



Cliente	ENGIE
----------------	-------

Proyecto	NUEVO REACTOR DE LÍNEA 1X220 kV NUEVA POZO ALMON RONCACHO, EN S/E RONCACHO
-----------------	---

Nº Documento	ENG-OA-RON-SE-IG-ET-008
---------------------	-------------------------

Nº Documento Cliente	ENG-OA-RON-SE-IG-ET-008
---------------------------------	-------------------------

Fase	Ingeniería conceptual
-------------	-----------------------

Título	Especificación Técnica de Obras Civiles
---------------	---

Fecha	Revisión
08/01/2025	B
24/01/2025	0

Número de Hojas
42

IEB	Nombre	Firma	Fecha
Preparó	D.F.R.		08/01/2025
Revisó	E.J.C.		08/01/2025
Aprobó	J.I.D.		08/01/2025
Cliente			
Revisó			
Aprobó			

ÍNDICE

1.	GENERALIDADES	4
1.1	OBJETIVO	4
1.2	ALCANCE	4
1.3	NORMATIVA APLICABLE.....	4
1.3.1	Normativa aplicable a Obras civiles.....	4
1.3.2	Normativa aplicable a Pernos de fijación de equipos a estructuras	7
1.3.3	Especificaciones complementarias.....	8
1.4	DEFINICIONES.....	8
2.	OBRAS CIVILES	8
2.1	CALIDAD DE LOS MATERIALES	8
2.2	SEGURIDAD	9
2.3	INSPECCIÓN TÉCNICA.....	9
2.4	ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN	9
2.4.1	Replanteo.....	9
2.4.2	Excavaciones	10
2.4.3	Fundaciones.....	11
2.4.4	Fundaciones prefabricadas	12
2.4.5	Tolerancias en fundaciones.....	13
2.4.6	Hormigones.....	14
2.4.7	Inspección Técnica.....	31
2.4.8	Rellenos	34
2.5	CANALETAS PARA TENDIDO DE CABLES ELÉCTRICOS	36
2.5.1	Generalidades.....	36
2.5.2	Ductos de PVC y canalizaciones subterráneas	36
2.5.3	Conduit flexible.....	36
2.6	MALLA A TIERRA	37
2.6.1	Generalidades	37
2.6.2	Construcción de la zanja	37
2.6.3	Tendido del conductor	38
2.6.4	Llenado de la zanja	38
2.6.5	Aplicación de grava superficial	39
2.6.6	Conexiones y pruebas finales.....	39
2.7	ASEO FINAL Y RETIRO DE ESCOMBROS.....	39
3.	PERNOS DE FIJACIÓN DE EQUIPOS A ESTRUCTURAS	39
3.1	FABRICACIÓN.....	39
3.1.1	Generalidades.....	39



3.1.2	Materiales.....	40
3.1.3	Galvanizado	40
4.	EXCAVACIÓN PARA DRENAJES	41
5.	CIERROS.....	42
5.1	CERCO INTERIOR	42
5.2	CERCO EXTERIOR	42

1. GENERALIDADES

1.1 OBJETIVO

Establecer las especificaciones técnicas de construcción, que harán parte de los trabajos de obras civiles para el proyecto de ampliación del Nuevo Reactor de Línea 1x220 kV Nueva Pozo Almonte-Roncacho, en S/E Roncacho 220 kV.

1.2 ALCANCE

Describir los procedimientos, suministros, fabricación, embalaje, calidades de materiales y controles de calidad a implementar durante las actividades de construcción en general de la ampliación del nuevo reactor de línea 1x220 kV Nueva Pozo Almonte-Roncacho en la subestación Roncacho 220 kV. Estas actividades se componen principalmente de la construcción de fundaciones de estructuras altas, estructuras bajas para soportes de equipos, canalizaciones para cables, caminos, sistema de drenajes, contrafoso, construcción de edificaciones, pernos de anclaje y plantillas para pernos de anclaje; y en general todas las obras civiles correspondientes a la ampliación.

Estas especificaciones se entienden como un complemento de la información entregada en planos civiles, estructurales y de arquitectura, con el propósito de establecer los requisitos técnicos mínimos con los que deben materializarse los trabajos.

Ante cualquier discrepancia entre la presente especificación y la información contenida en los planos del proyecto, prevalecerán estos últimos; no obstante, se resolverán las dudas y se realizarán las aclaraciones que sean necesarias por medio de la Inspección Técnica de Obra (en adelante ITO), a modo de realizar la correcta ejecución de las obras, respetando además las buenas prácticas de construcción y lo estipulado en la normativa nacional vigente.

1.3 NORMATIVA APLICABLE

1.3.1 Normativa aplicable a Obras civiles

- En general se deberán respetar y consultar normativas asociadas a:
 - Ordenanzas Generales, Especiales y Locales de Construcciones y Urbanismo.
 - Ley general de Urbanismo y Construcción.
 - Disposiciones reglamentarias de las normas INN, NCh y aquellas extranjeras avaladas por las chilenas.
 - Normas relacionadas a la Arquitectura, Habitabilidad y Seguridad.
 - Normas chilenas e internacionales relacionadas a los incendios y ventilaciones.
 - Disposiciones, instrucciones y normas especiales establecidas por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.
 - Leyes, Decretos y Disposiciones Reglamentarias relativas a permisos, aprobaciones, derechos e impuestos a inspecciones fiscales y Municipales.
 - ANSI American National Standards Institute.

- NESC: National Electrical Safety Code.
- NFPA: National Fire Protection Association.
- ASTM: American Society for Testing and Materials.
- ASME: American Society of Mechanical Engineers.
- ISO: International Organization for Standardization.
- OSHA: Occupational Health and Safety Administration.
- NCh: Norma Chilena.
- INN: Normas del Instituto Nacional de Normalización.
- ACI: American Concrete Institute.
- AISC: American Institute Steel Construction.
- AWS: American Welding Society.
- ASCE: American Society of Civil Engineers.
- NTSyCS: Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio. Enero de 2025.
- Anexo Técnico: Requisitos Sísmicos para Instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.
- Anexo Técnico: Exigencias Mínimas de Diseño de Instalaciones de Transmisión.
- En lo específico se deberán consultar las siguientes normas en su última versión:
 - ACI 318-08: Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural.
 - ACI 347-04: Guía para el Diseño, Construcción y Materiales de Cimbras para Concreto.
 - ACI 315-99: Detalles y detallado del acero de refuerzo del concreto.
 - ASTM A36/A36M-14: Standard Specification for Carbon Structural Steel.
 - ASTM A673/A673M – 07: Standard Specification for Sampling Procedure for Impact Testing of Structural Steel.
 - ASTM D395 – 14: Standard Test Methods for Rubber Property—Compression Set.
 - ASTM A185/A185M-07: Standard Specification for Steel Welded Wire Reinforcement, Plain, for Concrete.
 - ASTM A153/A153M – 09: Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware.
 - ASTM F436 – 11: Standard Specification for Hardened Steel Washers.
 - ASTM C171 – 07: Standard Specification for Sheet Materials for Curing Concrete.
 - ASTM C309 – 11: Standard Specification for Liquid Membrane-Forming Compounds for Curing Concrete.
 - ASTM D2049-69: Test Method for Relative Density of Cohesionless Soils.

- ASTM D698 - 12e2: Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort (12 400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³)).
- ASTM E112 – 13: Standard Test Methods for Determining Average Grain Size.
- ASTM D1785 – 15: Standard Specification for Poly Vinyl Chloride (PVC) Plastic Pipe, Schedule 40, 80, and 120.
- ASTM A563 – 15: Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts.
- Manual de tolerancias para edificaciones, Corporación de Desarrollo Tecnológico.
- Manual de Moldajes, Cámara Chilena de la Construcción.
- Manual de Carreteras Volumen 5 – Especificaciones Técnicas Generales de Construcción.
- Manual de Carreteras Volumen 8 – Especificaciones y métodos de muestreo, ensaye y control.
- Normas LNV (Laboratorio Nacional de Vialidad) del M.O.P.
- NCh 179: Mecánica de suelos - Símbolos, unidades y definiciones.
- NCh 1515: Mecánica de suelos - Determinación de la humedad.
- NCh 1516: Mecánica de suelos - Determinación de la densidad en el terreno - Método del cono de arena.
- NCh 1517/1: Mecánica de suelos - Límites de consistencia - Parte 1: Determinación del límite líquido.
- NCh 1517/2: Mecánica de suelos - Límites de consistencia - Parte 2: Determinación del límite plástico.
- NCh 1517/3: Mecánica de suelos - Límites de consistencia - Parte 3: Determinación del límite de contracción.
- NCh 1532: Mecánica de suelos - Determinación de la densidad de partículas sólidas.
- NCh 1534/1: Mecánica de suelos - Relaciones humedad / densidad - Parte 1: Métodos de compactación con pisón de 2,5 kg y 305 mm de caída.
- NCh 1534/2: Mecánica de suelos - Relaciones humedad / densidad - Parte 2: Métodos de compactación con pisón de 4,5 kg y 460 mm de caída.
- NCh 1726: Mecánica de suelos - Determinación de las densidades máxima y mínima y cálculo de la densidad relativa en suelos no cohesivos.
- NCh 1852: Mecánica de suelos - Determinación de la razón de soporte de suelos compactados en laboratorio.
- NCh-ISO 17025: Requisitos generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y calibración”.
- NCh 170: Hormigón - Requisitos generales.
- NCh 203: Acero para uso estructural.

- NCh 33: Pinturas y productos afines – Terminología.
- NCh 1070: Aislación térmica - Poliestireno expandido – Requisitos.
- NCh 1148: Láminas y películas de polietileno.
- NCh 2599: Baldosas cerámicas - Definiciones, clasificación, características, usos y marcado.
- NCh 2826: Construcción - Sellantes para juntas - Clasificación y requisitos.
- NCh 2477: Yeso - Morteros - Requisitos y métodos de ensayo.
- NCh 133: Vidrios planos para arquitectura y uso industrial - Espesores nominales normales y tolerancias.
- NCh 523: Carpintería de aluminio - Puertas y ventanas – Requisitos.
- NCh 1070: Aislación térmica - Poliestireno expandido – Requisitos.
- NCh 1071: Aislación térmica - Lana mineral – Requisitos.
- NCh 227: Alambres de acero para usos generales – Especificaciones.
- NCh 301: Pernos de acero con cabeza y tuerca hexagonales.
- NCh 302: Pernos de acero de cabeza redonda, con cuello cuadrado y tuerca cuadrada.
- NCh 1186 - ISO 225: Elementos de fijación - Pernos y tuercas - Terminología y designación de dimensiones.
- NCh 1269: Clavos de acero de sección circular de uso general – Requisitos.
- NCh 1420 - ISO 888: Elementos de fijación - Pernos - Longitud nominal y longitud roscada de pernos para usos generales.
- NCh 2369: Diseño Sísmico de Estructuras e instalaciones Industriales.
- NCh 1928: Albañilería Armada – Requisitos para el Diseño y Cálculo.
- NCh 2123: Albañilería Confinada – Requisitos de Diseño y Cálculo.

En caso de discrepancia entre las normas se aplicará la más exigente.

1.3.2 Normativa aplicable a Pernos de fijación de equipos a estructuras

- AISC, American Institute Steel Construction (1994): "Manual of Steel Construction, Load and Resistance Factor Design", Volume II - Connections, second edition, U.S.A.
- ASTM (2003), "A153/A153M-03 Standard Specification for Zinc Coating (Hot-Dip) on Iron and Steel Hardware".
- DIN, Deutsches Institut für Normung: DIN 126, Washers for hexagon bolts.
- DIN, Deutsches Institut für Normung: DIN 127, Helical spring lock washers.
- DIN, Deutsches Institut für Normung: DIN 931, Hexagon head bolts.
- DIN, Deutsches Institut für Normung: DIN 933, Full thread hexagon head screws.
- DIN, Deutsches Institut für Normung: DIN 934, Hexagon nuts.

- NCh 3348: Recubrimientos de zinc - Orientaciones y recomendaciones para la protección en contra de la corrosión de hierro y acero en estructuras.

1.3.3 Especificaciones complementarias

- ENG-OA-RON-SE-IG-ET-005 "Especificación Técnica Estructuras metálicas".
- ENG-OA-RON-SE-IG-ET-007 "Especificación Técnica Movimiento de Tierra".

1.4 DEFINICIONES

- Escarpe: Remoción del material proveniente de la capa vegetal por medios mecánicos o manuales.
- Estabilizado: Material graduado, compuesto de material grueso y fino, utilizado para los rellenos compactados y al cual se le hacen los respectivos ensayos para verificar que cumpla con la normativa chilena y las EETT del proyecto, y así poder calcular la humedad óptima para alcanzar la máxima densidad de compactación.
- Relleno: Colocación manual o mecánica de material estabilizado con características indicada en los documentos.
- Proctor Modificado: Ensayo que se le hace al material estabilizado que indica la humedad óptima de aplicación para obtener la máxima densidad.
- Granulometría: Ensayo de laboratorio que se le hace al material de relleno, que indica la composición por tamaño de las partículas que componen el material.

2. OBRAS CIVILES

2.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES

Los materiales seleccionados y especificados para el proyecto de ampliación serán nuevos, de primera calidad y se ajustarán a las normas vigentes en referencia a su provisión, almacenamiento, manipulación y aplicación en obra, de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes y lo determinado por la ITO.

En caso de reemplazar alguno de los materiales especificados y utilizar los definidos como equivalentes, el constructor deberá acreditar ante la ITO muestras para su revisión y ensayos. De cumplir con características equivalentes y similares condiciones de seguridad y calidad, será labor de la ITO la aceptación definitiva de estos materiales para su ejecución en obra.

2.2 SEGURIDAD

En la construcción de las edificaciones debe considerarse el riesgo existente durante la ejecución de los trabajos debido a la instalación de equipos eléctricos en los patios de alta tensión. Es por lo anterior que deben cumplirse con las siguientes indicaciones:

- Los trabajos deben estar siempre bajo la permanente supervisión de un profesional competente en terreno, con experiencia en la construcción de obras civiles en subestaciones eléctricas.
- La elaboración de procedimientos de trabajo y charlas de seguridad de acuerdo con las actividades a realizar en obra.
- Atender todas las recomendaciones de la ITO con respecto a alturas máximas en maniobras de maquinarias.
- Acondicionar las delimitaciones adecuadas para cada área de trabajo dentro del área de la ampliación de la subestación.
- Disponer de medidas de asistencia de acuerdo con el plan de seguridad y prevención de riesgos del proyecto.

2.3 INSPECCIÓN TÉCNICA

La Inspección Técnica controlará todas aquellas etapas de la ejecución de las obras que estime necesarias, que hayan sido especificadas en los documentos del proyecto de ampliación y particularmente las presentes especificaciones. El contratista deberá proporcionar toda la información y facilidades necesarias para su ejecución sin que ello implique modificaciones de costo y plazo de las obras.

Todos los ensayos y pruebas de materiales y hormigones a que se refieren estas especificaciones serán efectuados por laboratorios especializados aprobados por la Inspección Técnica. El costo de todos los ensayos y pruebas serán de cargo del contratista.

2.4 ESPECIFICACIONES GENERALES DE CONSTRUCCIÓN

2.4.1 Replanteo

El replanteo se ejecutará mediante equipos topográficos identificando los ejes principales de las construcciones, los niveles de excavaciones, rellenos y emplantillados de las obras civiles y edificaciones a proyectar. Se deberá contar con el visto bueno de la ITO para dar inicio a estas actividades.

La ITO Informará al contratista en terreno sobre la cantidad de puntos de referencia topográficos (PR) que se deberán considerar para el replanteo de las obras civiles, incluyendo todas las fundaciones de las estructuras en patio y la edificación proyectada para el proyecto.

Será responsabilidad del contratista el amarrar todos los puntos auxiliares requeridos para los trabajos con al menos un PR suministrado por el estudio topográfico, la ITO tendrá la facultad de revisarlos y solicitar que se modifiquen en caso de errores o falta de información.

Se materializarán en terreno los ejes teóricos, pertenecientes a estructuras de patio y edificaciones mediante estacado. Podrán utilizarse puntos auxiliares de referencia, sin embargo,

los ejes teóricos que serán la base para las fundaciones de las edificaciones deberán cumplir con una tolerancia en planta de ± 1 cm respecto a los ejes proyectados en el área de ampliación. El procedimiento para realizar la definición de ejes en el trazado en patios será previamente aprobado por la ITO, documentando puntos de referencia (P.R.) que permanecerán en el desarrollo de los trabajos, para ser verificados y chequeados en caso de ser requerido.

2.4.2 Excavaciones

En las actividades de excavaciones se someterá a la aprobación de la ITO el procedimiento de la excavación estructural y de las obras de protección de éstos; los procedimientos no podrán poner en peligro la estabilidad de los taludes. Se debe cumplir con norma NCh 349. En caso de falla de uno de estos procedimientos la responsabilidad recaerá en el contratista.

Las excavaciones se realizarán de acuerdo con las pendientes de taludes recomendadas por el informe de mecánica de suelos del proyecto.

Las excavaciones para zapatas de fundación en las que se utilice una excavadora, al tratarse de una excavación que permanecerá abierta un corto periodo de tiempo, se aconseja que durante el tiempo de ejecución de la excavación se acote la zona de trabajo un perímetro de seguridad equivalente al menos a 2 veces la profundidad de la excavación, quedando limitado el acceso al interior del perímetro a la maquinaria que realice la excavación.

En el supuesto que se contemple la ejecución de rellenos estructurados (terraplenes) sin contención lateral, se usarán las pendientes de taludes recomendadas por el informe de mecánica de suelos del proyecto.

El contratista suministrará el equipo y mano de obra necesaria para ejecutar los trabajos de acuerdo con los planos del proyecto y a satisfacción de la supervisión técnica. El sello de fundaciones será de acuerdo con el estudio de mecánica y aprobado por la ITO, quien podrá ordenar los cambios en las dimensiones y profundidades que considere necesarios para obtener una fundación satisfactoria y segura.

El replanteo de las excavaciones lo efectuará el contratista de acuerdo con prácticas aceptadas por el Inspector jefe y dentro de las tolerancias que se indican en estas especificaciones. La forma, secuencia y procedimiento para ejecutar las excavaciones serán determinados por el contratista de modo de optimizar las faenas y considerando el global y los grupos de fundaciones cercanas a instalar.

Las actividades de excavaciones pueden ser por medio mecánico o manual (se priorizarán las excavaciones por medios mecánicos) y comprenden además la evacuación del material excavado, el retiro del material sobrante hasta el sitio de almacenamiento o hasta el botadero autorizado, el control y protección de los taludes de excavación con entibados, apuntalamientos o elementos de contención especiales, así como el suministro de los elementos necesarios para la ejecución de la actividad de acuerdo con las especificaciones, en conformidad con los planos y con la aprobación de la ITO.

Las excavaciones para aquellas fundaciones que contemplan la ejecución de rellenos compactados deberán tener dimensiones compatibles con el equipo de compactación que se seleccione para la ejecución de los rellenos. Todas las excavaciones estructurales se harán de acuerdo con los lineamientos y cotas indicadas en los planos. Las excavaciones tendrán que adaptarse a las dimensiones indicadas en los planos del Contrato. Las sobre excavaciones serán rellenadas con el mismo material especificado en los planos, es decir, donde especifica hormigón, suelo compactado o material de relleno se colocará únicamente ese material.

Ante la necesidad de agotamiento de napa, este podrá hacerse directamente desde el fondo de la excavación, pero deberá continuarse durante todo el proceso de colocación del hormigón o rellenos de suelo sin interrupción hasta pasado no menos de cuatro horas del término del hormigonado, a excepción de aquellas realizadas con acelerador de fraguado, en las que este tiempo será definido por el Inspector Jefe. El contratista deberá deprimir la napa antes de abrir las excavaciones a fin de efectuar las excavaciones en seco, en aquellos casos en que a juicio del Inspector Jefe el terreno vecino a la excavación se vea muy alterado por un agotamiento directo desde el fondo de ésta.

En aquellas excavaciones estructurales en las que, por las características del terreno, por la profundidad o por las condiciones de humedad, existan riesgos de derrumbes, el contratista tiene la responsabilidad de colocar entibado en la cantidad que lo estime necesario con el fin de evitarlos y de acuerdo a las instrucciones de la ITO.

En caso de presentarse un derrumbe por causas imputables al contratista, ya sea por negligencia o por no atender oportunamente las indicaciones de la ITO, aquel debe ejecutar la remoción del derrumbe para permitir la continuación de los trabajos en forma correcta y oportuna. Los costos por los trabajos adicionales que se requieran serán por cuenta y cargo del contratista.

No se aceptará la ejecución de una excavación general que abarque la totalidad de área definida por el perímetro exterior de las losas de fundación, salvo en el caso de existir arenas sueltas inundadas que se derrumben y escurran hacia el fondo de la excavación y en los casos que autorice el Inspector Jefe. En suelos arcillosos o limosos blandos inundados, deberá recurrirse a sostenimientos si se prevé la ocurrencia de derrumbes.

Después de haber terminado cada una de las excavaciones estructurales, el contratista deberá comunicarlo a la inspección técnica, y no se iniciará la colocación del hormigón, refuerzo, material de sello o tuberías, hasta que la ITO haya verificado y aprobado por escrito la profundidad de la excavación y la naturaleza del material de las fundaciones.

2.4.3 Fundaciones

Una vez terminadas las excavaciones se procederá a la recepción del sello de fundación que deberá ser recibido por un especialista de mecánica de suelos, a plena satisfacción de la ITO. En caso de que el sello quede por sobre la profundidad recomendada, se deberá reemplazar el suelo por hormigón pobre G10 o lo recomendado en el estudio de suelos del Proyecto.

El material de relleno se colocará en capas de 20 cm de espesor máximo, suelto y con un contenido de humedad igual a su óptima $\pm 2\%$, si presenta curva Proctor. Cada capa se debe compactar hasta alcanzar una densidad en sitio mayor o igual al 95% de la densidad máxima de su Proctor modificado o una densidad relativa mayor o igual al 80%.

Todas las superficies de las fundaciones deberán ser protegidas con una capa de igol denso o similar si así lo recomienda el informe de mecánica de suelos, para la protección ante sales del terreno.

Todas las fundaciones llevarán una capa de emplantillado de espesor indicado en los planos. El hormigón del emplantillado se colocará una vez logrado el sello de fundación especificado por el estudio de mecánica de suelos.

2.4.4 Fundaciones prefabricadas

Durante el montaje de fundaciones prefabricadas se deberá respetar particularmente el siguiente método de construcción y montaje.

- El acopio de los elementos se debe realizar siempre en lugares abiertos y espaciosos para permitir una buena maniobrabilidad de la carga y descarga de los elementos, este lugar debe ser lo más plano posible que permita la horizontalidad de los elementos, estos no van directamente al piso, sino que, deben ser apoyados en dos puntos sin que entre estos existan obstáculos.
- Las obras deben estar limpias para permitir los desplazamientos de los equipos, maquinarias y de los elementos prefabricados.
- Si las piezas se transportan en posición vertical habrá que disponer de caballetes de madera o metálicos para su apoyo.
- Es conveniente proteger los puntos de apoyo con topes blandos, para que no se generen daños superficiales.
- En el caso de transportar elementos en posición horizontal, estos deben apoyarse directamente unos sobre otros, por lo que se debe intercalar cuartones, de madera que la superficie de apoyo no sea reducida y esté lo más horizontal posible.
- Las excavaciones que recibirán las fundaciones prefabricadas, deberán excavar controladamente a modo de no producirse sobre excavaciones que requieran un tratamiento de reparación como lo indica esta especificación.
- Las cuadrillas de montaje deben estar compuestas por operarios especializados con los elementos de seguridad necesarios para desarrollar un trabajo de maniobras complejas.
- La grúa tener un mínimo de dos velocidades de trabajo, debido a diferencia de pesos. La totalidad de movimientos que posea una maquina se deberá realizar mediante tracción hidráulica, con el fin de lograr movimientos de alta precisión (ser capaz de colocar elementos en puntos exactos sin golpes).
- En lo posible, para el izaje de las estructuras deberán considerarse los elementos dispuestos en la fundación para este fin, pero en caso de ser necesario, el montador podrá considerar puntos de fijación adicionales, previa autorización de la ITO, evitando generar esfuerzos dañinos sobre las fundaciones.

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

2.4.5 Tolerancias en fundaciones

El contratista deberá cumplir con las tolerancias de construcción señaladas en este numeral, con respecto a la ubicación y ejecución de fundaciones para las estructuras de los equipos correspondiente a la ampliación en la subestación, salvo los casos en que los planos correspondientes se indique otra cosa (para los efectos de tolerancias se define como eje teórico a aquel eje materializado en terreno):

- 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 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 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 centesimales.
- Desnivel entre dos placas de anclaje cualesquiera de una misma estructura: 3 mm.
- Ubicación de la intersección de los ejes teóricos de cada pilar respecto a los ejes teóricos de la estructura: $L/1000$, pero no mayor que 0,5 cm, 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 1 mm y $L/1000$ con un máximo de 3 mm, 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 2 mm. 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: 1 mm.
- Proyección del perno de anclaje: ± 1 cm.
- Verticalidad del perno de anclaje: 0,5 grados centesimales.

- Tolerancia entre grupos de pernos de anclaje: Para cada grupo de pernos, el Inspector Jefe definirá un perno de anclaje de referencia y estos deberán cumplir con lo siguiente:
- Si la distancia L entre pernos de anclaje de referencia 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 de los planos.
- Si la distancia L entre pernos de anclaje de referencia 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 6 mm.

El nivel superior de las fundaciones deberá quedar al menos 0,20 m sobre el nivel de acabado de grava considerada para el sistema de puesta a tierra. Antes de proceder a hormigonar cualquier fundación el contratista deberá obtener la aceptación del Inspector Jefe. Esta aprobación no libera al contratista de la responsabilidad de cumplimiento de las tolerancias establecidas anteriormente, las que se controlarán una vez construida la fundación.

2.4.6 Hormigones

2.4.6.1 Generalidades

Para las fundaciones de hormigón armado pertenecientes a la obra de ampliación de la subestación de alta tensión se considerarán aplicables la normativa indicada en su versión más reciente, salvo en lo que se ha modificado por los planos del Contrato, las presentes especificaciones o las instrucciones escritas en terreno por la ITO.

- Hormigón y morteros

- NCh170.Of 2016 Hormigón - Requisitos generales.
- NCh171.EOf 2008 Hormigón - Extracción de muestras del hormigón.
- NCh181.Of 1965 Bloques huecos de hormigón de cemento.
- NCh182.Of 2007 Ensayo de bloques de hormigón.
- NCh429.EOf 1957 Hormigón armado - I Parte.
- NCh430.Of 2007 Hormigón armado – Requisitos de diseño y cálculo.
- NCh742.EOf 1970 Arquitectura y construcción - Coordinación modular en bloques huecos de hormigón – Dimensiones.
- NCh1017.EOf 1975 Hormigón - Confección y curado en obra de probetas para ensayos de compresión y tracción.
- NCh1018.EOf 1977 Hormigón - Preparación de mezclas de prueba en laboratorio.
- NCh1019.EOf 2009 Construcción - Hormigón - Determinación de la docilidad - Método del asentamiento del cono de Abrams.
- NCh1037.Of 1977 Hormigón - Ensayo de compresión de probetas cúbicas y cilíndricas.
- NCh1038.Of 1977 Hormigón - Ensayo de tracción por flexión.
- NCh1170.Of 2012 Hormigón - Ensayo de tracción por hendimiento.
- NCh1171/1. Of 2001 Hormigón - Testigos de hormigón endurecido - Parte 1: Extracción y ensayo.

- NCh1171/2. Of 2001 Hormigón - Testigos de hormigón endurecido - Parte 2: Evaluación de resultados de resistencia mecánica.
- NCh1172.Of 1978 Hormigón - Refrentado de probetas.
- NCh1443.Of 1978 Hormigón - Agua de amasado – Muestreo.
- NCh1498.Of 2012 Hormigón - Agua de amasado – Requisitos.
- NCh1564.Of 1979 Hormigón - Determinación de la densidad aparente, del rendimiento, del contenido de cemento y del contenido de aire del hormigón fresco.
- NCh1565.Of 1979 Hormigón - Determinación del índice esclerométrico.
- NCh1789.Of 1986 Hormigón - Determinación de la uniformidad obtenida en el mezclado del hormigón fresco.
- NCh1934.Of 1992 Hormigón preparado en central hormigonera.
- NCh1998.Of 1989 Hormigón - Evaluación estadística de la resistencia mecánica.
- NCh2182.Of 1995 Hormigón y mortero - Aditivos - Clasificación y requisitos.
- NCh2183.Of 1992 Hormigón y mortero - Método de ensayo - Determinación del tiempo de fraguado.
- NCh2184.Of 1992 Hormigón y mortero - Métodos de ensayo - Determinación del contenido de aire.
- NCh2185.Of 1992 Hormigón y mortero - Método de ensayo - Determinación de la resistencia a la congelación y el deshielo.
- NCh2186.Of 1992 Hormigón y mortero - Método de ensayo - Determinación de la densidad real saturada y densidad real seca.
- NCh2221.Of 1994 Hormigón y mortero - Método de ensayo - Determinación de los cambios de longitud.
- NCh2256/1. Of 2001 Morteros - Parte 1: Requisitos generales.
- NCh2257/1. Of 1996 Morteros - Determinación de la consistencia - Parte 1: Método del extendido en la mesa de sacudidas.
- NCh2257/2. Of 1996 Morteros - Determinación de la consistencia - Parte 2: Método de la caja.
- NCh2257/3. Of 1996 Morteros - Determinación de la consistencia - Parte 3: Método del asentamiento del cono.
- NCh2257/4. Of 1996 Morteros - Determinación de la consistencia - Parte 4: Método del embudo.
- NCh2259.Of 1996 Morteros - Determinación de la retentividad - Método de la succión del agua por vacío.
- NCh2260.Of 1996 Morteros - Preparación de mezclas de prueba y mezclas comparativas en el laboratorio.

- NCh2261.Of 1996 Morteros - Determinación de las resistencias mecánicas de probetas confeccionadas en obra.
- NCh2262.Of 2009 Hormigón y mortero - Métodos de ensayo - Determinación de la impermeabilidad al agua - Método de la penetración de agua bajo presión.
- NCh2281/1. Of 1995 Aditivos para hormigón - Método de ensayo - Parte 1: Determinación de la densidad.
- NCh2281/2. Of 1995 Aditivos para hormigón - Método de ensayo - Parte 2: Contenido de sólidos por secado.
- NCh2281/3. Of 1995 Aditivos para hormigón - Método de ensayo - Parte 3: Determinación del contenido de cenizas.
- NCh2281/4. Of 1995 Aditivos para hormigón - Método de ensayo - Parte 4: Determinación del contenido de cloruros.
- NCh2281/5. Of 1995 Aditivos para hormigón - Método de ensayo - Parte 5: Determinación del espectro de absorción infrarroja.
- NCh2471.Of 2000 Morteros - Ensayo de adherencia - Método de tracción directa.
- Cemento
 - NCh147.Of 1969 Cementos - Análisis químico.
 - NCh148.Of 1968 Cemento - Terminología, clasificación y especificaciones generales.
 - NCh149.EOf 1972 Cemento - Determinación de la superficie específica por el turbidímetro de Wagner.
 - NCh150.Of 1970 Cemento - Determinación de la finura por tamizado.
 - NCh151.Of 1969 Cemento - Método de determinación de la consistencia normal.
 - NCh152.Of 1971 Cemento - Método de determinación del tiempo de fraguado.
 - NCh153.Of 1973 Cemento - Ensayo de indeformabilidad al vapor de agua.
 - NCh154.Of 1969 Cemento - Determinación del peso específico relativo.
 - NCh158.Of 1967 Cementos - Ensayo de flexión y compresión de morteros de cemento.
 - NCh159.Of 1970 Cemento - Determinación de la superficie específica por el permeabilímetro según Blaine.
 - NCh160.Of 1969 Cemento - Agregado tipo A para uso en cementos - Especificaciones.
 - NCh161.EOf 1969 Cemento - Puzolana para uso en cementos – Especificaciones.
 - NCh162.Of 1977 Cemento - Extracción de muestras.

- Agregado

- NCh163.Of 2013 Áridos para morteros y hormigones – Requisitos.
- NCh164.EOf 1976 Áridos para morteros y hormigones - Extracción y preparación de muestras.
- NCh165.Of 1977 Áridos para morteros y hormigones - Tamizado y determinación de la granulometría.
- NCh166.Of 1952 Determinación colorimétrica de la presencia de impurezas orgánicas en las arenas para hormigones.
- NCh1116.EOf 1977 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de la densidad aparente.
- NCh1117.Of 2010 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de las densidades real y neta y la absorción de agua de las gravas.
- NCh1223.Of 1977 Áridos para morteros y hormigones - Determinación del material fino menor a 0,080 mm.
- NCh1239.Of 1977 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de las densidades real y neta de la absorción de agua de las arenas.
- NCh1325.Of 1978 Áridos - Determinación del equivalente de arena.
- NCh1326.Of 1977 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de huecos.
- NCh1327.Of 1977 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de partículas desmenuzables.
- NCh1328.Of 1977 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de la desintegración - Método de los sulfatos.
- NCh1369.Of 1978 Áridos - Determinación del desgaste de las gravas - Método de la Máquina de los Ángeles.
- NCh1444/1. Of 1980 Áridos para morteros y hormigones - Determinación de sales - Parte 1: Determinación de cloruros y sulfatos.
- NCh1511.Of 1980 Áridos para morteros y hormigones - Determinación del coeficiente volumétrico medio de las gravas.

- Acero de refuerzo

- NCh 204.Of 2006 Acero. Barras laminadas en caliente para hormigón armado.
- NCh205.Of 1969 Acero - Barras reviradas para hormigón armado
- NCh 211.Of 70 Barras con resaltes en obras de hormigón armado.
- NCh218.Of 1977 Acero - Mallas de alta resistencia para hormigón armado – Especificaciones.
- NCh219.Of 1977 Construcción - Mallas de acero de alta resistencia - Condiciones de uso en el hormigón armado

- NCh1173.Of 1977 Acero - Alambre liso o con entalladuras de grado AT-56-50H, para uso en hormigón armado - Especificaciones.
- NCh1174.Of 1977 Construcción - Alambre de acero, liso o con entalladuras, de grado AT56-50H, en forma de barras rectas - Condiciones de uso en el hormigón armado.

2.4.6.2 Calidad del cemento

El cemento que se emplee para la confección de los hormigones deberá ser Portland, Siderúrgico o Puzolánico, con agregado tipo A y deberá cumplir las estipulaciones de las Normas Chilenas respectivas. Por cada embarque que se utilice se deberá presentar 3 copias del certificado del fabricante del cemento estableciendo que las pruebas se han efectuado según lo estipulado en las normas indicadas, así como también los informes de sus resultados.

2.4.6.3 Áridos

Deben cumplir estrictamente con los requerimientos de la norma NCh163-2013, particularmente en lo que concierne a la granulometría de la arena, la que deberá estar totalmente comprendida en la banda establecida en dicha norma.

Los áridos deberán ser materiales limpios, libres de sustancias extrañas y/o en descomposición y exentos de sustancias que puedan reaccionar perjudicialmente con los álcalis de cemento, en particular los cloruros y sulfatos. Los límites de contenidos en el hormigón serán:

- Cloruros 1,2 kg/m³.
- Sulfatos 0,6 kg/m³.

Los empréstitos o fuentes de abastecimiento de los áridos para el hormigón deberán contar con la aprobación previa de la Inspección Técnica, al igual que los métodos de explotación que se prevea emplear para su obtención.

El agregado fino será aquel que pasa al menos un 95% por el tamiz de abertura normal de 4,76 mm. No podrán usarse como agregados finos aquellos elementos que presentan un contenido de sales superiores a los especificados en NCh 163.

El agregado grueso consistirá en ripio natural o piedra chancada. El tamaño máximo que se utilizará será 1½" (38 mm) salvo indicación contraria. Sin embargo, en ningún caso el tamaño máximo del agregado grueso podrá exceder la menor de las siguientes dimensiones:

- 3/4 de la distancia libre entre las barras de refuerzo, cuando el hormigón deba atravesar totalmente a través de la armadura en su colocación.
- 1/5 de la menor dimensión entre moldajes.
- 1/3 del espesor de losas.

2.4.6.4 Agua

El agua que se utilice para efectuar la mezcla del hormigón deberá estar libre de aceite, ácidos, álcalis, materias orgánicas u otras sustancias perjudiciales de acuerdo con la norma NCh 1498. Se deberá presentar certificados de calidad del agua antes de iniciar las operaciones de la planta mezcladora de hormigones.

El agua de amasado deberá cumplir los requisitos mínimos dados en las tablas 1 y 2 de la NCh 1498. El muestreo se ejecutará de acuerdo con la NCh 1443.

2.4.6.5 Aditivos

El hormigón podrá contener aditivos que sirvan para mejorar las propiedades de éste, los que podrán ser: incorporadores de aire, súper-plastificantes, aceleradores o retardadores de fraguado, u otros que se requieran, los cuales deberán ser previamente aprobados por la ITO.

No se permitirá bajo ningún motivo la existencia de cloruros u otras sustancias dañinas. Estos aditivos deberán ser de fabricantes autorizados y competentes, y con sus respectivos certificados de garantía.

Para su uso se deben respetar estrictamente las instrucciones del fabricante y su control debe ser hecho por un laboratorio autorizado. Las proporciones de los aditivos serán las estrictamente necesarias para producir el efecto deseado y deberán ser establecidas mediante ensayos en obra utilizando los hormigones, elementos de fabricación y manipulación que efectivamente se emplearán en la construcción. Estos ensayos deberán incluir antecedentes comparativos que permitan juzgar si el aditivo influye y en qué proporción sobre otras propiedades del hormigón.

La calidad de los aditivos será objeto de una vigilancia periódica por parte de la Inspección Técnica, quien determinará las variaciones de las dosificaciones que se estimen necesarias u ordenará su eliminación si no se consiguen los efectos esperados o introduce otras consecuencias nocivas por su uso.

Se podrán utilizar los siguientes aditivos, o en su defecto equivalentes, previa aprobación de la ITO:

- Sika: Aditivo impermeabilizante de fraguado normal.
- Antisol: Compuesto de curado.
- Sika Form: Desmoldante.
- Colmax 32: Puente de adherencia.
- Sikament NF: Superplastificante.
- Sika Grout 212: Mortero de nivelación.

2.4.6.6 Acero de refuerzo

Todos los materiales deben ser nuevos y encontrarse libres de óxido, costras, laminillas, pintura, aceite, grasa o cualquier materia extraña que pueda reducir la adherencia.

Las barras de refuerzo para hormigón armado serán del tipo corrugado, calidad A630-420H según normas NCh 204 y NCh 211.

El proveedor de las barras de refuerzo deberá acreditar con certificados las propiedades de la barra presentando como mínimo sus características geométricas, su límite de fluencia, su resistencia a la tracción y la curva tensión-deformación con el objeto de comprobar que tenga la ductilidad requerida, todo ello para cada uno de los diámetros normales que se usarán y para cada colada de producción.

Las mallas de barras electro soldadas serán confeccionadas en acero de alta resistencia calidad AT-56-50H, tipo ACMA o equivalente, y deberán cumplir con la norma ASTM A185 o las normas NCh 218 y NCh 219. La resistencia mínima a la fluencia será de 450 MPa.

El muestreo y control se hará de acuerdo con la norma NCh 204.

En caso de aceros de origen nacional, se procederá a verificar el tipo de acero mediante control de la marca de fábrica estampada en éste. A requerimiento de la ITO, el contratista deberá

proporcionar los certificados de control de calidad de fábrica, correspondientes a la partida o lote de acero bajo control que indiquen que éste cumple con los requerimientos anteriores.

Sin perjuicio de lo anterior, cuando la ITO lo estime oportuno podrá exigir, igual que para el acero importado, el muestreo y certificación del acero de origen nacional por un laboratorio autorizado.

2.4.6.7 Accesorios de refuerzo

Se utilizarán espaciadores, soportes, amarras y dispositivos para una apropiada colocación del refuerzo en el terreno deberán cumplir con los requisitos de la norma ACI 315. Para amarre de armaduras se usará alambre negro recocido calibre N°18.

Los separadores de moldajes serán de plástico o mortero de cemento.

2.4.6.8 Suministro y almacenamiento

Cada uno de los envíos de acero de refuerzo que llegue al sitio de la obra o al lugar donde se ejecute su figuración, debe identificarse con etiquetas que indiquen la procedencia, calidad y el diámetro del correspondiente lote.

Las varillas se deben transportar evitando que se doblen, y se almacenan en forma ordenada en estanterías construidas para ese fin; se deben agrupar y marcar debidamente de acuerdo con el tamaño, forma y tipo de refuerzo, de acuerdo con las listas de despiece.

2.4.6.9 Listas y diagramas de despiece

Cuando los planos no incluyan listas y diagramas de despiece el contratista deberá prepararlos y enviarlos para la aprobación del ITO, con anticipación no menor de un mes antes de ordenar la figuración de las barras. Dicha aprobación no exime al contratista de su responsabilidad por la exactitud de las listas y diagramas de despiece.

Cuando los planos incluyan despieces, el contratista debe analizarlos antes de proceder a la figuración del refuerzo. Si encuentra discrepancias o inconsistencias con los planos de construcción deberá notificarlo por escrito a la ITO quien determinará la figuración definitiva.

2.4.6.10 Colocación del refuerzo

Las barras de refuerzo se deben cortar en su dimensión exacta y doblar en frío, de acuerdo con los detalles y dimensiones mostrados en los planos.

Todo el refuerzo debe colocarse en la posición exacta mostrada en los planos; debe asegurarse y mantenerse en posición por medio de bloques de mortero prefabricados, torres, espaciadores, silletas metálicas, u otros dispositivos aprobados por la ITO, para prevenir su desplazamiento durante la colocación del hormigón. No se permite la utilización de piedras o bloques de madera para mantener el refuerzo en su lugar. Para el amarre de las barras debe utilizarse alambre u otro tipo de amarre mecánico aprobado previamente por la ITO. En ningún caso puede utilizarse soldadura.

En el momento de colocar el hormigón, las barras de refuerzo deben estar limpias de óxido, tierra, escamas, pinturas, grasas y de cualquier otra sustancia que pueda disminuir su adherencia con el hormigón.

El recubrimiento mínimo del refuerzo es el indicado en los planos estructurales del proyecto. Si no lo está, será como sigue:

- En hormigón depositado directamente en contacto con el suelo o sobre la capa de hormigón pobre: 7,5 cm.

- En superficies moldeadas que han de quedar en contacto con el suelo o que han de quedar expuestas a la intemperie o permanentemente sumergidas: 5 cm.
- En superficies moldeadas de hormigón a la vista que han de quedar en interiores: 2,5 cm al estribo.

2.4.6.11 Ganchos, doblajes y empalmes de traslapo

Los empalmes de las barras se deben hacer en la forma y localización indicadas en los planos. Todo empalme no indicado en los planos requiere la autorización de la ITO. No se permiten empalmes soldados. Los empalmes en barras adyacentes deben localizarse de manera que no queden todos en una misma sección, en caso extremo se puede permitir traslapar un máximo del 50% del acero en la misma sección.

Salvo lo indicado en otra forma en los planos, la longitud de los empalmes, los radios de doblaje y las dimensiones de los ganchos de anclaje deben cumplir recomendaciones sísmicas del ACI y lo especificado al respecto en las normas chilenas de construcción aplicables.

2.4.6.12 Insertos y anclajes

Los elementos misceláneos que queden embebidos en el hormigón, tales como pernos de anclaje, insertos, empalmes de tuberías, conductos eléctricos, planchas y perfiles metálicos diversos, etc.; serán suministrados en las calidades indicadas en los planos.

Los pernos de anclaje serán calidad ASTM A193 Grado B7. La resiliencia del acero media en ensayos de impacto según Charpy V-Notch a -5° no deberá ser inferior a 27 Joules. Los ensayos de resiliencia se efectuarán según lo indicado en la norma ASTM A370, para probetas cuyo eje mayor coincida con la dirección de laminación.

Los pernos deben ser galvanizados por inmersión en caliente según lo estipulado en la norma ASTM-A153. Las dimensiones, diámetro y tolerancias deberán estar de acuerdo con lo indicado en los planos de taller. La rosca será ordinaria (UNC). Las arandelas deben ser fabricadas en conformidad con la publicación ASTM F436 y las tuercas con los requerimientos de la norma ASTM A563M.

2.4.6.13 Moldajes

Los moldajes serán de madera o metal, deberán ser firmes y estancos y cumplir con la norma ACI 347 y seguirán las recomendaciones del Manual de moldajes de la CChC. Su uso será determinado según las terminaciones de arquitectura para cada caso.

Las amarras, anclajes y colgadores de los moldajes deben tener la resistencia suficiente para impedir desplazamientos de éstos debido a las cargas de construcción y del hormigón que se deposite en ellos superiores a las tolerancias establecidas en estas especificaciones.

2.4.6.14 Sellos e impermeabilizantes

Los sellos en las juntas de dilatación serán del tipo SikaFlex 1A Plus o equivalente, aprobado por la ITO. Las cintas para sellos de agua serán de cloruro de polivinilo tipo O, DR-27 o Sikadur Combiflex, todos de Sika o equivalente aprobado, de acuerdo con lo señalado en planos.

En paramentos verticales en contacto con el terreno, los materiales impermeabilizantes externos serán pinturas del tipo Igol Primer e Igol Denso, de Sika o equivalente.

2.4.6.15 Dosificación

Las presentes indicaciones son válidas tanto para hormigones en planta, en la obra o en planta concretera industrial.

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

- Hormigón Estructural

Se utiliza un hormigón de acuerdo con lo indicado en los planos según NCh 170 correspondiente a una resistencia a 28 días de probetas cilíndricas, salvo recomendación contraria indicada en el estudio de mecánica de suelos. El nivel de confianza aceptado será del 90%. Este tipo de hormigón será utilizado en elementos estructurales: muros, vigas, losas, fundaciones, canalizaciones, anclajes; hormigones masivos y en hormigones de segunda etapa.

- Hormigón para radieres, bancos de ductos y otros elementos no considerados como fundaciones

Se utiliza un hormigón grado G17 o superior según NCh 170 correspondiente a una resistencia a 28 días de probetas cilíndricas de $f'c=17$ MPa.

- Hormigón Pobre para emplantillados y rellenos.

Se utilizará para esos fines hormigón grado G10 según NCh 170. La dosis mínima de cemento será de 170 kg/m³.

Previamente a la iniciación de los trabajos de hormigonado y con una anticipación no inferior a 45 días, el contratista propondrá al Inspector Jefe una dosificación para cada grado de hormigón definido en los hormigones de las fundaciones de las estructuras. Estas proposiciones deberán incluir, como mínimo, el tamaño máximo del árido, la dosis de cemento, la razón agua/cemento y el asentamiento previsto para cada tipo de hormigón.

En estructuras de hormigón armado se deben respetar las dosis mínimas de cemento debido a la exposición por sulfatos:

- Hormigón armado protegido de la intemperie: 240 kg/m³.
- Hormigón armado expuesto a la intemperie: 340 kg/m³

En obras no controladas deben respetarse las siguientes dosis mínimas:

- Hormigón simple: 170 kg/m³.

En ningún caso se podrá utilizar hormigones sin controlar de grado igual o superior a G30, salvo para emplantillados, mejoramientos o reemplazos de suelo.

Una vez aprobadas las dosificaciones, el contratista preparará hormigones de prueba, de acuerdo con la norma NCh 1018 en presencia del Inspector Jefe, empleando los mismos materiales constituyentes del hormigón que utilizará durante la construcción para cada uno de los grados de hormigón considerados.

La dosificación de los hormigones de prueba se estudiará para obtener el valor de docilidad previsto y la razón agua/cemento que corresponde a la resistencia media para garantizar la resistencia, calculada de acuerdo con el numeral 8 de la Norma Chilena NCh 170.

La determinación de las cantidades de los componentes de los hormigones de prueba se hará de manera que la granulometría total del hormigón, incluido el cemento, se ajuste a una de las

dos curvas granulométricas tipo Faury definidas en la figura anexa, para el tamaño máximo nominal y tipo de hormigón correspondiente.

El mejor ajuste se deberá obtener igualando los módulos de finura de las curvas granulométrica teórica y real. La determinación del módulo de finura se efectuará conforme con la Norma Chilena NCh165, suponiendo un valor igual a cero para el módulo de finura del cemento.

La dosis de cemento será determinada a partir del resultado de resistencia obtenido en el ensayo de la muestra extraída de la mezcla de prueba. Para este objeto, si la resistencia obtenida en el ensayo difiere de la resistencia media de dosificación, la dosis de cemento usada en la mezcla de prueba se corregirá multiplicándola por el factor indicado en la siguiente tabla:

Tabla 1. Factores de modificación para dosis de cemento

R'/R	FACTOR
1,25	0,85
1,10	0,93
1,00	1,00
0,90	1,08
0,80	1,15

Dónde:

R' = resistencia obtenida en la mezcla de prueba.

R = resistencia media de dosificación.

La dosificación se recalculará considerando el nuevo valor de la dosis de cemento en caso de haber sido necesaria efectuar la corrección señalada en el párrafo anterior.

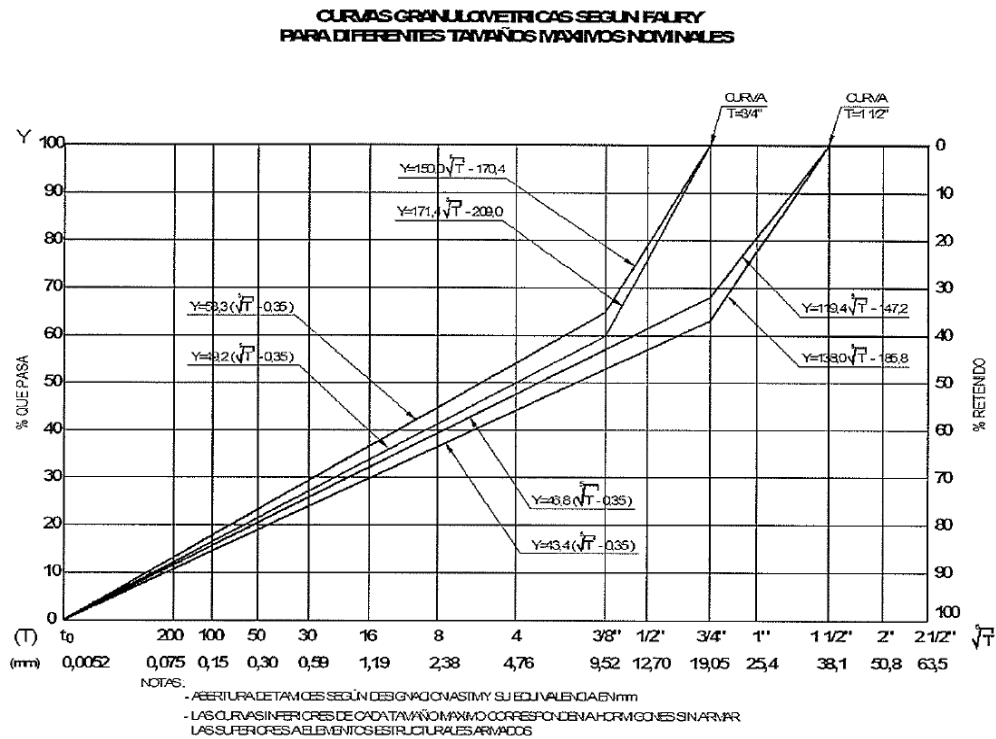


Figura 1. Curvas ideales para varios tipos de hormigón por método de Faury

2.4.6.16 Equipos de compactación de hormigón

La compactación del hormigón se efectuará principalmente por equipos de vibración, de preferencia por vibradores de inmersión. Los equipos para la compactación cumplirán con las condiciones que se establecen a continuación:

- Vibradores de inmersión

Su frecuencia mínima de vibración será de 6000 vpm, con el diámetro de la botella comprendido normalmente entre 30 y 50 mm, usándose un diámetro de 20 a 30 mm para la compactación de las zonas con mayor densidad de armaduras y de las esquinas del elemento.

La introducción de la botella del vibrador en la masa del hormigón se efectuará en forma vertical. El espaciamiento de los puntos de colocación del vibrador será compatible con el radio de acción de éste en el hormigón, no debiendo exceder de 1,5 veces dicho radio.

El vibrador se mantendrá en cada punto un lapso de tiempo suficiente para que la superficie del hormigón empiece a aparecer brillante por aparición del agua del hormigón, evitando la segregación que produce la sobre vibración.

- Vibradores de molde

Su frecuencia de vibración mínima será de 6000 vpm. Se utilizarán exclusivamente para la compactación de elementos de espesor máximo de 20 cm.

El diseño del vibrador será adecuado a la rigidez del molde, de manera que éste vibre efectivamente, pero sin experimentar deformaciones o daños permanentes.

La separación entre los cabezales de vibración será proporcionada al radio de acción de estos vibradores, no debiendo exceder de 1,5 veces dicho radio.

- Reglas vibratorias

Su frecuencia de vibración mínima será de 3000 vpm. Se utilizarán exclusivamente para la compactación de elementos horizontales o de pendiente inferior a 20% y de un espesor máximo de 20 cm.

La velocidad de avance de la regla será continua y se regulará de manera de compactar efectivamente el hormigón, sin dejar zonas mal compactadas o dudosas.

2.4.6.17 Hormigón en clima frío

Para el hormigonado en clima frío se deberán tomar todas las precauciones respecto a la colocación del hormigón, de manera de asegurar una óptima velocidad de endurecimiento y de resistencia del material, independiente de las condiciones ambientales imperantes.

La temperatura del hormigón deberá ser menor que 35°C en elementos corrientes y menor que 16°C en elementos cuya menor dimensión exceda los 0,80 m.

Ante la presencia de climas fríos, es decir, cuando haya durante los tres días previos temperatura media diaria inferior a 5°C y la temperatura ambiente sea menor o igual a 10 °C por más de 12 horas, continuas o acumuladas, en un periodo de 24 horas, se deberá asegurar la temperatura mínima del hormigón de 5 °C, se debe medir la temperatura del hormigón colocado a una profundidad de 5 cm de la superficie expuesta y a una distancia mayor o igual que 5 cm de cualquier borde. Al momento de la colocación y durante el periodo de endurecimiento inicial se deberán adoptar medidas para asegurar que la temperatura del hormigón no descienda de 5 °C.

Como norma general se solicitará a la planta, el hormigón con los aditivos correspondientes a las condiciones de temperaturas existentes. La temperatura de elaboración del material deberá cumplir mediante certificados y de acuerdo con la NCh 170, lo descrito en la siguiente tabla:

Tabla 2. Temperatura de colocación del hormigón

Temperatura ambiente, °C	Temperatura de colocación, °C			
	13	10	7	5
	Temperatura requerida en la hormigonera			
0 a 5 °C	16	13	10	7
-18 a 0 °C	18	16	13	10
menor que -18 °C	21	18	16	13

La temperatura mínima del hormigón al momento del vaciado será de 5 °C, en caso contrario se deberá calentar el agua y áridos y mantener un microclima durante las 48 horas posteriores al hormigonado, de acuerdo con las recomendaciones del proveedor.

Cuando la temperatura ambiente sea menor a 5°C, se deberán utilizar procedimientos para favorecer al curado y protección del hormigón. Para esto es posible considerar el uso de aislación térmica o calefacción, entre otros métodos.

Para el método por calefacción, este se ejecutará con aporte de calor de calóventores durante las primeras 48 horas de hormigonado. Los elementos hormigonados estarán cubiertos en forma

de tienda, con estructuras cubiertas con manta de fieltro y/o carpas. Mientras la temperatura ambiente supere los 5°C, no será necesario el encendido de estos caloportores.

Los caloportores se dispondrán en forma tal de no incidir directamente sobre los elementos hormigonados.

La reparación o reconstrucción de los hormigones en climas fríos que se deban demoler también cumplirán con lo indicado anteriormente.

Los elementos de transporte serán sometidos a una limpieza posteriormente al término de su empleo diario. Además, deberán protegerse del calor y de la lluvia en todas sus superficies expuestas.

2.4.6.18 Hormigonado en condiciones de alta evaporación de agua

Cuando la temperatura ambiente a la sombra sea igual o mayor a 30°C y/o existan condiciones de viento, baja humedad relativa, alta temperatura del hormigón o combinación de estos factores que aceleren la evaporación del agua a 1 kg/m², se deben seguir las recomendaciones de la norma NCh 170 y tomar las siguientes precauciones:

- Restringir las operaciones de hormigonado en aquellas horas donde las condiciones de temperatura, humedad relativa y viento sean las menos desfavorables.
- Controlar la temperatura de salida del hormigón, que deberá estar comprendida entre 10°C a 16°C para este tipo de obra.
- La temperatura de colocación no deberá sobrepasar los 30°C.
- El hormigón y los equipos de transporte deberán protegerse de la exposición directa al sol.
- El curado deberá aplicarse inmediatamente y en forma continua por un periodo equivalente al proceso del hormigonado aumentado en un 50%.
- La terminación del hormigón en las superficies expuestas se deberá hacer en el menor tiempo posible, en la cual no se aceptará la adición de agua o mezcla fina de terminación.

2.4.6.19 Curado del hormigón

Al término de la colocación de los hormigones deberá preverse un tratamiento de curado, destinado a mantener su humedad interna en el nivel mayor posible para permitir la adecuada hidratación del cemento.

Para el curado del hormigón, además de la aplicación de agua, podrán usarse membranas de curado, entre las que se incluyen aquellas formadas por una lámina de materiales tales como polietileno, papel impermeable, arpillera, entre otros; y las producidas por la aplicación de compuestos de curado líquido sobre la superficie del hormigón.

Las membranas de curado deberán cumplir con las siguientes normas: ASTM C 171 para membranas formadas por láminas de material de hoja y ASTM C 309 para membranas formadas por compuestos líquidos. Todo producto que sea utilizado como membrana de curado será certificado y por un proveedor competente, a plena satisfacción de la ITO.

En caso de utilizar agua para realizar el curado, esta no deberá ser contaminante ni agresiva para el hormigón. Sus condiciones serán las mismas especificadas para el agua de amasado. Los materiales absorbentes podrán estar constituidos por aserrín, papel grueso, sacos de arpillera, entre otros.

El curado húmedo mantendrá constantemente húmedas las superficies libres del hormigón, ya sea mediante agua apozada, riego continuo, neblina o materiales absorbentes saturados en forma permanente. Se cuidará igualmente de mantener húmedos los moldajes, mientras éstos permanezcan en sitio.

No podrán utilizarse compuestos de curado en las superficies que constituyan juntas de construcción, o que vayan a ser recubiertas con estucos, pinturas o materiales de recubrimiento o de terminación que requieran adherencia al hormigón.

Se retirarán en su totalidad de las superficies que vayan a constituir juntas de construcción, antes de que éstas queden en contacto con el restante hormigón de la obra.

En caso de utilizarse láminas de polietileno o material similar, éstas serán colocadas tan pronto como sea posible después de la terminación de la superficie, tomando las precauciones del caso para no dañar la superficie del hormigón. Al polietileno se le dará los traslapes necesarios para impedir evaporación a través de ellos. Sobre esta lámina se colocará arena húmeda para impedir el calentamiento excesivo por la radiación solar, cuando corresponda.

Para cualquiera de los métodos antes descritos el plazo de curado mínimo será de 7 días o, si la temperatura media diaria es inferior a 15°C, hasta que el hormigón haya alcanzado una madurez mínima de 210°C x día, expresada ésta como producto del tiempo en días por la temperatura media diaria más 10°C.

Se permitirá discontinuar el curado cuando la resistencia real de hormigón sea al menos de un 70 % de la resistencia especificada. Para estimar la resistencia real se pueden utilizar métodos como madurez, probetas curadas en condiciones de obra, testigos u otros; y cuando la resistencia potencial del hormigón medida en probetas de laboratorio sea al menos de un 85 % de la resistencia especificada.

2.4.6.20 Juntas de construcción

La ubicación de las juntas de construcción corresponderá a las definidas en los planos del Proyecto. En caso de no existir esta definición, ellas se ubicarán de preferencia de acuerdo con las siguientes pautas, debiendo consultarse al calculista en caso de duda:

- En el tercio central de las vigas, cadenas y dinteles.
- En el tercio central de la longitud mayor de las losas y a una distancia no inferior a un metro de vigas, cadenas y dinteles en el sentido de la menor longitud.
- A una distancia mínima de 0,30 m del borde inferior de vigas, cadenas y dinteles en los pilares y muros de hormigón armado.

Toda junta de construcción será sometida a un tratamiento que permita eliminar la lechada que aflora normalmente en el proceso de compactación del hormigón. Para estos efectos se considerarán como juntas de construcción todas aquellas superficies en que el hormigón haya endurecido hasta un grado tal que no se rellene el hueco dejado al retirar el vibrador, incluyéndose, en consecuencia, aquellas producidas accidentalmente por detenciones durante el hormigonado (juntas "frías").

Para la ejecución del mencionado tratamiento se podrán utilizar los métodos que se citan a continuación:

Lavado del hormigón en estado fresco mediante agua y, si es posible, aire a presión:

- El lavado se aplicará cuando el hormigón haya adquirido una dureza tal que sea posible eliminar el mortero fino superficial en un espesor máximo de alrededor de 0,5 cm, o hasta dejar a la vista los granos de árido de tamaño aproximado a 5 mm.
- La oportunidad de aplicación del tratamiento se determinará experimentalmente en la obra, de acuerdo con las condiciones de temperatura ambiente, docilidad y dosificación del hormigón y la presión del agua de lavado.
- El proceso de lavado se continuará hasta que el agua escurra totalmente limpia.
- Se evitará la formación de pozas una vez terminado el lavado, para lo cual se procederá a un soplado, barrido o aspirado del agua acumulada.

Tratamiento mediante retardador superficial:

- La superficie del hormigón será humedecida con el retardador en forma pareja en toda su extensión, apenas terminado el proceso de colocación en obra.
- Una vez endurecido el hormigón, se eliminará con lavado de agua a presión el mortero superficial que no haya endurecido por efecto del retardador.
- Una vez terminado este lavado, se eliminará el agua apozada mediante un soplado, barrido o aspirado de la superficie.

2.4.6.21 Desmolde y descimbre

Para la ejecución del desmolde y descimbre de los elementos de hormigón se seguirán las pautas generales establecidas en el Artículo 15 de NCh 170. De acuerdo con dicha norma, los plazos mínimos empleados para este objeto serán los presentados en la siguiente tabla:

Tabla 3. Plazos mínimos de desmolde y descimbre

Tipos de elementos y moldajes	Plazos mínimos para desmolde y descimbre
	Temperatura media diaria $\geq 10^{\circ}\text{C}$
Paramentos verticales de columnas, muros y vigas largas	12 horas (ver nota 1)
Fondos de losas	4 días
Fondos de vigas y puntales de losas	10 días
Puntales de vigas	14 días

Nota1: las 12 horas corresponden a temperaturas ambientes mayores de 10 ° C (a efecto contabilizar las 12 horas no se deben incorporar los periodos con temperatura menor a 10 °C

Nota 2: Si la temperatura ambiente diaria es menor a 10 °C y no se han adoptado medidas especiales de protección, puede ser necesario incrementar los plazos indicados en esta tabla hasta que hormigón alcance la resistencia requerida.

Nota 3: al momento de retirar los moldajes y antes de proceder al reapuntalamiento, no deben existir sobrecargas de construcción en el elemento.

2.4.6.22 Reparación de hormigón ante defectos

Todos los defectos producidos durante la construcción serán sometidos a un procedimiento adecuado de reparación, tomando en consideración sus características de extensión, ubicación y naturaleza.

Entre estos defectos se incluirán los "nidos de piedras", las grietas y las zonas fracturadas o fuera de tolerancia dimensional; y cualquier otro que la ITO considere necesario de reparar.

Para la reparación de zonas fuera de tolerancia dimensional se efectuará previamente un control en terreno de las desviaciones existentes, utilizando para este objeto plomada y regla de tres metros de longitud. Si las desviaciones exceden de las tolerancias establecidas en el Proyecto, la eventual corrección de estos defectos será sometida a la consideración del Calculista.

- Reparación de elementos estructurales

En los elementos estructurales el procedimiento de reparación sólo podrá ser establecido por el Calculista, previa comprobación de los daños o defectos, por lo que no deberán cubrirse o estucarse dichas zonas.

En todo caso, este procedimiento considerará las condiciones mínimas de ejecución que se establecen en los párrafos que siguen.

- Reparación mediante reemplazo con hormigón

Para la reparación de zonas de la obra que correspondan a volúmenes de hormigón deficiente de dimensiones iguales o superiores a 20 x 20 x 10 cm se utilizará la técnica de reemplazo de hormigón, de acuerdo con el siguiente procedimiento general:

- Se retirará todo el hormigón afectado cuidando de dar una forma geométrica regular al hueco así formado, y dejando descubiertas en todo su perímetro las armaduras existentes en el sitio.
- Las zonas que quedarán en contacto con el hormigón de reposición se limpiarán y saturarán con agua.
- En elementos de importancia estructural, se utilizará un puente de adherencia epóxico en dichas zonas de contacto.

En este caso se suprimirá la saturación previa a la colocación del hormigón de reparación.

- El hormigón de reparación tendrá las siguientes características generales:
- Tamaño máximo: igual o inferior a 1/5 del espesor de la zona a reparar.
- Resistencia: igual a la del elemento en reparación.

- Docilidad: asentamiento de cono de 6 ± 2 cm.
- La colocación se efectuará en capas de pequeño espesor, en lo posible no superiores a 10 cm, compactándolas con un vibrador de inmersión equipado con botella de diámetro máximo de 20 mm.
- o Reparación mediante reemplazo con mortero

Si la zona afectada es superficial, de dimensiones inferiores a 20 x 20 cm y espesor máximo de 10 cm, la reparación se efectuará utilizando la técnica de reposición mediante mortero siguiendo los mismos procedimientos generales descritos en el punto anterior, pero efectuando la colocación en forma de estuco en capas sucesivas de espesor no superior a 2 cm y compactando cada una de ellas mediante presión de la herramienta de alisado.

- o Reparación de huecos profundos

La reparación de zonas afectadas que correspondan a huecos profundos de sección transversal máxima de 5 x 5 cm, en los que su profundidad sea por lo menos cinco veces su menor dimensión se efectuará utilizando mortero de consistencia seca, de acuerdo con el procedimiento general descrito en el párrafo anterior.

El mortero empleado para este objeto tendrá las siguientes características:

- Proporción cemento/arena: 1/3 en volumen.
- Docilidad: de tierra húmeda (asentamiento de cono nulo).

La colocación se efectuará en pequeñas capas de espesor no superior a 2 cm, procediendo a compactar cada una de ellas mediante taconeo enérgico con un elemento troncocónico de madera.

Como alternativa del procedimiento indicado, el mortero podrá reemplazarse por un relleno mediante mortero epóxico de las siguientes características generales:

- Proporción de resina: la estrictamente necesaria para rellenar los huecos de la arena.
- Docilidad: plástica.
- Reparación de grietas

La reparación de grietas y fisuras se efectuará por inyección de resina epóxica según indicación del calculista, de acuerdo a siguiente procedimiento general:

- La grieta se sellará superficialmente dejando tubos de diámetro comprendido entre 5 y 10 mm embebidos en el material de sello, conectados con la grieta a distancias no superiores a 30 cm entre sí.
- A continuación, se procederá a efectuar una limpieza mediante aire utilizando para este objeto los tubos antes indicados.
- Una vez terminada la limpieza se procederá a rellenar la grieta calafateando el material de inyección a través de los mismos tubos, avanzando en forma sistemática

y ordenada de abajo hacia arriba, procediendo a inyectar cada tubo a medida que el material de inyección aflore por él.

- Se preferirá el empleo de resinas de baja viscosidad para asegurar su penetración aplicando presiones moderadas.

2.4.6.23 Acabado de fundaciones en patio

Las terminaciones que deberán darse a las superficies del hormigón serán las siguientes:

Para fondos, radieres, caras en contacto con agua de los muros losas, caras exteriores o interiores visibles de muros y losas. El tipo de terminación será definido de acuerdo con los planos del proyecto y las tolerancias determinadas para cada elemento, limitando las irregularidades progresivas y bruscas que se presenten en las superficies.

Las caras superiores de hormigón del macizo en las fundaciones deberán tener una pendiente suficiente para que no se acumule agua.

Las aristas visibles de los elementos prefabricados y fundaciones de hormigón deberán contemplar chaflanes de 2,0 x 2,0 cm.

2.4.7 Inspección Técnica

2.4.7.1 General

La Inspección Técnica controlará todas aquellas etapas de la ejecución de las obras que estime necesarias, que hayan sido especificadas en los documentos del proyecto y particularmente en estas especificaciones. El contratista deberá proporcionar todas las informaciones y facilidades necesarias para su ejecución sin que ello implique modificaciones de costo y plazo de las obras. Todos los ensayos y pruebas de materiales y hormigones a que se refieren estas especificaciones serán efectuados por laboratorios especializados aprobados por la Inspección Técnica. El costo de todos los ensayos y pruebas serán de cargo del contratista.

2.4.7.2 Reportabilidad

El contratista deberá entregar a la ITO informes de avance del proyecto, incluyendo certificado y procedimientos de las labores realizadas como se describe a continuación, salvo indicación contraria presentada en la base de la licitación del proyecto.

- Informe de ejecución de actividad o procedimiento: Previo al desarrollo de cualquier actividad, el contratista deberá presentar a la ITO la descripción del procedimiento, maquinaria, materiales, plan de seguridad para ser aprobado antes de la ejecución de las actividades.
- Informe Semanal: informe que entrega el contratista con una planificación que indique las actividades a desarrollar en los próximos siete (7) Días y el control de los siete (7) Días pasados, con sus respectivos avances acumulados.
- Informe Mensual: Documento que deberá preparar y entregar a la ITO, junto con el respectivo Estado de Pago, que contendrá un detalle pormenorizado de la ejecución y calidad de las Obras (incluyendo los certificados de calidad de las materias primas y ensayos de control de calidad realizados) realizadas durante el Mes anterior.

2.4.7.3 Control del cemento

Para el cemento importado, un laboratorio autorizado deberá controlar en obra mediante ensayos periódicos a solicitud de la Inspección Técnica, la calidad del cemento almacenado, el que deberá ser rechazado en caso de no cumplir con las propiedades mecánicas, físicas o químicas correspondientes.

Como control normal de calidad de estos cementos se harán ensayos de tiempo de fraguado y de resistencia a los 3 y 7 días. El cemento rechazado deberá ser retirado de la obra en un plazo máximo de 7 días.

2.4.7.4 Control de los áridos

La Inspección Técnica deberá aprobar las fuentes de abastecimiento de áridos, así como cualquier cambio de procedencia de éstos que pudiera ocurrir. Se hará un control completo de las características de los áridos cada 500 m³ de hormigón colocado en obra, o cada vez que cambie la fuente de aprovisionamiento de áridos. Este control incluirá como mínimo: granulometría, peso específico, contenido de materia orgánica, contenido de partículas de tamaño inferior a 0,08 mm y contenido de sales solubles. Además, se deberá efectuar, a lo menos diariamente, un control de humedad de la arena, así como al inicio de cada faena de fabricación de hormigón, de manera que se puedan hacer los ajustes correspondientes a los contenidos de humedad.

Las arenas que no cumplan con los requisitos indicados en esta especificación sólo podrán ser usadas previo estudio y prueba de sus características por un laboratorio autorizado y su aceptación por parte de la Inspección Técnica. El agregado grueso deberá ser material limpio, libre de sustancias extrañas y/o en descomposición y estar libre de sustancias que reaccionan perjudicialmente con los álcalis de cemento.

Se debe mantener un control estricto de los agregados que se utilicen en la confección de hormigones durante todo el desarrollo de la obra, que asegure la confección de hormigones homogéneos y permita introducir correcciones en las dosificaciones en caso de detectarse variaciones en los agregados.

El muestreo y control de los agregados deberá ser ejecutado por un laboratorio autorizado. Será obligatorio efectuar un análisis para verificar que el contenido de sales solubles en los áridos no exceda los límites establecidos. Si hubiere presencia de sales en los agregados, se proveerá de un sistema de lavado aprobado por la Inspección Técnica.

Las muestras de áridos serán tomadas directamente de los acopios ubicados en la planta para fabricación del hormigón.

2.4.7.5 Control de resistencia del hormigón

Para cada tipo de hormigón que se utilice en la obra se deberán tomar como mínimo las siguientes muestras para control de la resistencia especificada en el proyecto (la condición que se cumpla primero):

- 1 muestra por cada día de hormigonado
- 1 muestra por cada 100 m³ de hormigón elaborado
- 1 muestra por cada 350 m² de superficie de losa o muros

La frecuencia de muestras antes señalada es un mínimo, pudiendo la Inspección Técnica solicitar extracción de muestras adicionales en aquellas partes de la obra que considere a su juicio necesario. En este caso fijará las pautas aplicables a ellas.

Cada muestra estará constituida por un mínimo de 6 cilindros de 15 cm por 30 cm de los cuales dos serán ensayados a los 7 días, dos a los 28 días y otros dos para comprobación de la resistencia de diseño en caso de no alcanzar el 100% de f_c de diseño a los 28 días.

En caso de rechazo del hormigón la Inspección Técnica podrá detener la ejecución de la parte de obra afectada por la baja resistencia, pudiendo exigir un refuerzo de ella o decidir incluso su demolición y reposición. Serán de cargo y costo del contratista todos los gastos que se deriven de investigaciones, esfuerzos, reparaciones, demolición y reposición de partes afectadas por baja resistencia.

2.4.7.6 Control del hormigón fresco

La Inspección Técnica controlará periódicamente las características del hormigón colocado en obra. Estos controles incluirán como mínimo:

- Medición del asentamiento de cono

Se deberá controlar la docilidad del hormigón como mínimo cada 4 horas o cada 30 m³ de hormigón colocado (lo que sea más frecuente) en cada faena de hormigonado. Si el asentamiento de cono excede en más de 5 centímetros del previsto en la dosificación que se esté utilizando, éste no podrá ser utilizado en obra. En caso de que el asentamiento de cono exceda en más de dos centímetros (pero no más de 5 cm) al previsto, en tres medidas sucesivas, la Inspección Técnica podrá rechazar el hormigón proporcionado por la planta.

- Determinación de la razón agua/cemento

Si la razón agua/cemento excede en más de 0,05 a la teórica del hormigón, el contratista deberá aumentar la dosis de cemento en la proporción necesaria para restablecer la razón agua/cemento teórico, la que en ningún caso deberá sobrepasar la razón agua/cemento máximo establecida para las distintas calidades de hormigón. Adicionalmente la Inspección Técnica podrá solicitar al contratista cuando lo estime necesario controlar el porcentaje efectivo de aire incorporado.

2.4.7.7 Acero de refuerzo

El muestreo y control se hará de acuerdo con la norma NCh 204. En caso de aceros de origen nacional se procederá a verificar el tipo de acero mediante control de la marca de fábrica estampada en éste. A requerimiento de la Inspección Técnica, el contratista deberá proporcionar los certificados de control de calidad de fábrica correspondiente a la partida o lote de acero bajo control que indiquen que éste cumple con los requerimientos anteriores.

Sin perjuicio de lo anterior, cuando la Inspección Técnica lo estime oportuno, podrá exigir, igual que para el acero importado, el muestreo y certificación del acero de origen nacional, por un laboratorio autorizado.

2.4.7.8 Pernos de anclaje y piezas especiales

Los pernos de anclaje y las piezas especiales tales como barras de fundación y otras, deberán cumplir con las tolerancias indicadas en los planos de proyecto y/o las establecidas en estas especificaciones.

Para fijar los pernos de anclaje y piezas especiales durante la colocación y fraguado del hormigón, el contratista podrá usar plantillas o gálipos, u otro sistema de fijación. En todo caso, éste deberá ser independiente de las armaduras y asegurar el cumplimiento de las tolerancias, lo que será de exclusiva responsabilidad del contratista.

2.4.8 Rellenos

Los rellenos a ejecutar en las fundaciones de estructuras deberán efectuarse conforme a lo que se señala en los planos del contrato, en estas especificaciones y en lo estipulado en el estudio de mecánica de suelos.

2.4.8.1 Materiales para el relleno

Los materiales que se utilicen para la ejecución de los rellenos deberán obtenerse cuando sea posible de las mismas excavaciones salvo indicación contraria indicada en el estudio de mecánica de suelos, y en su defecto, deberán provenir de un yacimiento aceptado por el Inspector Jefe. En caso de usar materiales provenientes de la misma excavación que se abra para alojar la fundación, deberá cuidarse al momento de excavar de separar los suelos que se consideren aptos para rellenos de aquellos inadecuados o difíciles de compactar.

Se considerarán aptos los suelos que sean exentos de materia orgánica, se puedan incluir en una de las 3 categorías que se indican a continuación y que tengan las condiciones de humedad adecuadas para su compactación. Los materiales y colocación relleno estructural deberán cumplir con las recomendaciones indicadas en informe mecánica de suelos del proyecto.

Para los efectos de los rellenos, los materiales se dividirán en tres categorías:

- Gravas: suelos que presentan un contenido de grava igual o superior al 50 % y un porcentaje de fino inferior al 10%. A estos materiales deberá limitársele su tamaño máximo a 6".
- Arenas: suelos que presentan un contenido de grava menor del 50% y un porcentaje de fino inferior al 10 %. A estos materiales deberán limitársele su tamaño máximo a 2".
- Finos: suelos que presentan un contenido de fino igual o superior al 10 %. A estos materiales deberá limitárseles su tamaño máximo a 2".

2.4.8.2 Ejecución de rellenos

Los materiales para los rellenos no podrán colocarse y compactarse antes de que el hormigón alcance un 70 % de su resistencia especificada. La colocación de los materiales deberá hacerse cuidadosamente de manera de no dañar los hormigones o elementos metálicos de las fundaciones metálicas.

Los moldajes, puntales y sostenimientos usados en el vaciado del hormigón deberán extraerse antes de la ejecución de los rellenos. Los materiales que se usen para los rellenos que se efectúen con suelos que tengan un porcentaje de fino superior al 5%, deberán compactarse con una humedad que esté comprendida entre la óptima menos 3% y la óptima más 3%, definiendo la humedad óptima como aquella con la que se alcanza la máxima densidad en los ensayos definido por la norma NCh 1534/1. Of 79. Los materiales que tengan un porcentaje de fino inferior al 5% podrán compactarse con cualquier humedad.

Los materiales para los rellenos que se efectúen con gravas se colocarán en capas horizontales terminadas de 20 cm, los que se efectúen con arena se dispondrán en capas horizontales terminadas de 15 cm de espesor y los que se realicen con finos se colocarán en capas horizontales terminadas de 10 cm de espesor. La compactación de estas capas se conseguirá mediante un mínimo de tres pasadas de una placa vibratoria o de un compactador de impacto, que tengan un peso estático igual o mayor a los 70 kgf y que sean accionadas por un motor de una potencia igual o superior a los 4 HP. El uso de otros equipos de compactación quedará condicionado a la aceptación del Inspector Jefe, el que podrá exigir cambios en el espesor de capas y en el número de pasadas.

En el caso de usar pisonos manuales el material a compactar no podrá tener piedras mayores de 2", el espesor de la capa no deberá superar los 10 cm y el número de pasadas no podrá ser inferior a 5.

Los pisonos manuales deberán pesar al menos 10 kgf y su superficie de impacto no deberá superar los 100 cm². Procediendo en la forma antes señalada, se considera que pueden obtenerse grados de compactación iguales o superiores al 95% del Proctor Standard o densidades relativas iguales o superiores al 70%. Si el control de compactación indicase que estos grados de compactación no se están alcanzando, el Inspector Jefe podrá ordenar que se aumente el número de pasadas y/o que se reduzca el espesor de capa a fin de conseguir los niveles de compactación antes señalados.

Los rellenos se llevarán parejos en todos los costados de la fundación y en el caso de fundación constituida por enrejado metálico, se llevará 20 cm más alto en el interior que en el exterior de éste.

2.4.8.3 Control de rellenos

Para controlar la calidad de los rellenos que se realicen, el Inspector Jefe podrá solicitar a al contratista, cuando lo estime conveniente, la determinación de: densidad en sitio siguiendo el procedimiento fijado por la norma NCh 1516, la densidad máxima según la NCh 1726, la humedad natural y la humedad óptima siguiendo el procedimiento que establece la norma NCh 1515, y las densidades máximas y mínimas del material conforme a la norma NCh 1726.

El contratista podrá proponer al Inspector Jefe el uso de otros métodos de control, quien los aceptará si a su juicio fuesen adecuados. Todos los ensayos que se efectúen para estos controles deberán ser ejecutados por un laboratorio o por personal especializado que seleccione el contratista y lo acepte el Inspector Jefe.

2.4.8.4 Trabajos adicionales

En algunas estructuras será necesario realizar algunas modificaciones al proyecto para adaptarlas a las condiciones locales del terreno de fundación. La necesidad de realizar estas modificaciones, como la aceptación del tipo de modificaciones que se adopten, dependerá exclusivamente del Inspector Jefe.

El contratista deberá proyectar y realizar dichas modificaciones a satisfacción del Inspector Jefe. Las excavaciones, hormigones, acero y rellenos adicionales que deban realizarse o colocarse con respecto al que se contemple en el diseño de las fundaciones que se modifica no serán considerados como trabajo adicional.

2.4.8.5 Control

El contratista deberá llevar un plano detallado o confeccionar una lista que indique para cada fundación que se realice, al menos los siguientes datos:

- Tipos de suelos encontrados al realizar las excavaciones
- Tipo de fundación empleada
- Cota del nivel estático de la napa de agua (si existe)
- Fecha de ejecución de la fundación

El contratista deberá entregar al Inspector Jefe copias de esta información en forma periódica o cuando éste lo solicite, por lo que deberá mantenerla siempre al día.

2.5 CANALETAS PARA TENDIDO DE CABLES ELÉCTRICOS

2.5.1 Generalidades

El contratista construirá todas las canaletas y escotillas necesarias para el tendido de los cables que forman parte de los circuitos eléctricos del Proyecto según lo indicado en los planos de diseño. Suministrará e instalará todos los ductos para canalizaciones eléctricas.

La ejecución de los trabajos deberá cumplir con las estipulaciones contenidas en estas especificaciones técnicas.

2.5.2 Ductos de PVC y canalizaciones subterráneas

Salvo indicación expresa en los planos, las canalizaciones subterráneas serán realizadas mediante tubería plástica rígida en PVC Schedule 40, para uso eléctrico (color naranja).

Se evitará dejar partes bajas en la canalización donde se pueda almacenar agua. La pendiente se dejará hacia las cámaras o canaletas. Después de su instalación, los ductos se dejarán con sus extremos accesibles taponeados hasta el momento de iniciar el tendido de cables en el tramo correspondiente.

Para este tipo de canalización, los ductos serán separados mediante espaciadores plásticos. Todas las terminaciones de los ductos en cámaras serán con terminales para cámara.

Los cruces de camino se ejecutarán con bancos de ductos reforzados. Para su instalación se procederá al armado del canastillo, con la instalación de los ductos dentro del canastillo, separados entre sí a lo menos en dos (2) diámetros del ducto de mayor sección, para que luego se proceda a rellenar con hormigón G30 en forma tal que el recubrimiento sea por lo menos de 10 cm sobre los ductos. Sobre este recubrimiento se colocará un mortero de color rojo.

Cuando el hormigón de protección haya fraguado se procederá a rellenar la zanja con el mismo material de las excavaciones, con una compactación cuya densidad no sea inferior al noventa y cinco por ciento (95%) del material en sitio y cuidando de no dañar los ductos ni su protección de hormigón, diez (10) cm sobre el mortero se deberá colocar una tela plástica de color rojo, con la leyenda "Peligro Cables de Alta Tensión", a lo largo y ancho de la zanja.

2.5.3 Conduit flexible

Los conduit flexibles serán usados sólo en las llegadas a cajas de conexiones cuando no sea posible canalizar con conduit rígido, y/o cuando se indique en los planos.

La unión entre conduit flexible y conduit rígido deberá efectuarse con conectores apropiados. El conduit flexible deberá tener protección de PVC gris.

2.6 MALLA A TIERRA

2.6.1 Generalidades

El contratista deberá desarrollar la construcción y montaje de la malla de tierra la que debe efectuarse de acuerdo con el proyecto de ingeniería desarrollado y planos correspondientes.

Las principales actividades que se deberán desarrollar en la construcción y montaje de la malla de tierra son las siguientes:

- Suministro de todos los materiales.
- Transporte de los materiales a la obra.
- Almacenaje de los materiales en lugares adecuados.
- Ejecución de la excavación en los patios.
- Tendido de los conductores de la malla.
- Armado del retículo de la malla de puesta a tierra.
- Conexión de la malla de puesta a tierra mediante uniones de termofusión a todo equipo eléctrico y estructura metálica.
- Relleno y compactación de las zanjas.
- Aplicación de la capa de grava.
- Medición de la resistencia de puesta a tierra de la malla construida.
- Mediciones de las tensiones de paso y contacto de la malla desconectada.
- Informe final con los valores medidos en terreno de la resistencia de puesta a tierra y de las condiciones de seguridad.

2.6.2 Construcción de la zanja

El trazado de la ampliación de la malla de puesta a tierra se obtendrá de los planos finales del proyecto, aprobados para construcción.

En terreno se demarcará el trazado de la malla de puesta a tierra, previo a la excavación y se someterá a conocimiento de la ITO para su aprobación.

En la construcción de la zanja se deberán tener presentes las siguientes restricciones:

- El trazado de las zanjas será lo más rectilíneo posible, siguiendo con fidelidad lo indicado en el diseño y no deberá interferir con otras instalaciones.
- En general no se aceptará el uso de aditivos químicos en la construcción de la malla de puesta a tierra. Asimismo, no será aceptable alterar las condiciones del terreno con el propósito de disminuir el valor de la resistencia de puesta a tierra. Sólo en

casos especiales y con aprobación expresa de la ITO y el Proyectista se aceptará el uso de aditivos químicos.

- El valor medido de la resistencia de la malla a tierra deberá ser menor o igual al valor de diseño, si no es así se deberán realizar los estudios adicionales y las ampliaciones necesarias, para disminuir la resistencia de la malla a un valor menor o igual al de la resistencia de la malla diseñada.
- Lo anterior también aplica si el valor medido de la resistencia de la ampliación de la malla existente, cuando corresponda, resulte mayor que el conjunto de mallas existentes. Si sucede esto se deberán tomar las medidas que resulten necesarias para disminuir el valor de resistencia de la malla nueva o alternativamente realizar la totalidad de los estudios y ampliaciones que refuercen las mallas existentes para dejarlas en una condición segura para las personas y las instalaciones.
- La profundidad a la que es necesario tender los conductores será obtenida del diseño de la malla de puesta a tierra. La excavación será hecha hasta una profundidad suficiente para asegurar que se cumpla lo estipulado en el diseño.
- El ancho de las excavaciones será el mínimo posible, compatible con la modalidad de trabajo empleada y aceptada por el ITO.

2.6.3 Tendido del conductor

El conductor será tendido en las zanjas dejándolo caer por su propio peso, cuidando que la curvatura sea la aceptada por el fabricante. Además, deberá quedar con holgura suficiente para resistir las tensiones mecánicas propias de la instalación.

Se observará que, al instalar el conductor, éste se encuentre limpio y sin salpicaduras de cemento o pintura. Se deberá verificar que el conductor no quede instalado con roturas o daños que disminuyan la vida útil de la malla de puesta a tierra.

En el tendido del conductor se deberá tener presente las siguientes condiciones:

- El conductor de la malla de puesta a tierra no debe quedar embebido directamente en el hormigón y/o en contacto con enfierradura de las fundaciones u otras obras civiles, tales como casetas o canaletas.
- No se debe modificar el trazado de la malla de puesta a tierra, bajo ninguna condición, en particular para rodear fundaciones de edificaciones o equipos.
- Los cables de puesta a tierra no deben atravesar a través de las paredes o bases de las piletas recolectoras de aceite de autotransformadores y reactores, ni serán tendidos en su interior.

2.6.4 Llenado de la zanja

El material utilizado para el relleno de las zanjas deberá ser uniforme y libre de piedras u otros elementos que puedan dañar el conductor. Cuando sea posible, el material de relleno será obtenido de la misma excavación y se colocará en estratos para compactación no superior a los 15 cm.

El relleno será compactado hasta alcanzar una densidad mínima equivalente al 95% de la densidad seca máxima obtenida con el ensayo Proctor Modificado o del 80% de la Densidad Relativa. Previo a su compactación las partículas mayores que 2" deberán ser retiradas manualmente, asimismo cualquier tipo de escombros que se detecte y materia orgánica que pudiera encontrarse.

2.6.5 Aplicación de grava superficial

La grava que se utilice en los patios de alta tensión debe cumplir con las siguientes características:

- Espesor de la capa de grava de 15 cm.
- La resistividad debe ser mayor que 3.000 Ohm por metro.
- La granulometría debe ser de $\frac{3}{4}$ a 1 $\frac{1}{2}$ pulgadas.
- La grava debe ser de piedras redondeadas sin cantos.
- La grava debe estar libre de contaminantes como tierra vegetal, malezas u otros que impidan la natural separación entre las piedras producto de su forma.

La cubierta de grava se aplicará una vez terminada las faenas de llenado y compactado de las zanjas. La grava deberá estar limpia y libre de depósitos de material extraño, tales como tierra vegetal o vegetación.

2.6.6 Conexiones y pruebas finales

Todas las conexiones, características de uniones y otros requisitos requeridos para la correcta ejecución de los trabajos quedarán referidas en las especificaciones técnicas y en los planos de malla a tierra del proyecto.

2.7 ASEO FINAL Y RETIRO DE ESCOMBROS

La obra será recibida habiéndose retirado todo despunte, saldo de materiales y escombros. El procedimiento podrá ser estipulado por retiros semanales u otro sistema. El encargado de obra destinará un sitio especialmente habilitado para el acopio de escombros y desechos.

Los recintos serán aseados y entregados para ser cerrados hasta su definitiva habilitación y funcionamiento. Se deberá dejar constancia en libro de obra de este protocolo, a entera satisfacción de la ITO.

3. PERNOS DE FIJACIÓN DE EQUIPOS A ESTRUCTURAS

3.1 FABRICACIÓN

3.1.1 Generalidades

La fabricación de la pernería sólo podrá comenzar una vez el contratista lo autorice mediante comunicación escrita, una vez se verifique que todas las modificaciones solicitadas han sido incorporadas en los listados de pernería.

El contratista debe entregar productos de alta calidad, conforme los requerimientos del Proyecto y las condiciones ambientales de montaje y operación que tendrán durante la vida útil, teniendo

en cuenta los criterios de mejora continua de procesos, trazabilidad de documentos y productos, así como buenas prácticas de manufactura, un sistema de calidad y auto-control propios cumpliendo con el conjunto de normas de la calidad y la gestión ISO 9001, disponer de mano de obra altamente calificada, equipos en óptimas condiciones y materiales certificados de acuerdo a las normativas internacionales descritas, proporcionando al contratista cualquier documento que éste considere conveniente.

3.1.2 Materiales

Todos los materiales empleados para la fabricación deben ser nuevos y de primera calidad, libres de defectos e imperfecciones y cumplir con la clasificación, grado y resistencia indicados en las normas descritas en este documento.

- Los pernos completamente roscados (FT por sus iniciales en inglés) serán de cabeza hexagonal DIN 933 en lo que se refiere a sus dimensiones.
- Los pernos parcialmente roscados (PT por sus iniciales en inglés) serán de cabeza hexagonal DIN 931 en lo que se refiere a sus dimensiones.
- Todas las tuercas serán DIN 934.
- Las golillas planas serán DIN 126 y las golillas de presión serán DIN 127.
- Los pernos tipo FT-1 se instalarán con una golilla de presión, dos golillas planas y una tuerca, los FT-2 deben instalarse con una golilla plana y una depresión, los pernos tipo PT se instalarán con mínimo dos golillas planas, una golilla de presión y una tuerca. Se podrán emplear golillas planas adicionales para garantizar el apriete según el espesor final del equipo.
- Las propiedades mecánicas de los pernos serán bajo norma ISO 898-1, clase 8.8 y las tuercas bajo la norma ISO 898-2 clase 8.
- Las propiedades mecánicas de las golillas serán bajo norma ASTM F436.

3.1.3 Galvanizado

El contratista debe ajustar sus procesos de galvanizado para cumplir a cabalidad con estas disposiciones, previo al inicio de la fabricación, con el fin de evitar atrasos a los cronogramas acordados durante la contratación.

- Todos los pernos, tuercas, golillas planas y de presión serán galvanizadas por inmersión en caliente de acuerdo con ISO 10684.
- Las roscas de las tuercas deben repasarse después de la galvanización y posteriormente deben lubricarse. La tuerca debe girar fácilmente, sin flojedad excesiva, a todo lo largo de la rosca del perno, permitiendo su atornillado a mano.
- Los trabajos de preparación del galvanizado y el proceso de galvanización en sí, no deben afectar en forma adversa las propiedades mecánicas del acero.

- Evitar pérdidas en la ductilidad y en la resistencia del acero que puedan producirse a causa del proceso de galvanización; deben seguirse las recomendaciones consignadas de acuerdo con ISO 10684.
- El galvanizado debe quedar liso, limpio, uniforme, continuo y libre de defectos. El exceso de zinc en pernos, tuercas y golillas debe ser removido por centrifugado.
- Todo material que llegue al sitio de almacenamiento designado por el contratista deberá estar libre de corrosión blanca. No se permitirá el suministro de ningún elemento con este defecto. El suministrador es responsable de retirar, reponer o reparar cualquier material que presente corrosión blanca, sin que esto genere costos adicionales para el contratista.

El contratista se reserva el derecho de rechazar sin costo alguno, cualquier elemento (pernos de fijación equipo-estructura) que no cumpla con los requisitos de galvanización estipulados en estas especificaciones.

4. EXCAVACIÓN PARA DRENAJES

Las áreas donde se realizarán las excavaciones deben limpiarse de toda vegetación. Además, toda la capa superior del suelo se eliminará, a menos que se especifique lo contrario en el Proyecto. Las excavaciones para la colocación de cajones de concreto u otros trabajos especificados se llevarán a cabo después de la construcción de un relleno artificial.

Las excavaciones se ejecutarán de acuerdo con las líneas centrales, elevaciones y pendientes especificadas para el Proyecto u otras secciones de estas especificaciones, y el Contratista mantendrá todas las precauciones para minimizar la alteración del suelo adyacente a la excavación.

La profundidad de excavación para la construcción de las obras deberá contener un lecho de material granular o de hormigón según corresponda. La compactación del sello de las excavaciones debe alcanzar al menos el 90% de la densidad máxima compactada en seco (D.M.C.S) o el 80% de la Densidad Relativa, determinada según el Método LNV 95 o LNV 96, respectivamente. Cuando el fondo de dichas excavaciones esté compuesto por suelos orgánicos, inestables o que no puedan compactarse por su contenido de humedad natural, la Inspección Técnica de Obras (ITO) podrá autorizar su remoción hasta que se alcance una profundidad adecuada para que los suelos de reemplazo logren, en los 0,20 m superiores, la densidad mínima estipulada anteriormente.

Las excavaciones deben mantenerse libres de agua mientras se realizan, y especialmente durante la preparación del sello, la colocación del hormigón y el tiempo necesario para que no se lave. Para ello se deberán construir acequias, canales, desagües, sub-desagües y cualquier otra obra temporal que permita conducir o desviar el agua del área de las obras. Será responsabilidad del Contratista mantener los caudales de riego sin cortar mientras se ejecutan las obras definidas contempladas en el Proyecto.

Los elementos para la construcción de los drenajes en el área de ampliación de la subestación deben ajustarse con lo indicado en los planos de detalle del proyecto, para los casos en los cuales se especifiquen hormigones, el manejo de este deberá ajustarse a las recomendaciones estipuladas en este documento.

El proyecto de drenaje de agua lluvia deberá ser coordinado con la ubicación de los restantes elementos a nivel y bajo suelo que componen la subestación, como canalizaciones eléctricas, caminos, fundaciones, etc. Esto, para asegurar que la construcción de este no afecte las demás obras.

5. CIERROS

5.1 CERCO INTERIOR

Todos los patios de maniobras deben ser cercados mediante una malla alta tipo Acmafor3D y mantenerse cerrados por razones de seguridad.

En general, el cerco estará constituido por mallas galvanizadas en módulos de 2,4 m de alto por 2,5 m de ancho, con fijación galvanizada para perno coche. Los postes serán de perfil cuadrado 75x75x2 mm galvanizados de 3,1 m de alto, e incluirán brazos en ángulo de 75x75x2 mm para hiladas triples de alambres de púas de acero inoxidable o galvanizado. Cada módulo del cerco debe quedar conectado a la malla de puesta a tierra base a través de un conductor de cobre desnudo de una sección mínima de 2/0 AWG, salvo indicación contraria en los planos del proyecto.

Se dispondrán portones para acceso vehicular y puertas para acceso peatonal donde sea requerido. Dichos accesos tendrán la misma materialidad que el cerco metálico y deberán ser diseñados tal que no faciliten el trepado para el ingreso a la subestación.

Se deberá considerar una distancia máxima de 15 cm entre el nivel de piso terminado del patio (gravilla) y el tope inferior de las mallas del cerco.

5.2 CERCO EXTERIOR

Este cerco tiene por objeto impedir el acceso y la visibilidad de las instalaciones que se encuentran en la subestación.

En general, el cerco será del tipo Bulldog de 2,5 m de alto, donde cada tramo se compone de 5 placas de 2,0x0,5 m instaladas entre postes. Los postes tendrán extensión en 45° para la instalación de hebras de alambre de púas y eventualmente concertina del mismo material sobre la barda de la pandereta.

Se permitirá el uso de cercos de mayor altura de acuerdo a los estándares de seguridad del proyecto en particular. Por tanto, el cerco se ajustará de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto.

El acceso de la subestación debe permitir el ingreso de un camión de carga pesada y giro amplio. Se aceptará que el portón de acceso principal posea una hoja fija desmontable en caso de ser necesario, de tal forma que sea posible habilitar el acceso indicado al momento de requerirse. El portón de acceso deberá ser protegido contra la corrosión y pintada con esmalte. El diseño de los accesos y el cerco en general, debe ser tal que no facilite el trepado para el ingreso a la subestación.

*** FIN DEL DOCUMENTO ***