar factores como el secado prematuro, la temperatura elevada, la pérdida de humedad, etc.

Además, el ADJUDICATARIO debe evitar en la colocación del hormigón los desplazamientos de deformaciones de las armaduras u otros elementos embebidos.

### CALIDAD DE LOS MATERIALES

* Cemento: Se utilizará cemento Portland puzolánico corriente (no inferior a 20% de tipo puzolánico o escoria de alto horno) con el contenido máximo de aluminato tricálcico de un 3%. El cemento deberá cumplir con las prescripciones de las normas NCh148 y NCh161, y las otras mencionadas en este documento.
* Áridos: Los áridos para hormigones (arena, gravilla y grava) deberán cumplir con los requerimientos establecidos en la norma NCh163.
* Los áridos deberán ser materiales limpios, libres de sustancias extrañas y exentas de sustancias que puedan reaccionar perjudicialmente con los componentes del cemento.
* El tamaño máximo del árido debe ser de 40mm para hormigones en masa y de 20mm para muros, losas de canaletas y radier de la sala de control. (En el caso de que aplique).
* Agua: El agua que se utilizará para la mezcla de hormigón deberá estar libre de aceite, ácidos, álcalis, materias orgánicas u otras sustancias perjudiciales de acuerdo a la NCh1498.
* Se deberá presentar un certificado de calidad del agua previo a iniciar las operaciones de la planta mezcladora de hormigones. El muestreo se ejecutará según NCh1143.
* Aditivos: El hormigón podrá contener aditivos que sirvan para mejorar las propiedades de éste, las cuales podrán ser: incorporadores de aire, superplastificantes, aceleradores o retardadores de fraguado, etc.
* Los aditivos deberán ser previamente aprobados por el Inspector en Jefe.
* Los aditivos deberán cumplir con los requisitos establecidos en la normativa Chilena vigente, aun cuando la ITO apruebe el uso de un determinado aditivo para ser incorporado al hormigón, la responsabilidad de su empleo permanecerá en el ADJUDICATARIO.
* Las proporciones de los aditivos deberán ser establecidas mediante ensayos en obra, utilizando los elementos que efectivamente serán utilizados en la construcción. Estos ensayos deberán incluir antecedentes comparativos que permitan identificar si el aditivo influye en las propiedades del hormigón.
* El aditivo para emplear debe ser SIKA o similar.
* Aceros de refuerzo: Las barras de acero de refuerzo para hormigón armado serán A630-420H con resaltes y deberán cumplir con las prescripciones de las normas mencionadas en el punto 3 de este documento.
* Las barras de acero se entregarán rectas, libres de torceduras, dobleces e irregularidades extrañas, no permitiéndose enderezar barras ya dobladas. Además, deben entregarse limpias de materiales que perjudiquen su adherencia al hormigón.
* No estará permitido soldar las armaduras.
* Todos los accesorios necesarios para la colocación de las armaduras (espaciadores, soportes, amarras y otros elementos) deberán cumplir con los requisitos del ACI 315.
* El alambre negro recocido de amarras será de calibre Nº 18.
* Se debe tener en cuenta que las amarras deben dirigirse hacia adentro y no tener contacto con el moldaje, para evitar que a futuro se produzca oxidación en el alambre y manchas en el hormigón.
* Para hormigones en masa o radieres se podrá utilizar malla de alambre electrosoldadas de acero de alta resistencia AT56-50H, cumpliendo las normas chilenas vigentes NCh218 y NCh1173.
* Especial cuidado se tendrá en el almacenamiento del acero de refuerzo evitando el contacto directo con el suelo. La finalidad de proteger el material de daños y deterioros que perjudiquen sus cualidades.
* Amarras de armadura: La sujeción de las armaduras deberá ser tal que durante la ejecución del hormigonado asegure su ubicación de acuerdo a lo indicado en los planos de construcción. El refuerzo deberá ser fijado dentro del moldaje de tal manera que no se mueva durante el hormigonado; las barras deberán ser amarradas a intervalos frecuentes, en las intersecciones de barras y empalmes. No se permitirá puntos de soldadura en reemplazo o adicionalmente a las amarras, salvo autorización expresa de la ITO.
* Las barras se amarrarán entre sí, en las intersecciones, con doble alambre de acero recocido calibre N°18.
* Se debe tener en cuenta que las amarras deben dirigirse hacia adentro y no tener contacto con el moldaje, para evitar que a futuro se produzca oxidación en el alambre y manchas en el hormigón. El recubrimiento de las armaduras, indicado en los planos de construcción, se mantendrá por medio de calugas de mortero, soportes metálicos u otros dispositivos adecuados avalados por la ITO

### CLASES DE HORMIGÓN

Se establecen las siguientes clases de hormigón para ser utilizadas en el proyecto:

* Hormigón estructural: Se utilizará como mínimo hormigón grado G20 según NCh170, con resistencia de probeta cilíndrica de f’c=200kgf/cm2, con un nivel de confianza del 90%. Esta calidad deberá verificarse de acuerdo a Mecánica de Suelo.
* Hormigón pobre: Se utilizará hormigón pobre para emplantillados y rellenos. Se usará hormigón grado G10 según NCh170.

La cara superior del hormigón del macizo de fundación deberá tener una pendiente que permita que no se acumulen las aguas.

Las aristas visibles de las fundaciones de hormigón deberán contemplar chaflanes de 2.0 x 2.0 cm.

El ADJUDICATARIO deberá cumplir con la dosificación adecuada para obtener la resistencia especificada, para este efecto deberá ser asesorado por un laboratorio de experiencia reconocida y autorizado por el Inspector en Jefe.

Cuando se fabrique hormigón in situ el ADJUDICATARIO debe presentar a la ITO con la debida anticipación, la dosificación a utilizar. Se permite realizar in situ hormigones de calidad menor a G05.

Para el caso de hormigones in situ, el ADJUDICATARIO deberá incluir como mínimo, el tamaño del árido, la dosis de cemento, la razón agua/cemento que corresponde a la resistencia media para garantizar la resistencia del proyecto.

Para el hormigón fabricado en obra, se deberá contar con una betonera la cual será revisada y aprobada por la ITO previamente a su utilización. La mezcladora estará equipada con tolva de carga, tanque de almacenamiento de agua (tambor), dispositivo para medir agua en volumen (balde graduado), y deberá ser capaz de mezclar totalmente los agregados, revolviendo la mezcla por lo menos 1.5 minutos para cargas de 1.5 m³ o menos, aumentándose en 20 segundos por cada m³ o fracción adicional. El tiempo de revoltura óptimo se determinará experimentalmente en la obra al inicio de los trabajos y para cada dosificación.

Para la fabricación del hormigón en obra, se controlará la cantidad de agua de amasado y la uniformidad en la consistencia del hormigón mediante un cono de Abrams, cumpliendo con los asentamientos requeridos para cada tipo de grado de hormigón y/o el tipo de estructura a construir.

El orden de carguío en la mezcladora de los materiales componentes del hormigón deberá establecerse de acuerdo con los equipos disponibles. En todo caso, parte del agua de amasado se deberá cargar en primer lugar. Los aditivos se incorporarán de acuerdo con las instrucciones del fabricante.

El tiempo de mezclado, contado desde el momento en que todos los materiales se encuentren dentro de la hormigonera hasta el instante en que se inicia la descarga, deberá ser superior a 1.5 minutos, salvo que el equipo cuente con dispositivos que aseguren la homogeneidad de la mezcla en un tiempo menor. En todo caso, el tiempo de amasado no deberá exceder de 5 minutos.

A todas las fundaciones se les aplicará un tratamiento de impermeabilización a través de imprimantes o pinturas asfálticas. Un ejemplo de impermeabilizante a usar es Igol Denso.

### EMPLANTILLADO DE HORMIGONES

El emplantillado, en ningún caso, deberá quedar incluido dentro de las dimensiones definidas para la obra en los planos.

Una vez recepcionado el sello de fundación, se procederá a extender una capa de polietileno, de 1 mm de espesor, en toda la zona que estará en contacto con el emplantillado.

El espesor del emplantillado no podrá ser inferior a 5cm y su resistencia a los 28 días corresponde a la de un hormigón grado G05, donde la dosificación mínima de cemento será 170kgf/cm2.

No será necesario efectuar tratamiento de junta de hormigonado en el emplantillado.

Para la ejecución del emplantillado, el ADJUDICATARIO podrá utilizar moldajes laterales, sin embargo, los costos asociados a la excavación lateral necesaria y de los moldajes será a cargo del ADJUDICATARIO.

### CURADO

El curado se realiza según el ACI 301, ACI 308R y NCh 170, según sea el caso.

El curado de las superficies horizontales del hormigón se realizará con membrana de curado, de forma alternativa, siempre que el MANDANTE lo solicite y el Inspector en Jefe lo apruebe, se pueden emplear diques de arena o una capa de arpillera, lona o material similar absorbente.

La finalidad del proceso de curado es impedir que el hormigón pierda agua por evaporación durante un mínimo de 7 días. Se pondrá especial cuidado en impedir que el hormigón esté intermitentemente seco y mojado.

A la membrana de curado se le darán los traslapos necesarios para impedir la evaporación a través de ellos. Sobre esta lámina se colocará arena húmeda para impedir el calentamiento excesivo por la radiación solar.

### HORMIGONADO EN TIEMPO FRIO

Se realizará según el ACI 301, y ACI 306.1, siguiendo un procedimiento propuesto por el ADJUDICATARIO y aprobado por la ITO.

Como norma general, se suspenderá la elaboración de hormigones y el hormigonado cuando se prevea que la temperatura ambiente será menor a 5ºC.

Los hormigones que queden afectados por bajas temperaturas deberán ser demolidos si los ensayos de muestras correspondientes al hormigón colocado y sometido a temperatura ambiente señalan un significativo deterioro en las resistencias previstas; no se descarta la posibilidad de usar aditivos para contrarrestar las condiciones de temperaturas mínimas.

Bajo condiciones de lluvia, no se podrá realizar faena de hormigón en fundaciones, excepto si dicha labor realizada con un sistema que impida que la lluvia esté en contacto con el hormigón.

### HORMIGONADO EN TIEMPO CALUROSO

El hormigonado deberá efectuarse de acuerdo con ACI 301 y ACI 305R, y siguiendo un procedimiento propuesto por el ADJUDICATARIO y aprobado por la ITO.

En general, cuando las condiciones ambientales induzcan una evaporación igual o superior que un kg de agua por m2 por hora, la temperatura del hormigón en el momento de ser colocado debe ser menor que 30º C en elementos corrientes, y menor que 16º C en elementos cuya menor dimensión exceda de 0.8 m.

### CONTROL DE CALIDAD DE HORMIGONES

El Inspector en Jefe controlará todas las etapas de las obras que estime convenientes, que hayan sido especificadas en este documento o en las normativas mencionadas.

Todos los ensayes y pruebas de materiales y hormigones serán efectuados por laboratorios especializados aprobados por el Inspector en Jefe. Los resultados de los ensayos deberán ser avalados mediante certificados emitidos por dicho laboratorio.

El muestreo de hormigón se hará mediante muestras, consistentes cada una de 3 probetas cúbicas de 20 cm de arista, tomadas de acuerdo a una de las pautas siguientes que defina la mayor cantidad de muestras:

* Una muestra cada 5 estructuras.
* Una muestra diaria.
* Una muestra cada 50 m3.

De los 3 cubos de cada muestra se ensayará uno a los 7 días y dos a los 28 días a fin de determinar su resistencia a la compresión.

La extracción de muestras se hará en conformidad a NCh171, la confección y curado de acuerdo con NCh1017 y el ensayo de acuerdo a NCh1037, esto en el caso chileno, de lo contrario utilizar normativa extranjera correspondiente.

Se considerarán todas las probetas ensayadas, salvo aquellas en que haya evidencia de maltrato o procedimiento erróneo en el ensaye y/o muestreo.

Se deberá ejecutar un control diario de la humedad de áridos para hacer los ajustes en la dosificación y establecer además el valor real de la razón agua/cemento en uso.

Tanto la toma de muestras, como los ensayos de resistencia de los hormigones y control semanal de humedades de áridos deberán ser realizados por el ADJUDICATARIO a través de un laboratorio aprobado por la ITO.

El nivel de resistencia del hormigón a los 28 días de edad será aceptable si se verifican simultáneamente las dos condiciones siguientes:

* El promedio de las resistencias de 3 muestras consecutivas es igual o superior a la resistencia especificada.
* Ningún resultado individual es menor que la resistencia especificada de proyecto menos 35 kgf/cm2.

Con lo anterior se asegura un nivel de confianza del 90% para las resistencias.

Si el promedio móvil de las 3 resistencias sucesivas es inferior a la resistencia del proyecto especificada, establecida en los documentos del contrato, la ITO podrá, a su criterio, detener la construcción de la obra afectada por esta situación, además para evaluar las consecuencias de estas resistencias inferiores a las del proyecto.

Adicional a lo anterior, podrá exigir la demolición y posterior reposición de la parte afectada o bien exigir un refuerzo de la obra. Todas estas operaciones serán de cargo y costo del ADJUDICATARIO.

Para el control del hormigón producido, se deberá medir el asentamiento de cono del hormigón con una frecuencia mínima de un control por cada etapa de hormigonado de una fundación.

Los asentamientos controlados en los hormigones se deberán mantener dentro de un rango de ±2 cm del previsto para la dosificación del hormigón y si accidentalmente una masada se sale de dicho rango, se rechazará si excede en más de 6 cm de ese asentamiento.



## MOLDAJE

Los moldajes deberán cumplir con NCh170, ACI 301, ACI 304R, ACI 304.2R, ACI 347, y serán de responsabilidad exclusiva del ADJUDICATARIO.

Con el objeto de respetar estrictamente los recubrimientos indicados en los planos, se colocarán separadores entre las armaduras y el moldaje al menos cada un metro. Estos separadores podrán ser de plásticos de fabricación estándar o en su defecto cubos de mortero de proporción 1:2 (cemento / arena), de 4 cm de alto, 4 cm de ancho y un espesor de acuerdo con el recubrimiento requerido, y llevarán embebido un alambre que permita amarrarlos a las armaduras. También podrán utilizarse separadores plásticos estándar, previamente aprobados por la ITO.

El moldaje deberá ser recibido por el Inspector en Jefe antes de iniciar la colocación del hormigón. Estos se construirán y colocarán de acuerdo a las dimensiones que se indican en los planos. Deberán cumplir con los requisitos de resistencia e indeformabilidad a las solicitaciones ejercidas por el hormigón fresco al ser colocado y vibrado y se realizarán en placas de madera o metálicas para impedir pérdidas de la lechada del hormigón.

Se podrán forrar con madera terciada tanto los moldes de madera como los metálicos. Por el contrario, no se permitirá el uso de láminas o planchas metálicas para forrar madera.

Las desviaciones o desaplomes no pueden ser mayores a:

* Desplome de superficies o aristas : 1.0 cm
* Desviaciones de la cota vertical : 1.0 cm (elevación)
* Irregularidades bruscas en juntas : 0.3 cm de moldajes.

Las tolerancias en las dimensiones de los elementos o en otros aspectos, distintos a los ya mencionados, se regirán por la Norma ACI 117.

Deberán evitarse todas las aristas de los hormigones que quedarán expuestos a la superficie. En caso de que los planos no lo indiquen deberá instalarse en dichas aristas una pieza de moldaje que asegure la terminación en chaflán. El biselado que genere el chaflán deberá tener al menos un largo de 4 cm. y estar orientado en 45° respecto a las caras principales de bisela.

No se deberán utilizar métodos de descimbre que puedan producir sobretensiones en el hormigón, para esto la superficie del moldaje en contacto con el hormigón, deberá llevar un desmoldante que no contamine la superficie del hormigón y que esté previamente aprobado por el Inspector en Jefe.

Los encofrados serán construidos de modo que puedan ser retirados sin requerir palanqueo o golpes contra el hormigón construido y de modo que los costados puedan ser retirados sin perturbarlos. No se deberá utilizar métodos de descimbre que puedan producir sobretensiones, choques o vibraciones sobre los elementos de hormigón afectados.

No se deberá retirar el moldaje hasta que el hormigón esté lo suficientemente endurecido como para que al quitar los elementos no se produzcan daños.

Cuando las temperaturas mínimas diarias desde el vaciado del hormigón hayan sido superiores a 5ºC, se tendrá los siguientes tiempos mínimos para el desmolde, salvo que la ITO autorice su retiro con anterioridad:

* Fundaciones, pedestales y canaletas: 3 días.
* Muros y pilares sin solicitaciones: 5 días.

La ITO podrá modificar los plazos antes indicados si se justificara por las razones de avance de las obras, pero en todo caso, para losas y fondos de vigas, el plazo mínimo de descimbre no podrá ser inferior al tiempo requerido para que el hormigón colocado alcance el 50% de la resistencia especificada.

Cuando se empleen moldajes en las fundaciones debe considerarse, una vez retirados, el uso de impermeabilizante, debiendo contar con la aprobación del Inspector en Jefe.

Se deberá respetar 7 días transcurridos desde la ejecución del hormigonado para el montaje de estructuras menores, 14 días para montajes de equipos livianos y 28 días para montaje de equipos pesados.

## REPARACIÓN DEL HORMIGÓN

Los nidos de piedra, fisuras y, especialmente, juntas de hormigonado mal tratadas que pudieran afectar la duración y funcionamiento de la estructura, deberán ser restauradas, reforzadas o repuestas por cuenta y cargo del ADJUDICATARIO y a plena satisfacción de la ITO.

En caso de que los daños no puedan ser reparados y, a juicio de la ITO, comprometan la estabilidad y duración de la obra, la estructura deberá ser demolida y repuesta por cuenta y cargo del ADJUDICATARIO.

El procedimiento por usar dependerá de cada caso y deberá ser aprobado por la I.T.O.

En el caso de ser posible una reparación, se emplea un procedimiento en base a sistemas epóxicos.

Se introduce por la fisura o grieta, el material epóxico actuando este como adhesivo, recuperando la condición de continuidad de la fundación.

Para la reparación de grietas, el procedimiento consiste en picar la grieta en un ancho entre 5 cm y 7 cm y, en toda su profundidad rellenar con mortero epóxico, colocado a mano.

Para la reparación de nidos, éste se debe picar circunscribiéndolo en una figura de ángulos rectos, penetrando un mínimo de 5 cm por lado dentro del hormigón sano y luego se procede al relleno con mortero epóxico, del mismo modo que para reparar grietas.

## PERNOS DE ANCLAJE

### PERNOS DE ANCLAJE

Los pernos de anclaje se fabricarán con acero ASTM A193 tipo B7 para garantizar que la resiliencia, medida en ensayo de impacto según Charpy V-Notch a 0°C, no sea inferior a 27 Joules.

La realización del ensayo Charpy V-Notch se realizará de acuerdo con la Norma ASTM A370. El proveedor deberá entregar certificados de estos ensayos.

Las golillas deben cumplir con la norma ASTM F436M. El hilo será UNC (según norma ANSI B 1.1) y llevarán una golilla plana, tuerca y contratuerca, salvo indicación contraria en los planos del proyecto.

Los pernos deberán ser galvanizados por inmersión en caliente según lo estipulado en la Norma ASTM A153 y deberán suministrarse con todas sus tuercas colocadas.

Los pernos de anclaje serán suministrados por el ADJUDICATARIO, debiendo certificar la calidad de éstos previamente a su utilización.

Además, deberán ser protegidos contra la oxidación, mediante arpilleras o polietilenos, previa aplicación de una película de grasa en toda la proyección del vástago. Se hará excepción en el caso de pernos de anclaje de acero inoxidable.

El diámetro mínimo para pernos de anclaje corresponde a 19 mm (3/4”).

### PERNOS QUÍMICOS

Cuando los planos lo indiquen y con la previa autorización de la ITO se podrá utilizar pernos químicos para fijar estructuras. La mínima calidad por utilizar será del estándar de la marca HILTI.

## RELLENOS COMPACTADOS

Los rellenos estructurales deberán realizarse de acuerdo con las dimensiones y ubicación que aparecen en los planos de Proyecto o en la forma que indique la ITO y de acuerdo con las disposiciones de estas especificaciones.

El ADJUDICATARIO no deberá colocar rellenos durante los períodos de lluvias, nieves u otras precipitaciones de una intensidad que afecte el acondicionamiento de la humedad, salvo autorización de la ITO.

### MATERIALES

Los materiales que se utilicen para la ejecución de los rellenos se deberán obtener, siempre que sea posible, de las mismas excavaciones o de yacimientos aceptados por el Inspector en Jefe.

Los suelos que emplear deberán ser aptos para relleno. Se consideran aptos los suelos que sean exentos de materia orgánica y que tengan las condiciones adecuadas de humedad para su compactación.

El material por utilizar en los rellenos será definido en el Estudio de Mecánica de Suelos del proyecto y deberá cumplir con al menos lo siguiente:

* Deberá ser granular y químicamente inerte.
* Contenido de sales solubles inferior a 5%.
* Contenido de sulfatos inferior a 3%.
* Límite líquido inferior a 25%.
* Índice de plasticidad inferior a 6.
* El tamaño máximo de partículas será definido por el estudio de mecánica de suelos de acuerdo con el tamaño y peso del equipo de compactación que se utilice, debiendo limitarse en general a 2”.
* Si el informe de mecánica de suelos no indica lo contrario, la granulometría deberá tener un tamaño máximo de 3” y un contenido de finos inferior a 15% (en peso bajo la malla Nº200 ASTM).

Para los rellenos sometidos a cargas (rellenos estructurales), se recomienda generalmente un material cuya curva granulométrica debe estar dentro del siguiente rango:

Tabla 1. Granulometría recomendada.

|  |  |
| --- | --- |
| Tamiz ASTM | % en peso que pasa |
| 2” | 100 |
| 1” | 55-100 |
| 3/8” | 40-70 |
| #4 | 35-65 |
| #10 | 20-50 |
| #40 | 10-30 |
| #200 | 0-15 |

### EJECUCIÓN

Los materiales para rellenos no podrán colocarse y compactarse antes de que el hormigón alcance el 70% de su resistencia especificada.

La colocación del relleno deberá realizarse de manera de no dañar los hormigones u otros elementos.

Los moldajes usados en el hormigonado deberán retirarse antes de ejecutar los rellenos.

Antes de compactar se limpiará el terreno quedando los rellenos libres de basura, madera, tierra vegetal, raíces, piedras grandes u otros materiales perjudiciales. Los huecos que queden se compactaran para obtener la densidad requerida en el proyecto.

La densidad de las capas a compactar no excederá de 30 cm (rodillos vibratorios de 10 toneladas o más) o 20 cm (rodillos vibratorios hasta 1.5 toneladas de peso estático) para rellenos masivos. En caso de rellenos locales, no será superior a 20 cm (vibración compactador de placa de impacto con peso estático igual o superior a 70 kgf).

En el caso de usar pisones manuales, el espesor de capa a compactar no excederá los 10cm y el número de pasadas no podrá ser inferior a 5. Los pisones manuales deberán pesar al menos 10kgf y su superficie de impacto no deberá superar los 100cm2.

Realizando el procedimiento anterior pueden obtenerse, en las capas de rellenos, compactaciones iguales o superiores al 95% del Proctor Modificado o Densidades Relativa iguales o superiores al 80%.

Si el control de compactación indicase que estos grados de compactación no se han alcanzado, el Inspector en Jefe podrá solicitar aumentar el número de pasadas o disminuir los espesores de capa hasta alcanzar los niveles de compactación solicitados.

El ADJUDICATARIO no deberá usar materiales congelados en la ejecución de los rellenos ni deberá colocar nuevos rellenos sobre terrenos de fundación o rellenos antiguos congelados. Se deberá remover y eliminar o deshielar, reacondicionar y compactar, de acuerdo a lo indicado en este documento.

El ADJUDICATARIO no deberá colocar rellenos durante los períodos de lluvias, nieves u otras precipitaciones de una intensidad que afecte el acondicionamiento de la humedad, salvo autorización del Inspector en Jefe.

Se deberá emparejar la superficie de los rellenos, para facilitar el drenaje, cuando la colocación de éstos deba suspenderse por lluvia o amenaza de lluvia.

### CONTROL DE LOS RELLENOS

Para controlar la calidad de los rellenos, el Inspector en Jefe podrá solicitar que se determinen las siguientes propiedades:

* La densidad en sitio, según NCh1516.
* Densidad máxima, según NCh1534/II.
* Humedad optima, según NCh1534/II.
* Humedad natural, según NCh1515.
* Densidades máximas y mínimas, según NCh1726.

Todos los ensayos deberán ser ejecutados por un laboratorio especializado y serán de cargo exclusivo del ADJUDICATARIO.

El ADJUDICATARIO podrá proponer a la ITO el uso de otros métodos de control, quien los aceptará si a su juicio fuesen adecuados.

## PASADAS DE TUBERÍAS

Previo al hormigonado de los diferentes elementos de las fundaciones en donde se requieran o donde lo indiquen los planos de construcción o lo ordene la ITO, se dejará en los moldajes, todas las perforaciones necesarias para el paso de tuberías.

Cuando las estructuras lo requieran, en particular la sala de control se deberá planificar y presentar a la ITO previo al hormigonado, la forma de paso de la conexión a la malla de puesta a tierra.

# MONTAJE DE ELEMENTOS DE HORMIGÓN PREFABRICADOS

Cada vez que sea necesario el montaje de elementos de hormigón prefabricados se deberá respetar particularmente el siguiente método de construcción y montaje.

## MONTAJE DE CANALETAS PREFABRICADAS

Las zanjas que recibirán elementos prefabricados de hormigón del tipo canaletas, deberán excavarse controladamente a modo de no producirse sobre-excavaciones que requieran un tratamiento de reparación como lo indica esta especificación.

Se deberá realizar un tratamiento especial al sello de excavación, el cual consistirá en lograr la cota de excavación a través de métodos de compactación indicados en este documento para sellos de excavación u otro aprobado por la ITO. Sobre este sello de excavación compactado se instalará una capa de arena húmeda de al menos 4 cm. de espesor también debidamente compactada y con cotas controladas que permitan más adelante el escurrimiento por gravedad de las aguas acumuladas al interior de las canaletas prefabricadas montadas sobre dicha arena.

El montaje deberá cumplir con los procedimientos aprobados por el MANDANTE y el ADJUDICATARIO deberá presentar un AST (Análisis del trabajo seguro) a la ITO para su aprobación previo a iniciar la faena.

La separación entre elementos prefabricados deberá ser de 2 cm. y el método y materiales utilizados para la junta de tramos de canaletas deberá ser aprobado por la ITO previo a su aplicación.



Figura A1 – Esquema de sujeción para montaje de canaletas prefabricadas.

## MONTAJE DE CÁMARAS PREFABRICADAS

Las excavaciones que recibirán elementos prefabricados de hormigón del tipo cámaras, deberán excavarse controladamente a modo de no producirse sobre-excavaciones que requieran un tratamiento de reparación como lo indica esta especificación.

Se deberá realizar un tratamiento especial al sello de excavación, el cual consistirá en lograr la cota de excavación a través de métodos de compactación indicados en este documento para sellos de excavación u otro aprobado por la ITO. Sobre este sello de excavación compactado se instalará una capa de hormigón armado G15 de espesor 15cm. sobre el cual se montarán los segmentos de cámara correspondientes. La construcción de la losa deberá considerar también un sistema de drenaje adecuado en el centro de ésta. Podrá utilizarse el mismo sistema de drenaje utilizado para cámaras construidas in situ.

El método y materiales utilizados para la junta del primer segmento de cámara con la losa así también como entre tramos de cámaras deberá ser aprobado por la ITO previo a su aplicación.

Será responsabilidad del ADJUDICATARIO presentar a la ITO la cota de excavación necesaria para recibir los segmentos de cámaras prefabricadas.

El montaje deberá cumplir con los procedimientos aprobados por el MANDANTE y el ADJUDICATARIO deberá presentar un AST (Análisis del trabajo seguro) a la ITO para su aprobación previo a iniciar la faena.



Figura A2 – Esquema de sujeción para montaje de cámaras prefabricadas.

# CAMINOS Y ACABADOS DE PATIO

## CAMINOS

El diseño de los caminos se hará según el volumen 3 del Manual de Carreteras.

La construcción de los caminos se hará de acuerdo con los diseños, alineamientos, pendientes, dimensiones, cotas y sitios indicados en los planos de construcción.

La materialidad de los caminos será la indicada en los planos respectivos del proyecto.

## ACABADOS DE PATIO

Los materiales que se utilizarán para acabado del piso del patio de conexiones deberán cumplir con los siguientes requisitos:

* El material granular deberá ser de carácter “Canto Rodado”. No se aceptarán materiales provenientes de trituración.
* La gradación del material para el acabado del patio de conexiones deberá estar dentro de los siguientes límites:

Tabla 2. Granulometría gravilla recomendada.



El acabado a construir como aislante eléctrico en el patio de conexiones de la subestación deberá ejecutarse con los alineamientos, cotas, espesores y demás detalles mostrados en los planos de construcción y con las modificaciones que ordene la ITO.

## CIERROS

El ADJUDICATARIO deberá suministrar todos los materiales necesarios que permitan la instalación del cierro del patio.

Este cierro será metálico, tipo malla electrosoldada galvanizada, tendrá un portón metálico, de dos hojas. Las fundaciones de los postes serán de hormigón, de dimensiones según estudios de mecánica de suelos y cálculo estructural.

Las fijaciones y accesorios serán de línea, del mismo proveedor del cierro. Para el montaje de los cierros y portones se seguirán las recomendaciones del fabricante.

# PREVENCIÓN DE RIESGO Y PROTECCIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

La prevención de riesgos y cuidado del medio ambiente serán preocupación constante del ADJUDICATARIO, por lo cual en todo momento tomará todas las precauciones necesarias para la seguridad del personal empleado en la ejecución de la obra.

El ADJUDICATARIO es responsable por todos los accidentes que pueda sufrir su personal, el personal del MANDANTE, visitantes autorizados o terceros, como resultado de negligencia o descuido en la toma de precauciones y medidas de seguridad necesarias.

El ADJUDICATARIO deberá desarrollar las obras de objeto del Contrato, previniendo, controlando y limitando al máximo los efectos adversos que se presenten sobre el medio ambiente, cumpliendo con las Normas y/o la Declaración de Impacto Ambiental a utilizar en la construcción del proyecto.

El ADJUDICATARIO deberá respetar lo exigido por la normativa, resoluciones, leyes y decretos del MINSAL e inspección del Trabajo, así también respetará, en caso de haberlos, la Resolución de Calificación Ambiental y el Plan de Manejo ambiental propios del proyecto.