

**ESPECIFICACIÓN TÉCNICA PARA**

**OBRAS CIVILES GENERALES**

**COCHABAMBA - BOLIVIA**

**INDICE**

[1. INTRODUCCIÓN 4](#_Toc530070480)

[2. GENERALIDADES 5](#_Toc530070481)

[2.1. PERSONAL CLAVE EN OBRA 5](#_Toc530070482)

[2.2. INFORMES DE AVANCE 5](#_Toc530070483)

[2.3. PERSONAL DE DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN 5](#_Toc530070484)

[2.4. APLICACIÓN Y CONTROL DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 6](#_Toc530070485)

[2.5. PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN 7](#_Toc530070486)

[2.6. MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 8](#_Toc530070487)

[2.7. GARANTíAS 9](#_Toc530070488)

[2.8. MATERIALES 9](#_Toc530070489)

[2.9. PRECAUCIONES, PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD 9](#_Toc530070490)

[2.10. DESVIACIONES DE LAS ESPECIFICACIONES 10](#_Toc530070491)

[2.11. DEFINICIONES TÉCNICAS 11](#_Toc530070492)

[3. MOVILIZACIÓN E INSTALACIONES 13](#_Toc530070493)

[3.1. DESCRIPCIÓN 13](#_Toc530070494)

[3.2. OFICINAS, TALLERES Y OTRAS INSTALACIONES PROVISIONALES 14](#_Toc530070495)

[3.3. ORDEN, LIMPIEZA Y VIGILANCIA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN 23](#_Toc530070496)

[3.4. SEÑALIZACIÓN 24](#_Toc530070497)

[3.5. REMOCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE CONSTRUCCIÓN 24](#_Toc530070498)

[4. LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO 25](#_Toc530070499)

[4.1. DESCRIPCIÓN 25](#_Toc530070500)

[4.2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 25](#_Toc530070501)

[5. OBRAS EN HORMIGÓN 26](#_Toc530070502)

[5.1. DESCRIPCIÓN 26](#_Toc530070503)

[5.2. MATERIALES 29](#_Toc530070504)

[5.3. DISEÑO Y PROPORCIONES DE LA MEZCLA 36](#_Toc530070505)

[5.4. EQUIPO DEL CONTRATISTA 38](#_Toc530070506)

[5.5. PRODUCCIÓN DE LA MEZCLA 40](#_Toc530070507)

[5.6. TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE LA MEZCLA 41](#_Toc530070508)

[5.7. PROTECCIÓN Y CURADO 46](#_Toc530070509)

[5.8. ENCOFRADOS 47](#_Toc530070510)

[5.9. ACABADOS Y REPARACIONES 50](#_Toc530070511)

[5.10. LIMPIEZA 53](#_Toc530070512)

[5.11. ENSAYOS DE RESISTENCIA PARA LA EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL HORMIGÓN 53](#_Toc530070513)

[5.12. HORMIGÓN SECUNDARIO 54](#_Toc530070514)

[5.13. BLOQUES Y ELEMENTOS PREFABRICADOS EN HORMIGÓN 54](#_Toc530070515)

[5.14. JUNTAS Y SELLOS 55](#_Toc530070516)

[5.15. ANCLAJES Y ELEMENTOS EMBEBIDOS EN HORMIGÓN 57](#_Toc530070517)

[5.16. TOLERANCIAS 58](#_Toc530070518)

[5.17. MORTEROS 58](#_Toc530070519)

[5.18. Pilotes vaciados in-situ 60](#_Toc530070520)

[5.19. Prueba de integridad de pilotes según ASTM d 5882-07 73](#_Toc530070521)

[5.20. MUROS CORTAFUEGOS 76](#_Toc530070522)

[5.21. RECOMENDACIONES FINALES 77](#_Toc530070523)

[6. ACERO DE REFUERZO 77](#_Toc530070524)

[6.1. MATERIALES 77](#_Toc530070525)

[6.2. SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO 78](#_Toc530070526)

[6.3. LISTAS Y PLANILLAS DE FIERROS 78](#_Toc530070527)

[6.4. COLOCACIÓN DEL REFUERZO 78](#_Toc530070528)

[6.5. GANCHOS, DOBLECES Y EMPALMES AL TRASLAPO 79](#_Toc530070529)

[6.6. Limpieza 79](#_Toc530070530)

[7. FUNDACIONES/BASES 80](#_Toc530070531)

[7.1. DESCRIPCIÓN 80](#_Toc530070532)

[7.2. MATERIALES 80](#_Toc530070533)

[7.3. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 81](#_Toc530070534)

[8. DEMOLICIONES 82](#_Toc530070535)

[8.1. DESCRIPCIÓN 82](#_Toc530070536)

[8.2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 82](#_Toc530070537)

[9. ELEMENTOS METÁLICOS 84](#_Toc530070538)

[9.1. DESCRIPCIÓN 84](#_Toc530070539)

[9.2. MATERIALES 84](#_Toc530070540)

[9.3. MANEJO DE ELEMENTOS METÁLICOS EMBEBIDOS 87](#_Toc530070541)

[10. UNIDAD DE MEDIDA 88](#_Toc530070542)

especificaciONES técnicaS

obras civiles generales

# INTRODUCCIÓN

En esta sección se consignan las especificaciones técnicas generales que son parte del diseño y construcción de las obras civiles para las subestaciones Padilla, Monteagudo y Camiri. Tanto el diseño como la construcción de todas las obras civiles son responsabilidad del Contratista y hacen parte de este Contrato.

De la misma forma, se describen los trabajos requeridos para la ejecución de obras en hormigón armado, simple o ciclópeo para la construcción de estructuras tales como columnas, vigas, muros, losas, fundaciones de soporte de equipos, de pórticos metálicos, ductos, zanjas, revoques, estructuras menores y elementos prefabricados de conformidad con las dimensiones indicadas en los planos estructurales u ordenadas por el Supervisor. La Supervisión se reserva la facultad de introducir durante la construcción, modificaciones que esclarezcan y/o complementen estas especificaciones de acuerdo al Contrato.

Además, en esta sección se describen los trabajos requeridos en el suministro, corte, doblado y colocación de barras de acero para refuerzo de obras de hormigón, de acuerdo con los diseños elaborados por el Contratista y detalles mostrados en los planos, los requisitos de estas especificaciones y las instrucciones del Supervisor. Se especifican también, las condiciones para la construcción, suministro y montaje de elementos metálicos varios tales como: tuberías de acero galvanizado, platinas, pernos de anclaje, plantillas, rejas metálicas, perfiles de diferentes secciones, miembros en lámina y accesorios de acero negro o galvanizado necesarios en las obras objeto del presente Pliego de Condiciones.

Este documento es aplicable a todos los proyectos de construcción o ampliación de subestaciones y en él se hace referencia a los aspectos generales del proyecto en cuanto a condiciones de ejecución de las obras, definiciones técnicas, obras de instalación provisional, trabajos de localización; y se definen las características de los materiales básicos que se deben utilizar en las estructuras que conforman una subestación como son los hormigones, el acero de refuerzo y los elementos metálicos, por lo tanto es complementario a todos las demás especificaciones técnicas de obra civil.

Todas las actividades relacionadas con la gestión ambiental deben cumplir con los requerimientos establecidos en el plan de manejo y en el Estudio de Impacto Ambiental (EEIA).

# GENERALIDADES

En esta sección se consignan las especificaciones técnicas generales y los parámetros, condiciones y requisitos aplicables para las obras civiles del Contrato. Es responsabilidad del Contratista la construcción de todas las obras civiles siguiendo procedimientos de construcción que garanticen la correcta ejecución de los trabajos de acuerdo con los planos y con las especificaciones técnicas, a satisfacción de la Supervisión.

## PERSONAL CLAVE EN OBRA

En la parte II se describe el personal necesario.

El residente de obra así como el topógrafo deberán estar en obra con carácter permanente hasta la finalización de las obras civiles. El residente de obra, superintendente son a dedicación exclusiva, dicho personal no puede trabajar en otro proyecto del país de Bolivia.

El topógrafo estará a dedicación exclusiva durante la construcción de obras civiles principales.

## INFORMES DE AVANCE

El Contratista deberá entregar un informe mensual y semanal tal como se indica en el Documento Base de Contratación como referencia para el proyecto.

ENDE CORPORACIÓN revisará la calidad y precisión de la información producida y solicitará los ajustes que estime necesarios.

Incluye registro fotográfico y otras características en el informe, indicadas por supervisión.

## PERSONAL DE DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN

El Contratista se obliga a mantener durante toda la ejecución de las obras del Contrato y hasta la entrega final de ella, el personal directivo necesario para el desarrollo de los trabajos. El personal estará compuesto por profesionales y técnicos con amplia experiencia en la construcción de obras semejantes a las especificadas en el Contrato.

Los técnicos del contratista deben estar capacitados y autorizados para tomar las decisiones necesarias para la correcta ejecución de las obras y para el correcto control del manejo ambiental del proyecto.

El personal del Contratista será aprobado por ENDE CORPORACIÓN, pero el Supervisor tendrá derecho a exigir el cambio de aquellos empleados que por causa justa considere perjudiciales para el desarrollo de los trabajos, sin que tenga que dar explicación alguna al Contratista.

El Contratista deberá mantener en el lugar de los trabajos un ingeniero civil o arquitecto constructor, graduado y matriculado de acuerdo con las exigencias establecidas en la Ley que regule el ejercicio de la ingeniería y dar cumplimiento a las disposiciones de las citadas leyes que le sean aplicables. El Contratista deberá mantener en el lugar de los trabajos un topógrafo permanente hasta la conclusión de las obras, mismo que realizará las verificaciones que sean requeridas por supervisión.

El ingeniero a cargo del contratista tendrá a su cargo la dirección de la obra y representará al Contratista en el desarrollo de los trabajos. Deberá tener la experiencia mínima mostrada en la Parte II; ser competente y estar autorizado para tomar cualquier decisión de importancia que sea necesaria durante la ejecución de los trabajos, incluyendo el correcto manejo ambiental. Siempre que el ingeniero residente deba ausentarse de los trabajos, deberá ser reemplazado por un suplente, quien en ese momento deberá ser el representante autorizado por el Contratista y por ENDE CORPORACIÓN.

El Contratista, antes de nombrar el ingeniero residente y el suplente, someterá los títulos y antecedentes profesionales de los mismos a la revisión y aprobación de ENDE CORPORACIÓN, quien se reserva el derecho de rechazar el personal que a su juicio no reúna la experiencia suficiente para el tipo de trabajo del Contrato. La aprobación del ingeniero residente y del suplente, no exime al Contratista de su obligación de removerlo, si ENDE CORPORACIÓN así lo exige, cuando el avance y organización de las obras no sean satisfactorios para ENDE CORPORACIÓN.

## APLICACIÓN Y CONTROL DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Contratista deberá desarrollar las obras objeto del Contrato, previniendo, controlando y limitando al máximo los efectos adversos que se presenten sobre el medio ambiente.

Durante la ejecución de los trabajos, el Contratista ordenará todas las operaciones y suministrará todos los recursos que sean necesarios para el control y protección al medio ambiente. El Contratista obligará a sus empleados, subcontratistas proveedores y asociados, para que cumplan con todas las normas establecidas en los documentos del Contrato y en el EEIA.

El Contratista designará la responsabilidad del cumplimiento de las normas y disposiciones ambientales del Contrato a una persona responsable de la parte ambiental, seguridad y responsabilidad social (ingeniero ambiental residente); para el seguimiento y control a la ejecución de las obras definidas en el plan de manejo ambiental, quién coordinará dichas labores y mantendrá informado al ingeniero residente, supervisor y personal de ENDE CORPORACIÓN sobre la labor desarrollada y de las necesidades que surjan para la correcta ejecución de las obras.

En las reuniones de obra periódicas, entre el Supervisor y el Contratista se deberá revisar el cumplimiento de las medidas contempladas en el EEIA y hacer un análisis del estado de control en la ejecución del Contrato. Inmediatamente después de cada reunión, el Contratista revisará lo indicado por el Supervisor y procederá con las acciones correctivas del caso.

## PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN

Para la realización de las obras, el Contratista debe contar con procedimientos de construcción que garanticen la correcta ejecución de los trabajos.

El Contratista debe someter a aprobación de ENDE CORPORACIÓN el programa detallado y los procedimientos constructivos que propone implementar para la ejecución de los trabajos, incluyendo los planos de taller, memorias de cálculo, diagramas y listas para el despiece del acero de refuerzo u otras ayudas que puedan ser utilizadas.

El Contratista deberá someter a aprobación del Supervisor todos los procedimientos relacionados con la construcción de las mismas. En estos procedimientos se deberá especificar el tipo de obra a construir, una descripción detallada de las labores a realizar, describir los recursos y la organización que se requieren, establecer las responsabilidades y funciones, indicar normas y especificaciones que se seguirán, los controles a utilizar y el proceso de control de no conformidades. Su funcionamiento y aplicación serán controlados por el grupo de control de calidad del Contratista y por el Supervisor.

La aprobación de estos procedimientos no significa que el Supervisor o ENDE CORPORACIÓN asumen algún riesgo o responsabilidad en la aplicación de estos.

El Contratista deberá ejecutar los planos de taller que considere necesarios para adelantar los trabajos y deberán contener toda la información y detalles requeridos por el Supervisor en escalas razonables y con suficientes cortes para mostrar claramente el trabajo a ejecutar o los elementos que serán fabricados o suministrados; estos planos servirán además, como soporte técnico de los procedimientos de construcción que el Contratista adopte durante el desarrollo del Contrato.

La ejecución de los planos de taller no tendrá pago por separado, puesto que su costo se considerará incluido como costo indirecto en los precios de los ítems del Contrato.

El Contratista debe elaborar los dibujos e implementar las instrucciones adecuadas que requiera para la apropiada ejecución de las obras y deberá informar por escrito a ENDE CORPORACIÓN, sobre la utilización de las mismas.

Al finalizar los trabajos, el Contratista debe entregar a ENDE CORPORACIÓN, copia de los planos, manuales, pruebas y memorias de cálculo finales que utilizó durante la ejecución de las obras y que sirvieron como complemento a los procedimientos de construcción implementados.

Cuando la obra o parte de ellas se ubique en instalaciones existentes, el Contratista debe solicitar el respectivo permiso y/o consignación, debiendo aceptar su ejecución en horas nocturnas o feriados, sin costo adicional para ENDE CORPORACIÓN.

Asimismo, el Contratista debe tener en cuenta que los costos que se derivan de lo estipulado en este documento deben estar incluidos en los costos unitarios de los ítems del Contrato.

## MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

El Contratista deberá entregar 3 copias impresas y una en medio digital de los manuales de operación y mantenimiento de obras y equipos que así lo requieran, entre ellos: sistema de aire acondicionado, extintores contra incendio, sistemas de bombeo de agua potable, sistemas de tratamiento de aguas residuales (tanque séptico), puertas en vía de acceso a la subestación y puertas interiores.

Los manuales se deben elaborar en español y deben contener al menos la siguiente información:

a) Guía de operación: Debe indicar como es la operación de los equipos, describiendo sucintamente las pautas de diseño y las acciones correctivas cuando se presenten eventos anormales y alarmas.

b) Características garantizadas: Estas deben tramitarse en los formatos correspondientes a cada equipo y deben estar debidamente actualizadas y aprobadas por ENDE CORPORACIÓN.

c) Información sobre los equipos especiales, incluyendo al menos los siguientes aspectos:

* Información general sobre las características y particularidades del equipo.
* Instrucciones de operación.
* Instrucción de mantenimiento y reparación.
* Planos e información detallada del equipo.
* Instrucciones de transporte, almacenamiento, montaje y mantenimiento.
* Documentación técnica.

d) Listado de los materiales empleados en la construcción, aplicación y recomendaciones de mantenimiento, por ejemplo:

* Tubería utilizada en los drenajes de patio y de zanjas.
* Ladrillos o cerámicos para las fachadas y pisos.
* Tejas de cubiertas.
* Pintura para exteriores e interiores.

## GARANTíAS

El Contratista deberá entregar los certificados de garantía de los materiales y equipos. Asimismo, el Contratista entregará los certificados de estabilidad de obras civiles por un plazo de 12 meses cantados a partir de la entrega final de las instalaciones.

## MATERIALES

Todos los materiales incorporados a la obra, deben ser nuevos y de la mejor calidad, libres de defectos e imperfecciones y con certificados de clasificación y grado. Los materiales de construcción que no hayan sido especificados en particular debe ser sometidos previamente a aprobación y deben satisfacer las exigencias de las normas aplicables indicadas por ENDE CORPORACIÓN.

El Contratista es responsable de la elaboración de recomendaciones técnicas en temas de tipos de materiales y temas constructivos, especial énfasis en nivel freático elevado, tomando como base las presentes especificaciones técnicas; siendo cualquier cambio o modificación a las especificaciones, una mejora a la práctica de la ingeniería civil y sólo se considerará si ENDE CORPORACIÓN la aprueba. No existe reajuste de precios ni plazo por una mejora en los materiales de construcción o temas constructivos en general.

Los nombres de los fabricantes de materiales, elementos y equipos incluidos en las obras, deben ser sometidos a la aprobación de ENDE CORPORACIÓN. Cualquier equipo, material o elemento utilizado o instalado sin tal aprobación, podrá ser rechazado.

El Contratista deberá tramitar ante las autoridades respectivas todo lo correspondiente a la obtención de las licencias de construcción y de explotación de los materiales de playa que utilizará durante la ejecución de las obras. Igualmente será el responsable del pago del impuesto que por extracción de materiales si así lo exigen los municipios afectados. Dicho impuesto el cual deberá cancelar el Contratista no da derecho a reconocimientos adicionales en los precios del Contrato.

## PRECAUCIONES, PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD

El Contratista en todo momento tomará todas las precauciones necesarias para la seguridad del personal empleado en la ejecución de la obra considerando todas las normas que a este respecto se consignan en la Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar, Ley General del Trabajo y las normativas vigentes.

El Contratista debe hacer una inducción especial sobre higiene y medidas de seguridad a cada uno de los trabajadores o personas que tengan que laborar o transitar por áreas energizadas. Especialmente deberá dar instrucción a todo el personal que labora sobre los riesgos inherentes a la alta tensión y sobre aspectos tales como distancias de seguridad, manejo de herramientas y equipos en las áreas energizadas, etc.

El Supervisor podrá ordenar en cualquier momento que se suspenda la construcción de una parte de la obra o de las obras en general, si por parte del Contratista existe incumplimiento de los requisitos generales de seguridad o de las instrucciones del Supervisor a este respecto, sin que el Contratista tenga derecho a reclamo o ampliación en los plazos de construcción.

El Contratista es responsable por todos los accidentes que pueda sufrir su personal, el personal de la Supervisión o el de ENDE CORPORACIÓN, visitantes autorizados o terceros, como resultado de negligencia o descuido en la toma de precauciones y medidas de seguridad necesarias. Por consiguiente, todas las indemnizaciones correspondientes serán por cuenta del Contratista.

El Contratista deberá mantener permanentemente en la obra un vehículo que permita la debida movilización de personas en caso de emergencias.

Todos los costos imputables a medidas de seguridad deberán incluirse dentro de los ítems del Contrato, y los daños que se causen a las instalaciones deberán ser reparados a su costo por el Contratista.

El Contratista colocará suficientes vallas que prevengan situaciones de peligro y la señalización requerida en los sitios en que se efectúen los trabajos y donde ENDE CORPORACIÓN lo considere necesario. Además, atenderá lo dispuesto en el EEIA para la construcción de las obras.

## DESVIACIONES DE LAS ESPECIFICACIONES

Si el Contratista desea o necesita desviarse de alguna o varias de las especificaciones o normas mencionadas, deberá someter a la aprobación de ENDE CORPORACIÓN o del Supervisor, mediante una solicitud por escrito en la cual se indique la naturaleza de los cambios y las nuevas especificaciones o normas que desea utilizar. Si ENDE CORPORACIÓN no considera pertinente aprobar tal solicitud, el Contratista debe ajustarse a los requisitos estipulados en estas especificaciones.

## DEFINICIONES TÉCNICAS

Algunos términos de significado especial son utilizados en el contexto de estas especificaciones. A continuación se definen estos términos y se establecen unas condiciones mínimas para su ejecución:

Almacenamiento

Se refiere al acto de guardar en patio o almacenar los suministros, el depósito en sitio protegido y adecuado para el tipo de equipo o material, la vigilancia, la inclusión en kárdex, el manejo durante el periodo de depósito y el carguío para despacho a su destino final. El trabajo implica el establecimiento, conservación, retiro, limpieza y operación de los sitios de depósito, incluyendo personal y equipos y su costo debe incluirse dentro de los costos unitarios de los ítems del Contrato.

Botadero autorizado

Es el sitio utilizado para disponer los sobrantes de las operaciones de construcción, ya sea dentro del área de la obra o fuera de ella de acuerdo con las disposiciones y los requerimientos establecidos en el EEIA. El Contratista debe contratar las servidumbres necesarias, obtener los permisos de las autoridades locales competentes y cumplir con las exigencias de los propietarios de los predios y/o del Ministerio y Medio Ambiente y Agua, respecto a las precauciones que se deben tomar. Todos los costos que se deriven de la adecuación del botadero, del cumplimiento de exigencias y de las actividades de establecimiento, conservación, limpieza y operación de estas, personal y equipos requeridos, deben incluirse dentro de los costos de los ítems que asocian movimientos de tierra realizado por el contratista.

Autoridad ambiental

Se refiere al ente gubernamental local encargado de la gestión ambiental. El Contratista deberá estar informado de los requerimientos ambientales para la construcción de las obras y cumplirlas a satisfacción. Cualquier obra o suspensión requerida por la autoridad ambiental será a costo del Contratista, cuando se motive por negligencia o desinformación del mismo.

Disposición de sobrantes

Incluye el retiro, carguío, transporte, descarguío, distribución o extensión de los materiales sobrantes de los movimientos de tierras, construcción o demolición de obras, y la disposición y compactación de estos materiales en sitios apropiados o en las zonas de depósito autorizadas, cumpliendo los requerimientos del EEIA. Todos los costos generados por la disposición de sobrantes, incluyendo el personal y los equipos requeridos, deben incluirse dentro de los costos de todos los ítems que hacen parte del Contrato y que involucran esta actividad.

Ensayo

Es toda acción efectuada sobre una muestra para determinar su calidad. Todos los costos de transporte, desechos, materiales, laboratorios, equipos, mano de obra y tratamientos especiales (si se requieren), deben incluirse dentro de los costos unitarios de los ítems del Contrato.

Muestra

Es todo material entregado para que se evalúen sus condiciones y eventualmente se autorice su inclusión en la obra. Sobre este material se podrán efectuar todos los ensayos, destructivos o no, que se consideren necesarios para definir su calidad. El costo de obtención de estas muestras y demás costos que demande la ejecución de los ensayos correspondientes deben incluirse dentro de los costos unitarios de los ítems del Contrato.

Suministro del Contratista

Consiste en la adquisición o fabricación por parte del Contratista de todos los materiales, insumos o equipos (incluyendo los procesos de cotizaciones, orden de compra, despacho, carguío, transporte y descarguío en el almacén de la obra), almacenamiento, carguío, transporte y descarguío en el sitio de utilización y entrega a ENDE CORPORACIÓN en el tiempo previsto, dejándolos listos para ser instalados. El término implica también el poner a disposición de la obra todos los materiales, accesorios e insumos necesarios (pegantes, fijadores, solventes, etc.), así como los elementos especiales que pueden ser necesarios para efectuar los trabajos. Incluye también la obtención de licencias y permisos de explotación de materiales que sean requeridos para ejecutar correctamente los trabajos de construcción.

Transporte

Incluye el recibo por parte del Contratista de los materiales o equipos necesarios para la ejecución de los trabajos en su punto de entrega por parte del proveedor, así como la obtención de pólizas de seguros, permisos de tránsito, desplazamiento en vehículos apropiados y entrega en la zona de obras.

# MOVILIZACIÓN E INSTALACIONES

## DESCRIPCIÓN

Las actividades a que se hace referencia en esta sección son los siguientes:

1. Someter a aprobación del Supervisor, antes de iniciar los trabajos, un programa detallado de movilización e instalación de equipos de construcción y de la construcción de oficinas y demás facilidades necesarias para la ejecución de las obras.
2. Mejora eventual (en caso que quede fuera de la plataforma) del terreno destinado a la instalación de faenas. La adecuación del terreno y remoción de los materiales resultantes de la limpieza de las áreas en donde haya de instalarse y de todas aquellas áreas que utilice como zona de botadero o de almacenamiento de material sobrante.
3. Instalaciones necesarias para los trabajos, oficina de obra, galpones para depósitos, caseta para el cuidador, sanitarios para obreros y para el personal, cercos de protección, portón de ingreso para vehículos, habilitación de vía de acceso a faenas, transporte de equipos, herramientas, instalación de agua, electricidad y otros servicios.
4. Suministrar y movilizar hasta el sitio de las obras todos los equipos, elementos de trabajo y personal, como también hacer las instalaciones temporales que se requieran para ejecutar normal y eficientemente todas las obras objeto del Contrato.
5. Ejecutar, por su cuenta y riesgo, el suministro y movilización de todos los equipos de construcción hasta las áreas de trabajo, incluyendo el pago de transporte, seguros, costos de capital y demás costos relacionados con esta operación.
6. Mantener los caminos vecinales, vías internas existentes y Vía de acceso a subestación, incluyendo sus estructuras y las que se requieran para la correcta y oportuna ejecución de su trabajo, para la movilización e instalación de sus equipos y personal, para transporte de materiales desde las fuentes de abasto hacia las zonas de explotación y beneficio o hacia las áreas de desperdicio, y cualquier otra obra que se requiera para dichos propósitos.
7. Mejora eventual de los caminos vecinales, vías internas existentes y Vía de acceso a subestación para el ingreso de máquinas (Transformadores, Reactores, equipos y otros señalados por el supervisor).
8. Planear, construir y mantener en buen estado las instalaciones que se requieran para la construcción, lo cual comprende el montaje e instalación de todos los equipos necesarios, campamentos, talleres, almacenes, bodegas, etc., de carácter temporal, para ejecutar y supervisar las obras objeto de este Contrato.
9. Mantener en buen estado los equipos de construcción, plantas, campamentos y demás elementos necesarios para la normal operación de las actividades de este Contrato.
10. Una vez terminado el trabajo, el Contratista debe retirar de las zonas todos los materiales sobrantes, instalaciones, equipos, etc.
11. Construir y mantener los puentes que requiera para la correcta y oportuna ejecución de su trabajo, la movilización de sus equipos y personal, el transporte de materiales desde las áreas de abastecimiento hacia las zonas de explotación y beneficio o hacia las áreas de desperdicio, y cualquier obra que se requiera para dichos propósitos.
12. Retiro de todas las instalaciones, equipos y materiales sobrantes después de terminada la obra, limpieza general del área, lleno, compactación y nivelación de todas las excavaciones provisionales para que presenten buena apariencia de acuerdo con el Supervisor.

En general, el Contratista debe suministrar los servicios y mantener las instalaciones que se requieran para el buen funcionamiento de la obra.

Previo a la instalación de faenas, el contratista presentará un informe a ENDE CORPORACIÓN en el que se indique la posición de las faenas, descripción de materiales, dimensiones, detalles constructivos entre otros. Dicho informe será revisado por ENDE CORPORACIÓN para aprobación/observaciones.

El plazo límite para la instalación de faenas en obra, es de 3 meses a partir de la orden de proceder. Así mismo las obras civiles deben iniciar, el 3er mes a partir de la orden de proceder.

## OFICINAS, TALLERES Y OTRAS INSTALACIONES PROVISIONALES

El Contratista debe tener en cuenta los siguientes requisitos en relación con las instalaciones que necesite construir para el cabal cumplimiento del Contrato, además de las prescritas en el Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar, La ley general del trabajo y las normativas vigentes.

### LOCALIZACIÓN Y PLANOS

La localización, construcción y mantenimiento de las instalaciones de faenas y servicios se someterán a la aprobación del Supervisor. El Contratista podrá utilizar para su instalación cualquier terreno dado por el dueño de la subestación a disposición del proyecto, en las vecindades de la obra, exceptuando las áreas que se hayan reservado para objetivos específicos de ENDE CORPORACIÓN, y siempre que dicha utilización no interfiera con la obra o con las obras de otros Contratistas de ENDE CORPORACIÓN. Si el Contratista utiliza terrenos de propiedad privada para campamentos u otras construcciones, serán de cuenta de éste, todas las negociaciones necesarias y todos los otros costos que ello implique. Las negociaciones que efectúe el Contratista en este sentido serán de su total responsabilidad y deben ser oportunamente conocidas por ENDE CORPORACIÓN.

Con suficiente anticipación a la fecha en la cual el Contratista programe iniciar los trabajos de las instalaciones provisionales y servicios, debe presentar planos y especificaciones suficientes para que sea posible determinar la funcionalidad y calidad de las construcciones.

Dentro del período previsto estipulado para la verificación e instalación, el Contratista deberá construir sus propias instalaciones para oficinas, bodegas y demás necesidades para construcción de las obras, así como las instalaciones para el personal de ENDE CORPORACIÓN y del Supervisor, y debe someter a la aprobación de ENDE CORPORACIÓN los planos y especificaciones básicas para oficinas, servicios e instalaciones de construcción, planos de localización y distribución tentativa de esas instalaciones. El Contratista no podrá iniciar la construcción de sus instalaciones mientras no exista aprobación expresa del Supervisor.

El Supervisor podrá sugerir modificaciones a los planos, especificaciones básicas de las instalaciones, localización ó distribución y el Contratista debe procurar atenderlas. Los costos que esas modificaciones puedan producir serán a cargo del Contratista.

### EDIFICACIONES Y LETREROS

Las instalaciones para el personal de ENDE CORPORACIÓN y del Supervisor deben contar con los servicios básicos, agua y luz. Los pisos deben ser de mosaicos u otro material durable (cerámicos). Deben proveerse de servicios sanitarios independientes con pisos de cerámica u otro material aprobado por el Supervisor.

El contratista deberá prever que la instalación de faenas se realizará fuera de la plataforma y fuera del área de la subestación existente, por lo tanto, el contratista deberá contemplar un área para mejora de suelo; de la misma forma, en caso que el cerco perimetral no esté finalizada por ENDE CORPORACIÓN antes del ingreso de la instalación de faenas, el contratista a su cuenta y costo deberá construir un cerco para resguardo de sus faenas, este cerco tendrá características similares a las existentes de la subestación.

Construcción de instalación de faenas de acuerdo al siguiente detalle:

* Ítem 1: Una Oficina para la fiscalización con sala de reuniones de ENDE CORPORACIÓN S.A., el contratista instalará un conteiner con las siguientes características:
* Tipo de contenedor diseñado para ser movilizado y levantado mediante grúa.
* En las cuatro esquinas de la parte superior, se encuentran cubos esquineros, los cuales soportan el contenedor cuando el mismo sea levantado con grúa mediante la utilización de ganchos.
* La estructura debe ser estable y firme, construida con acero de 2-4 mm de espesor o su equivalente.
* Las paredes, piso y techo están rellenos de material aislante térmico acústico (lana mineral u otros material aislante), con el fin de mantener un clima agradable en su interior protegiendo a las personas en su interior del calor o frio excesivos.
* Las dimensiones aproximadas serán de: longitud externa (6 mts), ancho externo (2.4 mts), altura externa (2.790 mts).
* Piso con lamina plana galvanizada en acero con un espesor de 0.5 mm tipo antideslizante o su equivalente. La parte interna del piso será de panel en lámina de fibrocemento de 18mm de espesor. La capacidad de carga será de 200kg/m2.
* El conteiner contara con dos ventanas y una puerta como mínimo. La puerta será de una lámina metálica en ambas caras, con una dimensión aprox. de 0.83 mts x 2.30 mts con marco reforzado metálico pintado, con su respectiva chapa de seguridad y juego de tres llaves. La ventana es corrediza.
* El contratista debe suministrar una mesa de reuniones para 8 personas, incluye: Sillas, tomacorrientes para portátiles.
* La parte externa del techo tendrá una lámina galvanizada y pintada con un espesor de 0.5 mm. La capacidad de carga será de 100kg/m2 para mantenimiento. Contará con un sistema de evacuación de aguas de lluvia.
* Instalación eléctrica, con voltaje de 220V, con mínimo dos tomacorrientes dobles en ambos extremos.
* Aire acondicionado tipo Split de 12.000 BTU frío-calor nuevo instalado. (Marca a elegir por ENDE CORPORACIÓN: Excellence, Ika, Gold Star, Old Star, Pride, Gold Line, Etc.

El conteiner debe estar desde el primer día de instalación de faenas en obra, no se admitirá excusas por ingreso (de subcontratistas) posterior a la fecha indicada en el cronograma de obra (aprobado por ENDE CORPORACIÓN).

* Ítem 2: Una Oficina para la supervisión contratada por ENDE CORPORACIÓN S.A.,  El contratista contará un conteiner con las siguientes características:
* Tipo de contenedor diseñado para ser movilizado y levantado mediante grúa.
* En las cuatro esquinas de la parte superior, se encuentran cubos esquineros, los cuales soportan el contenedor cuando el mismo sea levantado con grúa mediante la utilización de ganchos.
* La estructura debe ser estable y firme, construida con acero de 2-4 mm de espesor o su equivalente.
* Las paredes, piso y techo están rellenos de material aislante térmico acústico (lana mineral u otros material aislante), con el fin de mantener un clima agradable en su interior protegiendo a las personas en su interior del calor o frio excesivos.
* Las dimensiones aproximadas serán de: longitud externa (6 mts), ancho externo (2.4 mts), altura externa (2.790 mts).
* Piso con lamina plana galvanizada en acero con un espesor de 0.5 mm tipo antideslizante. La parte interna del piso será de panel en lámina de fibrocemento de 18mm de espesor. La capacidad de carga será de 200kg/m2.
* El conteiner contara con dos ventanas y una puerta como mínimo. La puerta será de una lámina metálica en ambas caras, con una dimensión aprox. de 0.83 mts x 2.30 mts con marco reforzado metálico pintado, con su respectiva chapa de seguridad y juego de tres llaves. La ventana es corrediza.
* La parte externa del techo tendrá una lámina galvanizada y pintada con un espesor de 0.5 mm. La capacidad de carga será de 100kg/m2 para mantenimiento. Contará con un sistema de evacuación de aguas de lluvia.
* Instalación eléctrica, con voltaje de 220V, con mínimo dos tomacorrientes en ambos extremos.
* Aire acondicionado tipo Split de 12.000 BTU frío-calor nuevo instalado. (Marca a elegir por ENDE CORPORACIÓN: Excellence, Ika, Gold Star, Old Star, Pride, Gold Line o su equivalente)

El conteiner debe estar desde el primer día de instalación de faenas en obra, no se admitirá retrasos por ingreso (de subcontratistas) posterior a la fecha indicado en el cronograma de obra (aprobado por ENDE CORPORACIÓN).

* Ítem 3: Una oficina del Contratista;  el contratista debe instalar conteiner similar a la de supervisión, el conteiner debe estar desde el primer día de instalación de faenas. Al finalizar la obra, el conteiner y todos los muebles que se encuentren en el interior del mismo quedaran en propiedad del contratista.
* Ítem 5: Taller del Contratista, superficie mínima 18 m2, piso nivelado, techo, al menos tres paredes (con tableros de madera), mesa de trabajo, luz eléctrica, tomas de fuerza, botiquín, extintor de uso común. Su uso es exclusivo para trabajos de taller, no se admitirá que el mismo cumpla otras funciones que no sea taller.
* Ítem 6: Almacén del contratista, superficie mínima 18 m2, conteiner de 12x3m.
* Ítem 7: Baños para personal del contratista, dos conteiner como mínimo, que contengan batería de baños de acuerdo a la cantidad de personal en obra (1 baño para cada 10 trabajadores), las características del conteiner son:
* El diseño de las baterías de baño será presentada a ENDE CORPORACIÓN para su aprobación, en el mismo deberá mostrarse la disposición de baños, duchas y lavamanos, debidamente acotado.
* Incluye sistema de ventilación, inodoro, urinarios, espejos, papel higiénico y papelera, basurero, instalación sanitaria, lavamanos y duchas. Los baños implicará las siguientes medidas de seguridad, higiene y medio ambientales:
	+ El mantenimiento de los baños no deberá afectar los cuerpos de agua superficiales o subterráneos. Los baños deberán desembocar a un tanque séptico provisional para almacenamiento de líquidos y sólidos completamente hermético y sin salida, previa su colmatación, el contratista deberá programar su vaciado por cuenta propia las veces que lo requiera para mantener su funcionamiento permanente, de acuerdo a instrucción medio ambiental el trabajo debe realizarlo una empresa especialista en este tipo de trabajo y los residuos dispuestos en sitios autorizados.
* Ítem 8: Baño para personal de Supervisión y Fiscalización, un conteiner que contenga sistema ventilación, inodoro, urinario, espejo, papel higiénico y papelera, basurero, instalación sanitaria, lavamanos y ducha. Alternativamente, se aceptará que el conteiner de Supervisión y el de Fiscalización (ítems 1 y 2), incluyan cada uno un baño privado sin afectar las áreas mínimas descritas en cada ítem.
* Ítem 9: Dos letreros por subestación de acuerdo al detalle mostrado en planos, incluye suministro e instalación. Los letreros de obra, deben estar instalados como máximo 20 días calendario, después de la firma del Contrato.

En caso que el cerco perimtral a construir por ENDE CORPORACIÓN no haya sido finalizado, el contratista deberá construir a su cuenta y costo, un cerco provisional para la seguridad de sus instalaciones.



Las oficinas de supervisión, residente de obra y fiscalización incluye: mobiliario (2 mesas, tres sillas de madera o melanina, estante melamínico para archivos, aire acondicionado, cafetera, frigobar, provisión regular de botellones de agua y similares utilizados en la oficina del ingeniero residente de obra). Los baños deberán desembocar a un tanque séptico provisional para almacenamiento de líquidos y sólidos completamente hermético y sin salida, previa su colmatación, el contratista deberá programar su vaciado por cuenta propia las veces que lo requiera para mantener su funcionamiento permanente, de acuerdo a instrucción medio ambiental el trabajo debe realizarlo una empresa especialista en este tipo de trabajo y los residuos dispuestos en sitios autorizados.

El Contratista realizará a su costo, el mantenimiento y la limpieza de las instalaciones provisionales tales como campamentos, cercos, oficinas, almacenes, talleres, instalaciones sanitarias, botaderos de basura, pozos sépticos y otros; así como las obras necesarias para la protección del medio ambiente, de propiedades y bienes de ENDE CORPORACIÓN o de terceros que puedan ser afectados por razón de los trabajos durante la ejecución de los mismos o la permanencia del Contratista en la obra.

El Contratista también deberá proporcionar las facilidades para las instalaciones requeridas por los subcontratistas que emplee. Los costos de las instalaciones del Contratista o de sus subcontratistas y del Supervisor deberán incluirse dentro de los costos unitarios de los ítems del Contrato ya que no habrá ningún pago por este concepto.

Las faenas, deberán proteger de posibles daños a producirse, durante toda la obra hasta la entrega provisional, en condiciones desfavorables de exposición a rocío salado, lluvia fuerte, etc., y la posibilidad de hurto. El contratista es el único responsable de la seguridad de la obra durante y fuera de las horas de trabajo.

ENDE CORPORACIÓN y sus representantes o delegados tendrán acceso a las instalaciones provisionales del Contratista y a los de sus subcontratistas. ENDE CORPORACIÓN o sus representantes en la obra podrán exigir al Contratista modificaciones en las obras provisionales construidas por éste, para que cumplan con los requisitos ambientales, de seguridad, higiene y adecuación, de acuerdo con las disposiciones legales vigentes. Estas modificaciones las hará el Contratista, sin costo alguno para ENDE CORPORACIÓN y sin que ello dé lugar a ningún tipo de ajuste.

### REGLAMENTO DE LOS CAMPAMENTOS

El Contratista debe administrar por medio de una dirección competente los campamentos y servicios que sean necesarios para su personal y es responsable de la sanidad y del orden en todas sus instalaciones y en la obra. No debe admitir en los campamentos ni en las obras personas ajenas al desarrollo de los trabajos. Las normas de control se someterán a la aprobación del Supervisor, de acuerdo con lo prescrito en el Ley General de Higiene, Seguridad Ocupacional y Bienestar, La ley general del trabajo y las normativas vigentes.

### PROTECCIÓN CONTRA INCENDIO

El Contratista debe proveer un número suficiente de extintores localizados estratégicamente sobre toda el área y especialmente en los sitios de mayor riesgo. El número, tipo y localización de los mismos debe someterse a la aprobación del Supervisor.

### TELECOMUNICACIONES

El Contratista deberá proveerse de las telecomunicaciones que necesite para la ejecución de las obras y serán por su cuenta todos los permisos, aparatos, redes, etc.

Mínimamente deberá considerarse los siguientes servicios:

* Internet de alta velocidad ilimitado, en sitio y disponible para la Supervisión y la Fiscalización.
* Telefonía celular en obra.

### ENERGÍA ELÉCTRICA, AGUA Y ALCANTARILLADO

Será responsabilidad del Contratista construir a su costo las redes primarias y secundarias de energía, instalar su tablero de distribución, instalar los equipos de transformación, protección y medida, que las respectivas empresas administradoras de servicios públicos exijan, tramitar ante ellas la conexión de los servicios, solicitar ampliación de acometidas en caso de requerirse y en general todo trámite y costo que exija la conexión de sus instalaciones provisionales a las redes de servicio público. El Contratista, previa aprobación de ENDE CORPORACIÓN, podrá diseñar y construir las acometidas de forma tal que se puede utilizar para la alimentación de servicios auxiliares de la subestación. En caso de que no exista la posibilidad de conexión a la red pública de alguna empresa administradora de servicios públicos, deberá instalar un grupo generador de energía con la suficiente capacidad de alimentar todas las cargas que demanden las instalaciones y obras a ejecutar.

El Contratista deberá construir por su cuenta la provisión de agua para la construcción, toma de agua potable, red de distribución y acometidas para sus instalaciones provisionales y demás necesidades de la obra, tramitar ante las entidades competentes los permisos requeridos y en general todos los trámites necesarios para la instalación del servicio de acueducto. El Contratista está obligado a proveer agua potable para su personal en las instalaciones provisionales y en los sitios de trabajo.

El Contratista deberá presentar para aprobación del Supervisor los planos de las instalaciones de servicios públicos incluyendo los diagramas unifilares de las instalaciones eléctricas previstas indicando las cargas requeridas, planos en planta de las redes de acueducto y alcantarillado indicando caudales, diámetros de tuberías, y en general toda la información que le permita al Supervisor conocer previamente las condiciones de diseño de las diferentes redes.

Lo anterior no exime al Contratista de la responsabilidad de presentar la información y documentos que las diversas empresas administradoras de servicios públicos o la autoridad ambiental puedan exigir para permitir las correspondientes acometidas o vertimientos.

Agua para la Construcción: El contratista debe prever que no existe agua en el sitio de las obras. Es responsabilidad del contratista la obtención de agua para la construcción y movimiento de tierras.

### DEPÓSITO DE COMBUSTIBLES

El almacenamiento de gasolina y de otros combustibles necesarios para la construcción de las obras se someterá a las normas comunes de seguridad para estos elementos. En ningún caso se permitirán tanques superficiales de capacidad mayor a 2000 l., a menos que estos estén provistos de dispositivos especiales de protección contra incendio o explosivos y que la alimentación de los vehículos que los utilizan no se haga en el área del tanque mismo. Los depósitos de combustibles deben situarse por fuera del área de los campamentos a no menos de 100 m de cualquier edificio o equipo.

El diseño y la localización de los depósitos para combustibles deben someterse al estudio y aprobación del Supervisor y de ENDE CORPORACIÓN antes de iniciar la construcción.

### DEPÓSITO DE EXPLOSIVOS

El Contratista debe someterse a todas las normas del Ministerio de Defensa Nacional para la adquisición, almacenamiento y manejo de explosivos, a la vez tomará en cuenta lo descrito en el EEIA. El sitio de almacenamiento debe ser bien ventilado, seco, provisto de buen drenaje y protegido contra descargas eléctricas. Su diseño y localización debe ser sometido a la aprobación del Supervisor antes de iniciar su construcción.

Por ningún motivo podrán almacenarse en el mismo sitio de los explosivos, los fulminantes, mechas, etc.

El Contratista debe proveer el servicio de vigilancia que se considere necesario.

## ORDEN, LIMPIEZA Y VIGILANCIA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN

El Contratista debe velar por mantener, durante toda la construcción, orden y limpieza en toda la zona de los trabajos incluyendo las ocupadas por instalaciones provisionales. Con este objeto, el Contratista debe disponer del personal requerido para ello.

El Contratista debe mantener por su cuenta, guardias permanentes para vigilancia de las instalaciones y equipos en toda el área de trabajo, pues ENDE CORPORACIÓN no será responsable de ellos.

Queda claramente establecido que todos los caminos vecinales, vías internas existentes vía de acceso a subestación, vía de acceso a faenas y otras vías que utilizará el contratista durante la construcción y montaje de la(s) subestación(es), serán de exclusiva responsabilidad del contratista en cuanto al mantenimiento y mejora eventual de vías. Es responsabilidad del contratista al finalizar la obra, devolver el/las vías en las mismas o mejores condiciones en las que se las entrego.

Será obligación del Contratista delimitar el área de trabajo, suministrar e instalar todos los implementos de señalización requeridos como cintas de peligro, pitas, letreros, etc. a objeto de evitar el paso de personas ajenas y que tanto equipos y materiales permanezcan en un perímetro seguro; también deberá dotar de equipo de protección a su personal de trabajo. El Contratista es el único responsable por los daños que sufriera su personal y pudiera ocasionar a terceros, por lo que el costo que demande cualquier tipo de accidente será responsabilidad absoluta del Contratista.

## SEÑALIZACIÓN

El contratista instalará en todos los sectores de influencia, la señalización necesaria, esta señalización estará orientada a indicar la siguiente información:

* Lugar de estacionamiento
* Lugar de punto de reunión
* Ubicación de extintores
* Obligación de uso de EPP
* Señal de tránsito vehicular
* Otros indicados en los documentos de Seguridad, Responsabilidad Social y Medio Ambiente.

## REMOCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE CONSTRUCCIÓN

Tan pronto como se hayan concluido las obras de que tratan estas especificaciones y antes de efectuar la liquidación final del Contrato, el Contratista debe retirar de los terrenos todas las instalaciones provisionales de construcción. El Contratista debe dejar los terrenos perfectamente adecuados, limpios y ordenados a satisfacción del Supervisor. No se aceptarán losas y construcciones que no tengan por objeto un control o manejo de las aguas de escorrentía. Si el Contratista se rehúsa a retirar las instalaciones de construcción o no lo hace en la forma especificada, dentro de un plazo de un mes contados a partir de la fecha de terminación de las obras, las edificaciones y demás obras serán removidas y desechadas por ENDE CORPORACIÓN. En tal caso el Contratista no podrá solicitar ningún reembolso por los materiales y/o edificaciones; el costo de esa remoción se deducirá del pago que se adeude al Contratista.

Las cercas existentes removidas durante la ejecución de la obra y que a juicio del Supervisor deban ser reinstaladas, deberán ser colocadas de nuevo por el Contratista de acuerdo con los alineamientos que ordene el Supervisor.

# LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO

## DESCRIPCIÓN

En esta sección se describen los trabajos de topografía que debe realizar el Contratista para determinar la localización planimétrica y altimétrica de todas las obras del Contrato, a partir de los puntos y ejes topográficos de referencia, de acuerdo con los planos de construcción o las instrucciones del Supervisor.

El Contratista se obliga a suministrar y mantener durante la ejecución del Contrato comisiones de topografía permanente con personal idóneo y dotado del equipo de precisión adecuado, previamente autorizado por la Supervisión, las cuales deben realizar todos los trabajos de localización, replanteo y altimetría necesarios, para la correcta ejecución y control de la obra, bajo la responsabilidad total del Contratista, de acuerdo con las órdenes e instrucciones impartidas por el Supervisor.

## EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Antes de iniciar cualquier trabajo, el Contratista debe hacer el levantamiento planimétrico y altimétrico del área del proyecto, elaborando el plano respectivo y sometiéndolo a aprobación de la Supervisión. Para tal fin, debe hacer las labores requeridas de desmonte y limpieza en el lote a satisfacción del Supervisor.

El Contratista debe ejecutar la localización de las construcciones, trazar y verificar los ejes de cimientos, muros y demás estructuras mostradas en los planos y el replanteo general del proyecto utilizando todos los instrumentos de precisión que sean necesarios para la ubicación exacta de las obras.

El Contratista será responsable de la localización de todas las partes de la obra, de acuerdo, a elevaciones, alineamientos, dimensiones y demás detalles mostrados en los planos o indicaciones del Supervisor.

El Contratista debe tomar las medidas necesarias para asegurar que sus trabajos de localización sean exactos y es responsable por la corrección o demolición de obras que resulten defectuosas por errores en la localización. Los equipos deben estar calibrados, y si el Supervisor lo solicita, el Contratista deberá entregar certificados recientes de calibración de los equipos a utilizar, expedidos por laboratorios autorizados.

Será obligación del Contratista poner a disposición de la Supervisión la comisión de topografía, cuando ésta lo requiera para efectuar trabajos de verificación y control de las obras en construcción o para la ejecución de trabajos de planimetría o altimetría que se requieran para definir aspectos relativos a las obras objeto del Contrato.

El Contratista facilitará a la Supervisión durante la ejecución de las obras todos los instrumentos y equipo topográfico necesarios para el control del replanteo. El Contratista deberá definir con precisión milimétrica las cotas, niveles y dimensiones del proyecto. El Supervisor podrá pedir certificados de calibración de los equipos en cualquier momento que viera por conveniente. Todo el personal, material, herramienta y equipo de topografía para el replanteo y control topográfico de la obra será proporcionado por el Contratista y estará bajo su completa responsabilidad hasta la conclusión de obras. El Supervisor podrá rechazar cualquier equipo que a su juicio no sea adecuado para los trabajos o esté en malas condiciones de operabilidad, debiendo el Contratista reponer inmediatamente por otro bajo aprobación del Supervisor.

El Contratista deberá entregar al Supervisor la lista de equipo(s) que será(n) utilizado(s) en obra para aprobación por parte del Supervisor. Dependiendo del alcance de los trabajos, el equipo mínimo requerido que el Contratista deberá tener en Obra será: Un Nivel de Ingeniero (con trípode) más su mira, una Estación Total (con trípode) más 2 jalones con sus respectivos prismas y herramientas de medición menores (cinta metálica de medición, hilo, etc.).

Al finalizar la obra, el Contratista debe hacer el levantamiento altimétrico y planimétrico del proyecto tal como quedó construido y someterlo a aprobación del Supervisor, antes de editar el plano “según se construyó” (As built).

El Contratista debe dejar mínimo cuatro (4) BMs en hormigón con placas de bronce, en los sitios que el Supervisor determine, con el fin de ejecutar futuros amarres que puedan ser requeridos. El Contratista a su propio costo y basado en los planos y la indicación del Supervisor colocará puntos que vea conveniente, referencias, estacas, BMs y otros necesarios debidamente georreferenciados, que servirán para futuros replanteos. Cada BM deberá ser de hormigón, quedar fijo y debidamente empotrado al terreno. Estas referencias deberán conservarse durante el proyecto y deberán representarse en los planos “Tal Como Se Construyó”.

# OBRAS EN HORMIGÓN

## DESCRIPCIÓN

Los tipos de hormigones a utilizarse son especificados en el cuadro siguiente y están relacionados en cuanto a su uso y consumo de cemento mínimo:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| TIPO DE HORMIGÓN | fcm | fck | CONTENIDO MÁXIMO DE CEMENTO | USO PRINCIPAL |
|   | Mpa | kg/cm2 | Mpa | kg/cm2 | kg/m3 |
| H5 | 83 | 82.5 | 5 | 50 | 150 |   |
| H10 | 15 | 150 | 10 | 100 | 250 | Concreto pobre |
| H12.5 | 18.4 | 183.8 | 12.5 | 125 | 275 | Escollera de piedra y hormigón |
| H15 | 21.8 | 217.5 | 15 | 150 | 300 | HoAo |
| H21 | 29.9 | 298.5 | 21 | 210 | 340 | HoAo, fundaciones en general, vigas y columnas perimetrales. |
| H25 | 35.3 | 352.5 | 25 | 250 | 350 | HoAo, fundaciones en general, vigas y columnas perimetrales. |
| H35 | 43.0 | 430 | 35 | 350 | 400 | HoAo |

REFERENCIAS:

fcm = Resistencia a los 28 días, determinada por rotura de probetas cilíndricas en laboratorio.

fck = Resistencia los 28 días (kg/cm2), el 95% de las muestras de laboratorio debe ser mayor al indicado en el cuadro anterior.

El Contratista será íntegramente responsable de la dosificación del hormigón de manera que se obtenga una resistencia característica cilíndrica de rotura a los 28 días de acuerdo a lo especificado en el cuadro anterior, como mínimo. El Contratista presentará oportunamente para su aprobación, la dosificación correspondiente, la cual deberá basarse y relacionarse con los criterios vertidos en el capítulo 3 de la Norma CBH-87 o en la norma ACI. En todo caso, el contenido mínimo de cemento no será menor al indicado en el cuadro para cada tipo de hormigones y/o como apruebe la Supervisión en función a las características de los agregados, condiciones que no exime al Contratista de cumplir con lo estipulado en el capítulo 16 de la N.B.H.A. En caso de que las resistencias del hormigón no cumplan con lo especificado, la Supervisión ordenará la demolición de los elementos construidos y la reposición a cuenta y costo del Contratista de todos los elementos que no cumplen con las resistencias especificadas.

Los ensayos necesarios para determinar las resistencias del hormigón (destructivas y no destructivas) serán realizados con los mismos materiales que serán utilizados en obra y certificados por un laboratorio de reconocida reputación, aprobado por el Supervisor y cuyo costo correrá en su integridad a cargo del Contratista. Las proporciones serán las necesarias para producir un hormigón de la clase requerida (como se indica en el cuadro de Tipos de Hormigones correspondiente), dentro una tolerancia de más o menos 2% siempre que los materiales provistos por el Contratista tengan características o graduaciones que hagan que dichas proporciones no puedan ser utilizadas sin exceder el contenido máximo de agua especificado, de otro modo las proporciones deberán ajustarse de tal manera que se requiera la menor cantidad de cemento capaz de producir un hormigón de la plasticidad y trabajabilidad especificadas, sin exceder el contenido máximo de agua.

La dosificación y puesta en obra de los agregados y el cemento, se realizará necesariamente en peso, salvo indicación y aprobación escrita del Supervisor se podrá utilizar dosificación por volumen. El control de los agregados se llevará a cabo mediante el uso de balanzas calibradas, cuyo funcionamiento será normal y exacto. Se realizará periódicamente el control de humedad de la arena y las correcciones de humedad respectivas a la mezcla para no introducir agua en exceso. Si la supervisión de ENDE CORPORACIÓN considera conveniente y a sola solicitud, el contratista deberá adecuar la relación agua cemento, siendo el contratista el único responsable de entregar las nuevas dosificaciones sin costo adicional a ENDE CORPORACIÓN. Inicialmente el contratista deberá utilizar una relación de agua cemento de 0.40.

En las subestaciones (clima caluroso), el Contratista sin costo adicional alguno, deberá prever y garantizar los métodos y materiales recomendados en el ACI 305R-99 Hot Weather Concreting (incluye aplicación de aditivos), el supervisor establecerá las horas permitidas de vaciado para evitar problemas con el hormigón. Sin embargo de lo señalado, el Contratista podrá poner a consideración de la Supervisión, el uso de hormigones prefabricados para la construcción de las diferentes partes de las obras, principalmente para las fundaciones de equipos (hormigoneras tipo hormitech, concretec, hormipret, etc.). El uso de estos hormigones prefabricados y el proveedor, deberán contar previamente con la aprobación por parte de la Supervisión. El Supervisor, podrá solicitar la toma de cilindros adicionales para verificación de la resistencia de estos hormigones y requerir a costo del Contratista se realicen las pruebas de rotura en laboratorios que el indique.

Es obligación del contratista contar en obra con un esclerómetro calibrado, con el fin de evaluar a los hormigones endurecidos mediante esclerómetro (ensayo no destructivo para determinar la resistencia del hormigón), este punto es complementario a los ensayos destructivos (cilindros de hormigón).

## MATERIALES

### GENERALIDADES

El hormigón estará formado por una mezcla de cemento Pórtland, agregados áridos, agua limpia y aditivos, si fuese necesario. Debe ser manejable y de fácil colocación en su estado plástico, poseer buena uniformidad, resistencia, impermeabilidad y baja variación volumétrica en su estado sólido.

Todos los materiales requeridos para la correcta ejecución de los trabajos deben ser suministrados por el Contratista. Durante la ejecución de los trabajos, el Contratista debe suministrar al Supervisor las muestras que éste solicite tanto de los materiales como de la mezcla de hormigón producida, para verificar la calidad de los mismos y que cumplan las especificaciones. Los ensayos requeridos serán ejecutados por cuenta y costo del Contratista.

### CEMENTO

El cemento debe ser del mismo tipo y marca del utilizado para los diseños de mezclas. Cualquier cambio en las características o procedencia del cemento harán necesario rediseñar las mezclas de acuerdo con lo ordenado por el Supervisor. No se aceptará por ningún motivo mezclar cemento procedente de distintas fábricas.

Será obligación del Contratista presentar, junto con los diseños de mezclas, copias certificadas de los resultados de los ensayos físicos y químicos del cemento que empleará en la elaboración de los hormigones en todo el transcurso de la obra.

El Contratista debe proveer espacios adecuados para almacenar el cemento y protegerlo contra la humedad. El cemento debe almacenarse en sitios cubiertos y sobre plataformas de madera. Los sacos de cemento deben ser colocados de costado, en pilas cuya altura no sea mayor de siete sacos y deben voltearse cada catorce días.

El cemento que el Supervisor considere que se ha deteriorado debido a la absorción de humedad o a cualquier otra causa, será sometido a ensayo por el Contratista y si se encuentra en mal estado será rechazado y el Contratista debe reponerlo por su cuenta. El almacenamiento de los sacos debe permitir el libre acceso para su inspección e identificación de cada lote. Los diferentes tipos de cemento que se requieran para la obra, deben almacenarse en secciones separadas en los depósitos y cada tipo de cemento debe identificarse claramente por medio de sacos de colores diferentes.

El Contratista debe llevar un registro detallado del período de almacenamiento de cada lote, con el fin de consumir en primer término el lote más antiguo, pues no podrá utilizarse el cemento que haya sido almacenado por más de dos meses, el que por cualquier circunstancia haya fraguado parcialmente, el que tenga terrones aglutinados, como tampoco el cemento recuperado de sacos rechazados.

### ADITIVOS

Los aditivos para el hormigón sólo podrán utilizarse de acuerdo con lo indicado en los planos y casos de correcciones constructivas a cuenta y costo del contratista, las recomendaciones del fabricante y con aprobación escrita del Supervisor. Su costo debe quedar involucrado en el costo del hormigón o mortero, sea que su utilización esté especificada en los planos o haya sido propuesta por el Contratista por su propia conveniencia, según los métodos de construcción a emplear en la obra.

En general los aditivos deben cumplir las siguientes normas:

1. Los aditivos reductores de agua, los aditivos retardadores y acelerantes, deben cumplir con la Norma ASTM C1017.
2. Las cenizas volantes u otras puzolanas, utilizadas como aditivos, deben cumplir la Norma ASTM C618.
3. La escoria molida y granulada, de alto horno, utilizada como aditivo debe cumplir la Norma 4018 ASTM C989.
4. Otros aditivos que puedan utilizarse deben cumplir con las normas ASTM C845 (aditivos con cementos expansivos) y ASTM C1240 (humo de sílice).

Los aditivos e impermeabilizantes no deben disminuir las propiedades básicas ni la resistencia especificada del hormigón, ni deteriorar los elementos embebidos. Además debe demostrarse que los aditivos a utilizar durante la construcción de la obra son capaces de mantener esencialmente la misma composición que mostraron para establecer la dosificación del hormigón.

En elementos de hormigón no será permitida la utilización de aditivos que contengan cloruro de calcio u otras sustancias corrosivas.

El Contratista debe suministrar certificados sobre ensayos de los aditivos, en los que se indiquen los resultados de la utilización de los mismos y su efecto en la resistencia del hormigón a diferentes edades, cuanto mayor sea la edad de los hormigones mejores serán los datos para la aceptación de los aditivos. La aceptación previa de los aditivos no exime al Contratista de la responsabilidad que tiene de suministrar hormigones con las calidades especificadas.

Los agentes incorporadores de aire deben ser manejados y almacenados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las instrucciones del Supervisor. La cantidad de agente incorporador de aire será la indicada por el fabricante y respaldada por los ensayos certificados.

No se permitirá la utilización de aditivos que lleguen al sitio de la obra en envases deteriorados, abiertos o cuya fecha de vencimiento haya caducado.

Los aditivos reductores de agua y para control de fraguado, deben manejarse y almacenarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante. Su dosificación será la indicada por el fabricante y respaldada por los ensayos certificados.

En las subestaciones es obligatorio el uso de los siguientes aditivos:

1. Debido al clima, retardador de fraguado Euco 537 o su equivalente de acuerdo a instrucciones del supervisor.
2. Para hormigón visto, se utilizará sika desmoldante,
3. Para el curado se utilizará Sika antisol o su equivalente,
4. Otros indicados en las especificaciones de trabajos en tierra, obras civiles edificaciones, obras civiles complementarias y criterios de diseño de obras civiles.

La mala práctica en el uso de aditivos en la construcción deberá corregirse (demolición y construcción), costos que son atribuibles al contratista.

### AGUA

Toda el agua utilizada en la mezcla y el curado del hormigón será suministrada por el Contratista, debe estar libre de aceites, sales, ácidos, materia orgánica, sedimentos, lodo o cualquier otra sustancia perjudicial a la calidad, resistencia y durabilidad del hormigón.

En caso necesario la Supervisión podrá exigir la certificación de ensayo físico-químico y bacteriológico de laboratorio para aprobar la fuente de aprovisionamiento. En caso que los ensayos de laboratorio muestren que el agua no es apta para la construcción, el contratista deberá buscar una nueva fuente para provisión de agua para la construcción.

El agua tanto para el amasado como para el curado del hormigón debe ser limpia, libre de cantidades perjudiciales como aceites, ácidos álcalis, sales, materia orgánica, u otras sustancias nocivas, se deberá rechazar las que no cumplan con una o varias de las características escrita a continuación:



### AGREGADOS ÁRIDOS

Los agregados para el hormigón deben cumplir con la Norma ASTM C33.

Las partículas de arena y gravas deben estar compuestas por fragmentos de roca dura, densa, durable, libres de cantidades objetables de polvo, materia orgánica, álcalis, mica, pizarra o partículas de tamaño mayor que lo especificado.

El Contratista debe suministrar al Supervisor los ensayos de laboratorio de los agregados que se utilizarán en la obra, que demuestren la bondad de los materiales, incluyendo el concepto del laboratorio sobre la aptitud para utilizarse como agregado en la mezcla de hormigón.

El Supervisor podrá exigir parcial o totalmente al Contratista la presentación de los análisis físicos y químicos que considere adecuados sobre el agregado grueso y fino que se utilizará en la elaboración de los hormigones durante la construcción de la obra.

El contratista deberá presentar para la aprobación de supervisión, un plan de acopio de agregados, con el fin de evitar la contaminación de agentes externos a los agregados.

7.2.5.1 AGREGADO FINO

La granulometría de la arena debe estar dentro de los siguientes límites:



Tabla 1.- Granulometría agregado fino para hormigones

Las partículas de material silíceo duro deben ser limpias y desprovistas de materiales orgánicos. No se admitirá arena con un módulo de finura menor de 2,3 ni superior a 3,1.

No debe contener materias orgánicas ni arcilla en cantidad superior a 1,5% en peso. No debe contener raíces, micas, limos o cualquier otro material que pueda alterar la calidad del hormigón o correr el acero de refuerzo.

El Supervisor podrá exigir parcial o totalmente al Contratista la presentación de los análisis físicos y químicos que se listan a continuación tomados sobre el agregado fino que se utilizará en la elaboración de los hormigones durante la construcción de la obra:

1. Granulometría.
2. Sustancias solubles (%). Obtención de información geológica suficiente para realizar un estudio objetivo y confiable.
* Partículas desmenuzables.
* Carbón y lignito.
1. Impurezas orgánicas (%).
2. Partículas planas y alargadas (%). Norma ASTM C33
3. Reactividad potencial. Método de las barras de mortero para medir expansión. Norma ASTM C33.
4. Análisis petrográfico (Feldespatos, Epidotas, Piroxenos y Cloritos).
5. Análisis químicos cuantitativos.
* Aluminato tricálcico.
* Silicato tricálcico.
* Ferroaluminato de calcio.
1. Silicato bicálcico.
2. Álcalis (Na2O y K2O).

Los agregados finos no podrán contener substancias perjudiciales que excedan los siguientes porcentajes, en peso, del material:

| **MATERIAL** | **MÉTODO DE ENSAYO** | **PORCENTAJE EN PESO** |
| --- | --- | --- |
| Terrones de arcilla | AASHTO T‑112 | 3% |
| Carbón y lignita | AASHTO T‑113 | 1% |
| Material que pase el tamiz Nº 200 | AASHTO T‑11 | 3% |

Otras sustancias perjudiciales tales como esquistos, álcalis, mica, granos recubiertos y partículas blandas y escamosas, no deberán exceder el 4% del peso del material.

7.2.5.2 AGREGADO GRUESO

El término agregado grueso designa el agregado de tamaño variable entre 4,8 mm y 76 mm, bien gradado dentro de estos límites y consistente en fragmentos de roca densos, durables y limpios. El Supervisor podrá exigir total o parcialmente al Contratista la presentación de los análisis físicos y químicos que se listan a continuación tomados sobre el agregado grueso que se utilizará en la elaboración de los hormigones durante la construcción de la obra:

1. Granulometría.
2. Abrasión (%).
3. Sustancias solubles (%).
* Partículas desmenuzables.
* Partículas suaves.
* Pasa tamiz Nº 200.
* Carbón y lignito.
1. Partículas planas y alargadas (%). Norma ASTM C33.
2. Análisis químicos cuantitativos.
* Silicato tricálcico.
* Ferroaluminato de calcio.
* Silicato bicálcico.
* Álcalis (Na2 O y K2O).

En todo caso el agregado grueso no podrá presentar más del 0,3% en peso de grumos de arcilla, el contenido de partículas suaves no podrá ser superior al 5% y al 1% en peso de carbón y lignito.

El ensayo de abrasión no podrá dar resultados de desgaste mayores al 40%, y el ensayo de solidez luego de cinco ciclos, no debe presentar pérdidas mayores al 12%.

En general el agregado grueso no podrá contener materiales que produzcan reacciones perjudiciales con los álcalis del cemento.

Los límites para la granulometría de agregados gruesos generalmente satisfactoria para la mayoría de los hormigones y que cumplen con normas ASTM C 33 (AASHTO M 80), COVENIN 277, IRAM 1531, NCh163, NMX-C-111, NTC 174, NTP 400.037 y UNIT 102, se resumen en la siguiente tabla:



7.2.5.3 AGREGADO CICLÓPEO

Es roca partida o canto rodado de buena calidad, preferiblemente angular y de forma cúbica. Este material sometido al ensayo de abrasión en la máquina de los Ángeles no debe tener un desgaste mayor al 50%. La relación entre la dimensión mayor y menor de cada piedra no debe ser mayor de 2:1.

### ALMACENAMIENTO DE AGREGADOS

El almacenamiento y manipulación de los agregados se debe hacer en forma tal que se evite su contaminación con materiales extraños o que se generen inconvenientes en obra por el mal manejo de estos.

El Contratista debe mantener durante todo el tiempo un almacenamiento suficiente de agregados que le permitan el vaciado continuo de hormigón en la cantidad propuesta.

## DISEÑO Y PROPORCIONES DE LA MEZCLA

### GENERALIDADES

El hormigón se compondrá de una mezcla homogénea de cemento Pórtland, agua, agregados finos, agregados gruesos y los aditivos autorizados, en las proporciones correctas para producir una mezcla que tenga la plasticidad y resistencia requeridas.

### RESISTENCIA

La resistencia especificada del hormigón (f’c) para cada una de las diferentes estructuras será la indicada en los planos o en estas especificaciones. Los requisitos de resistencia se verificarán mediante ensayos a la compresión, de acuerdo con la Norma ASTM C39 y la Norma ASTM C192.

El diseño de las mezclas de hormigón se debe elaborar de manera que se asigne una resistencia a la compresión promedio tal, que se minimice la frecuencia de resultados de pruebas de resistencia por debajo de la especificada. Como consecuencia, el diseño de las mezclas de hormigón debe hacerse para una resistencia crítica f’cr = f’c + 5 MPa (50 kg/cm2), donde f’c corresponde al valor de la resistencia indicada en los planos o en estas especificaciones.

Para las subestaciones se utilizará un f’c mínimo de 210 kg/cm2, en las siguientes estructuras:

* Cimentaciones en general (zapatas aisladas, zapatas combinadas, vigas de fundación, losas de fundación, pilotes)
* Vigas y Columnas perimetrales en edificaciones.

### PLASTICIDAD Y ASENTAMIENTO

La mezcla debe tener una plasticidad que permita su apropiada consolidación en las esquinas, ángulos de las formaletas y alrededor del acero de refuerzo con los métodos de colocación y compactación utilizados en el trabajo, pero sin que ocurra segregación de los materiales ni demasiada exudación de agua en la superficie.

El hormigón debe proporcionarse y producirse de modo que tenga un asentamiento comprendido entre 4 cm y 10 cm, de acuerdo con la Norma ASTM C143. Para cada parte de las estructuras, el asentamiento será el mínimo con cual pueda compactarse apropiadamente el hormigón por vibración.

### DISEÑO DE LAS MEZCLAS DE HORMIGÓN

El diseño de mezclas comprende la determinación de la cantidad en peso de cada uno de los componentes de la mezcla para producir un metro cúbico (m3) de hormigón de la resistencia especificada.

La responsabilidad del diseño de las mezclas de hormigón que se utilicen en la obra, depende por completo del Contratista. El diseño se debe hacer para cada clase de hormigón solicitado en estas especificaciones, con los materiales aprobados por el Supervisor, con base en los ensayos previos de laboratorio. Sin embargo, todos los diseños de mezclas, sus modificaciones y revisiones deben ser sometidos a la aprobación del Supervisor. Por cada diseño de mezcla que se someta a aprobación o cuando el Supervisor lo requiera, el Contratista debe suministrar por su cuenta, muestras de las mezclas diseñadas que representen, con la mayor aproximación posible, la calidad del hormigón a utilizarse en la obra, además de los resultados de los ensayos correspondientes a cada muestra.

La aceptación de las obras depende de su correcta ejecución y de la obtención de la resistencia mínima a la compresión especificada (f’c) en la respectiva resistencia del hormigón; la resistencia debe ser determinada con base en las mezclas realmente incorporadas en tales obras y debe basarse en ensayos sobre cilindros fabricados y probados de acuerdo a la Norma ASTM C31 y la Norma ASTM C39, como complemento a las normas ya especificadas. A consideración de supervisión podrán realizarse ensayos no destructivos en los elementos que sean convenientes, principalmente en fundaciones de pórtico, banco de transformadores y reactores.

Por otra parte, a fin de facilitar al Supervisor el cumplimiento de su misión, el CONTRATISTA proveerá en la obra los siguientes elementos mínimos en obra:

* Una estufa para secado de agregados capaz de mantener una temperatura de 100º C a 110º C.
* Una balanza electrónica, capacidad hasta de 20 kg sensibilidad 1 gr.
* Un tronco de cono de chapa galvanizada para el ensayo de asentamiento de cono de Abrams, con sus correspondientes varillas de acero de 0.60 m de longitud y 16 mm de diámetro.
* Tres Moldes cilíndricos para confeccionar probetas de hormigón de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura torneados interiormente y con base metálica torneada o cepillada.
* Una bandeja de plancha de acero de 50 cm x 70 cm de base y 5 cm de alto y bordes inclinados a 45º con juntas soldadas y dos manijas en sus extremos.
* Un termómetro escala centígrada.
* Una probetas graduada (cada 5 mm.) de vidrio con base, capacidad medio litro
* Una probeta graduada (cada 10 mm.) de vidrio o plástico con base capacidad 1 litro
* Dos baldes de hierro galvanizado de aproximadamente 10 litros de capacidad c.u.
* Implementos menores de laboratorio.

Todos los elementos destinados a control y fiscalización de los trabajos estarán a disposición del Supervisor en el momento en que ésta los solicite y el Contratista procurará que los mismos se hallen en perfectas condiciones de uso debiendo reparar aquellos que tuvieran desperfectos o reemplazar los que se rompieran por uso o accidente.

El contratista deberá evitar el vaciado durante vientos en zonas de suelos salinos, los mismos pueden comprometer la durabilidad del hormigón armado.

### HORMIGÓN DE PLANTAS DE MEZCLAS

Los hormigones suministrados por plantas de mezclas deben cumplir con las especificaciones de estos pliegos. El Contratista debe entregar al Supervisor certificados de calidad de las mezclas que suministran la planta o plantas y que serán utilizados en la obra.

Dentro de una misma estructura no se permiten hormigones provenientes de diferentes plantas de mezcla ni utilizar cementos de marcas diferentes. No se permite la utilización simultánea en la misma estructura de hormigones provenientes de plantas de mezclas con hormigones producidos en obra.

## EQUIPO DEL CONTRATISTA

### GENERALIDADES

Todo el equipo y herramientas para la elaboración de la mezcla, colocación y compactación del hormigón, requerirá la aprobación del Supervisor en cuanto a tipo, diseño, capacidad y condiciones mecánicas. Las mezcladoras deben ser de diseño tal que produzcan una mezcla homogénea.

Los vibradores para la compactación del hormigón serán del tipo interno de inmersión, con frecuencia mínima de 7.000 rpm y capacidad de afectar visiblemente una mezcla con asentamiento de 2,5 cm a una distancia de por lo menos 45 cm desde el vibrador.

En caso de emplearse dosificación por volumen, los recipientes empleados deben empezar y permanecer en buenas condiciones, evitándose el empleo de recipientes deformados o dañados que no permitan mantener una buena proporción entre los materiales empleados. Si el Supervisor viera necesario podrá solicitar el reemplazo de los recipientes o el empleo de otro método de dosificación como le dosificación en peso.

### FORMALETAS

El Contratista diseñará, suministrará e instalará todas las formaletas en donde sea necesario confinar y soportar la mezcla de hormigón mientras se endurece, para dar la forma y dimensiones requeridas.

Las formaletas se deben construir en tal forma, que las superficies del hormigón terminado sean de texturas uniformes y de acuerdo con la clase de acabado que se especifique en los planos.

Cuando los resultados que se obtengan con los diseños y sistemas aprobados para las formaletas no se ajusten a los requerimientos estipulados, el Contratista debe modificar parcial o totalmente dichos diseños y sistemas, sin que por ello tenga derecho a reclamo.

Las formaletas y la obra falsa, deben ser lo suficientemente fuertes y rígidas para soportar todas las cargas a las que vayan a estar sometidas, incluyendo las cargas producidas por la colocación y el vibrado de la mezcla. Además deben permanecer rígidamente en sus posiciones iniciales hasta cuando la mezcla de hormigón se haya endurecido lo suficiente para sostenerse por sí misma. Las formaletas podrán construirse de madera, acero u otro material aprobado por el Supervisor.

Todas las formaletas deben ser suficientemente herméticas para impedir pérdidas de lechada de la mezcla.

Las formaletas deben diseñarse de tal manera que permitan la colocación y compactación adecuada de la mezcla en su posición final y su fácil inspección, revisión y limpieza.

No se permitirán reparaciones de las formaletas con pedazos de madera o lámina que modifiquen la superficie y conformación de las mismas.

El Contratista debe colocar en las formaletas las molduras especiales requeridas para los detalles de juntas, esquinas o bordes y acabados que se indiquen en los planos o que ordene el Supervisor.

El Contratista debe escoger los materiales que utilizará para la elaboración de las formaletas, las cuales deben ser de buena calidad y no deben producir deterioro químico, ni cambios de color en las superficies del hormigón. El Supervisor podrá rechazar las formaletas si considera que con ellas no se obtendrán las calidades y acabados requeridos.

En el momento de la colocación de la mezcla, las superficies de las formaletas deben estar libres de incrustaciones de mortero, lechada o de cualquier otro material extraño que pueda contaminar la mezcla o que afecte el acabado especificado para la superficie del hormigón y no deben tener huecos, imperfecciones o uniones defectuosas que permitan escape de lechada a través de ellas o causen irregularidades en las superficies.

Antes de colocar las formaletas, éstas deben cubrirse con una capa antiadherente mineral o de cualquier otro producto aprobado por el Supervisor, que evite la adherencia entre el hormigón y la formaleta, pero que no manche la superficie del hormigón. Siempre se debe evitar que caiga aceite en los hormigones y barras de refuerzo.

El Contratista no podrá utilizar de nuevo la misma formaleta, si esta no ha sido limpiada y reparada en forma adecuada para obtener los acabados especificados y haya sido sometida a la revisión y aprobación del Supervisor.

No se permitirá el empleo de formaletas defectuosas aunque se hayan especificado tolerancias admisibles en las dimensiones y los acabados. Dichas tolerancias se establecen únicamente para tener en cuenta irregularidades que pasen inadvertidas o que sean poco frecuentes.

## PRODUCCIÓN DE LA MEZCLA

Los componentes de la mezcla se deben medir por volumen o peso de acuerdo con las proporciones aprobadas por el Supervisor. Los dispositivos que se utilicen para medir los materiales deben estar en óptimas condiciones, todas las operaciones de dosificación y mezclado deben ejecutarse bajo la supervisión del Supervisor. El agua podrá medirse por volumen y el cemento por sacos en Kg. Al dosificar los agregados debe tenerse en cuenta la humedad libre de éstos, la cual debe determinarse en forma apropiada y deducirse de la cantidad de agua a incorporar en la mezcla.

No podrán utilizarse materiales de fuentes distintas o de características diferentes a las de los materiales utilizados en el diseño de la mezcla. Para las subestaciones, la relación agua cemento debe ser la más adecuada, con el fin de que el hormigón sea la más impermeable posible.

La producción y el suministro de la mezcla en la obra deben efectuarse en forma continua de manera que no se interrumpa el proceso de colocación del hormigón.

Las mezcladoras deben operarse a la capacidad y con el número de revoluciones por minuto especificadas por el fabricante. En ningún caso podrá mezclarse el hormigón a mano. El tiempo de mezclado será el mínimo necesario para obtener una mezcla homogénea, pero no será menor de un minuto y medio (1,5 min.) para mezcladoras de capacidad hasta de 0,5 m3. El tiempo mínimo de mezclado se aumentará en treinta segundos para cada metro cúbico o fracción adicional de capacidad de la mezcladora. Se deben cumplir los requisitos de uniformidad de la mezcla especificados en la Norma ASTM C94.

La primera mezcla de los materiales colocados en la mezcladora, al iniciar cada operación de mezclado, debe contener un exceso de cemento, arena y agua para revestir el interior del tambor y sin que se reduzca el contenido del mortero requerido para la mezcla.

En las subestaciones (clima caluroso), el Contratista sin costo adicional alguno, deberá prever y garantizar los métodos y materiales recomendados en el ACI 305R-99 Hot Weather Concreting (incluye aplicación de aditivos), el supervisor establecerá las horas permitidas de vaciado para evitar problemas con el hormigón. El contenido de la mezcladora debe descargarse totalmente antes de introducir los materiales de la mezcla siguiente. Después de una interrupción en el uso de la mezcladora, el interior de su tambor debe limpiarse completamente. La disposición del agua utilizada en el lavado de equipos y herramientas o en otros procesos de construcción, atenderá lo dispuesto en el EEIA.

## TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE LA MEZCLA

No podrá iniciarse la colocación del hormigón hasta que el Supervisor haya aprobado la construcción y preparación de las formaletas, la colocación del acero de refuerzo, y el equipo y elementos necesarios para el transporte, vaciado, compactación, acabado y curado del hormigón.

Los medios empleados para transportar el hormigón preparado no deben producir segregación. El hormigón no se debe verter más de dos veces entre su descarga de la mezcladora y su colocación en el sitio de obra.

No se debe colocar hormigón bajo agua sin la previa autorización del Supervisor. Se deben ejecutar los trabajos necesarios para evitar que durante la colocación del hormigón el agua lo lave, lo mezcle o lo infiltre.

No se permitirá la caída libre del hormigón a una altura mayor de 1,5 metros, a menos que se provea a la fosa o sitio de vaciado de un canaleta, una tubería flexible de goma, lona u otro material adecuado, o ‘trompa de elefante’, que impida la segregación; la instalación debe ser previamente aprobada por el Supervisor.

El hormigón se debe depositar en su posición final en la estructura tan rápidamente como sea posible después de su mezcla y por métodos que eviten la segregación de los agregados o el desplazamiento del acero de refuerzo u otros elementos; además deben evitarse interrupciones excesivas en el vaciado del hormigón, que generen pérdidas de plasticidad entre mezclas sucesivas. La colocación se hará, siempre que sea posible, en capas horizontales de espesor no mayor de 30 cm. Cada capa se debe colocar y vibrar antes de comenzar a endurecerse el hormigón de la capa inmediatamente inferior, salvo el caso de juntas de construcción horizontales, debidamente aprobadas.

No se permitirá la colocación de hormigón que tenga más de media hora de haber sido mezclado o cuyo asentamiento esté por fuera de los límites especificados u ordenados por el Supervisor; no podrá reacondicionarse el hormigón por adición de agua.

Se utilizarán suficientes vibradores para producir la compactación del hormigón en los quince minutos siguientes a su colocación. Los vibradores deben manipularse para producir un hormigón carente de vacíos, de una textura adecuada en las caras expuestas y de máxima compactación. Los vibradores no deben colocarse contra las formaletas o el acero de refuerzo, ni podrán utilizarse para mover el hormigón dentro de las formaletas hasta el lugar de su colocación. La aplicación de los vibradores se debe hacer en puntos uniformemente espaciados, no más distantes que el doble del radio en el cual la vibración sea visiblemente producida, debe operarse a intervalos regulares y frecuentes en posición vertical. El vibrado debe ser de suficiente duración para compactar adecuadamente el hormigón, pero sin que cause segregación y debe complementarse con otros métodos de compactación, tales como el uso de martillos de goma, cuando sea necesario, para obtener un hormigón denso con superficies lisas frente a las formaletas, en las esquinas y en los ángulos donde sea poco efectiva la utilización de los vibradores.

Al compactar cada capa de hormigón, el vibrador debe penetrar la parte superior de la capa subyacente para ligarla adecuadamente con la nueva capa.

El hormigón se debe colocar en forma continua en cada sección de la estructura entre las juntas indicadas en los planos o autorizadas por el Supervisor. No se permitirá la colocación de mezcla fresca sobre hormigón que se encuentre parcial o totalmente fraguado, en este caso las superficies de contacto deberán prepararse con juntas si es estructuralmente posible, en caso contrario, se deberá aplicar en la superficie de contacto un adhesivo epóxico de hormigón endurecido a hormigón fresco.

Todo el hormigón se colocará con luz diurna, a menos que el Contratista utilice un sistema de iluminación artificial aprobado por el Supervisor.

A no ser que se provea de una adecuada protección al hormigón, éste no debe colocarse durante la lluvia.

Cuando se suspenda la colocación del hormigón se limpiarán las acumulaciones de mortero sobre el refuerzo y las caras interiores de la formaleta en la parte aún no vaciada. Este trabajo se hará con las precauciones necesarias para que no se rompa la adherencia entre el acero de refuerzo y el hormigón fresco, cuidando de no mover los extremos del refuerzo que sobresalga durante un periodo de por lo menos veinticuatro horas desde que se haya colocado el hormigón. Antes de continuar el vaciado la junta se debió escarificar, por medio de un cepillo de alambre, procurando obtener una superficie áspera, sin recubrimiento de pasta de cemento en los áridos.

### HORMIGÓN SIMPLE

Se entiende por hormigón simple la mezcla de hormigón, elaborada de acuerdo con estas especificaciones, con la resistencia indicada en los planos y que no incluye ningún tipo de acero de refuerzo en su estructura.

### HORMIGÓN POBRE

Una vez terminada la excavación para fundar las estructuras de hormigón, en material distinto a roca, será necesario proteger el fondo de las excavaciones con una capa de hormigón pobre de 5 cm de espesor y una resistencia de f’c = 14 MPa (140 Kg./cm2); su colocación se hará sin vibrado, pero con una ligera compactación a mano que garantice una total protección a la fundación.

Las profundidades y dimensiones indicadas en los planos para las fundaciones son aproximadas y el Supervisor podrá ordenar por escrito los cambios que se consideren necesarios para obtener fundaciones satisfactorias.

### HORMIGÓN CICLÓPEO

En los sitios indicados en los planos o que indique el Supervisor, se construirán cimientos de hormigón ciclópeo.

El hormigón ciclópeo es un hormigón con una resistencia mínima a la compresión a los veintiocho días, de lo que indique la norma o mínimamente f’c = 210 Kg./cm2 adicionado con agregado ciclópeo, cuyo tamaño máximo no exceda de 20 cm y en una cantidad aproximada del 40% del volumen de la mezcla.

El agregado debe estar saturado de agua cuando se incorpore al hormigón y debe colocarse, sin tirarse, en la mezcla de hormigón simple.

Una vez colocada cada piedra de agregado ciclópeo, debe quedar completamente rodeada de hormigón en un espesor mínimo de 5 cm.

En la construcción de muros, la superficie de asiento será de un material adecuado aprobado por el Supervisor y deberá estar limpio y exento de materiales extraños. Las piedras se colocarán por capas para lograr una efectiva trabazón vertical y horizontal.

El hormigón será de una consistencia tal que se asegure su trabajabilidad y la manipulación de masas compactas, densas y con aspectos y coloración uniformes. Una vez iniciado el hormigonado, no se procederá a la colocación de piedras sin antes haber alcanzado un espesor de 10 cm de masa hormigón entre el terreno y la primera línea de piedras.

Las piedras desplazadoras deberán estar completamente cubierta de mezcla, no permitiéndose el contacto directo entre ellas, deberán ser de buena calidad, sanas, sin fracturas, de origen natural y previo a su colocado, deben ser limpiadas y mojadas previamente al colocado.

Los encofrados no podrán ser retirados antes de las 48 horas de terminado el vaciado, ni se podrá proceder con el relleno contra la estructura antes de una semana de vaciada la misma. Se aclara que el relleno debe ser con cambio de material en caso que el terreno natural este contaminado con sales o agentes agresivos al hormigón.

Cuando las circunstancias exijan el empleo de otros aditivos no previstos, tales como aceleradores y reductores de agua, etc. serán permitidos previo permiso del Supervisor.

Cuando sea requerido, se ubicarán barbacanas a tres bolillos (tres filas en disposición rómbica) con tubo de PVC de 3” embebidas en la elevación del muro, con una separación mínima horizontal de 2 m. y vertical de 1 m. o en los lugares dispuestos por el Supervisor, además estas barbacanas se deberán situar con una pendiente del 10% en su eje longitudinal y se instalarán filtros de material seleccionado a la entrada de cada barbacana para evitar que estas se obstruyan, el costo del filtro y la provisión e instalación de las barbacanas deberán estar incluidos en el costo del ítem de H°C°.

Serán causas de rechazo la existencia de zonas excesivamente porosas o cangrejeras, así como también el no cumplimiento de los valores mínimos de resistencia definidos. Luego de recibir una notificación escrita del Supervisor en el sentido de que una determinada obra ha sido rechazada el Contratista deberá a su costo retirarla y construirla nuevamente parcial o totalmente, según se especifique.

Además se debe tomar en cuenta que:

1. El hormigón consistirá en una mezcla de cemento portland, agregados y agua. La proporción de las cantidades serán definidas por el Contratista con el fin de obtener las resistencias especificadas.
2. La ejecución de los cimientos de hormigón ciclópeo será previa aprobación por parte del Supervisor, de las excavaciones, encofrados y alineamiento de las columnas de hormigón prefabricado.
3. No se aceptara hormigón con un tiempo, a partir del momento de mezclado, mayor a 30 min.
4. Los materiales serán mezclados en obra o en camiones hormigoneros de tipo y capacidades aprobados por el Supervisor.
5. No se permitirá la mezcla manual del hormigón.
6. La mezcla volumétrica del hormigón deberá prepararse siempre para una cantidad entera de bolsas de cemento. Las bolsas de cemento que hayan sido parcialmente utilizadas, o que contengan cemento endurecido serán rechazadas.
7. Si el hormigón es preparado fuera del sitio de obra, este deberá ser transportado al lugar de su colocación en camiones tipo agitador, con tambor giratorio impermeable con capacidad de transportar y descargar el hormigón sin producir segregación.
8. El intervalo de tiempo medido desde la adición de agua a la mezcla de hormigón hasta su colocación no deberá exceder 90 minutos. Durante este tiempo el hormigón deberá revolverse constantemente ya que no será permitido que el hormigón permanezca en reposo antes de su colocación
9. Se procederá a vaciar una primera capa de hormigón de espesor de 10 a 15cm introduciendo en esta capa las piedras en el volumen señalado en los planos y después se vaciaran las capas restantes.
10. Las piedras serán previamente lavadas y humedecidas al momento de ser colocadas en obra y deberán descansar en todas las superficies planas de asiento hacia abajo sobre la base de mortero, las mismas que se colocaran por capas y siguiendo el mismo procedimiento indicado antes para lograr una efectiva trabazón vertical y horizontal.
11. Se deberá tener cuidado que el mortero penetre en forma completa en los espacios entre piedra y piedra. El hormigón se compactara mediante barretas o varillas de fierro.
12. El mortero tendrá una consistencia tal que asegure su trabajabilidad y manipulación de masas compactas.
13. El hormigón con el fin de alcanzar su resistencia total deberá ser curado y protegido contra el sol, viento y lluvia. El agua de curado deberá ser de la misma calidad que la utilizada para la mezcla del hormigón.
14. No se permitirá el colocado del hormigón desde una altura mayor a dos (2) metros.

## PROTECCIÓN Y CURADO

El hormigón recién vaciado debe protegerse cuidadosamente de corrientes de agua, lluvias, brisa seca, tránsito de personas o equipo, exposición directa a los rayos solares, vibraciones y de otras causas de deterioro.

El agua que se utilice para el curado del hormigón debe cumplir con lo especificado para el agua destinada a utilizarse en mezclas de hormigón, en zonas con climas de temperatura elevada se aplicarán métodos de curado sugerido en las normas ACI y CBH.

A menos que se especifique algo diferente, el hormigón debe curarse manteniendo sus superficies permanentemente húmedas. El curado con agua se debe hacer durante un período de por lo menos 20 días después de la colocación del hormigón, o hasta cuando la superficie se cubra con más hormigón. El Supervisor puede aprobar otros métodos alternativos propuestos por el Contratista.

El agua que se utilice para el curado del hormigón debe cumplir con lo especificado para el agua destinada a utilizarse en mezclas de hormigón, en zonas con climas de temperatura elevada se aplicarán métodos de curado sugerido en las normas ACI y CBH. En caso que el supervisor note la deficiencia en el curado de hormigones, el contratista a su costo deberá utilizar membranas para el curado (aditivo).

Cuando el Supervisor autorice el curado del hormigón con membrana, éste debe hacerse aplicando un compuesto sellante que al secarse forme una membrana impermeable en la superficie del hormigón. El compuesto sellante debe cumplir con los requisitos establecidos en la Norma ASTM C309 para compuestos líquidos Tipo 2, de acuerdo con lo aprobado por el Supervisor y debe tener consistencia y calidad uniformes.

El equipo y métodos de aplicación del compuesto sellante, así como también la frecuencia de su aplicación, deben corresponder a las recomendaciones del fabricante, aprobadas por el Supervisor. El compuesto sellante se esparce en una sola capa sobre la superficie del hormigón, con el fin de obtener una membrana uniforme y continua. En las superficies rugosas la cantidad de aplicación del compuesto debe aumentarse en la medida en que esto sea necesario para obtener una membrana continua.

El compuesto sellante que se vaya a utilizar en superficies no encofradas, se aplica inmediatamente después de concluir el tratamiento para los respectivos acabados. Cuando se vaya a utilizar en superficies encofradas, éstas deben humedecerse aplicando un chorro suave de agua inmediatamente después de retiradas las formaletas y deben mantenerse húmedas hasta cuando cesen de absorber agua. Tan pronto como desaparezca la película superficial de humedad, pero mientras la superficie tenga aún una apariencia húmeda, se aplicará el compuesto sellante. Se debe tener especial cuidado en que el compuesto cubra completamente los bordes, esquinas y rugosidades de las superficies encofradas. Todo compuesto que se aplique a superficies de hormigón que van a ser reparadas debe removerse completamente por medio de chorros de arena húmeda. Una vez que estas superficies se hayan reparado a satisfacción del Supervisor, deben cubrirse de nuevo con compuesto sellante de acuerdo con lo especificado.

En las subestaciones (clima caluroso), el Contratista sin costo adicional alguno, deberá prever y garantizar los métodos y materiales recomendados en el ACI 305R-99 Hot Weather Concreting (incluye aplicación de aditivos), el supervisor establecerá las horas permitidas de vaciado para evitar problemas con el hormigón. La membrana debe protegerse permanentemente, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor. Cuando sea inevitable el tráfico sobre la superficie de hormigón, ésta debe cubrirse con una capa de arena o de otro material previamente aprobado por el Supervisor como capa protectora.

## ENCOFRADOS

Los encofrados deben estar conforme a la forma, líneas y dimensiones del concreto, tal como lo detallan los planos. Deben ser suficientemente fuertes para soportar el peso muerto del hormigón sin sufrir gran deformación y además ser estancos para evitar pérdidas de mortero. Los encofrados deben estar adecuadamente apuntalados y amarrados, de tal forma que mantengan su posición y forma durante el vaciado y después hasta el desencofrado. La madera u otro material de encofrado utilizado en superficies expuestas, tendrá la superficie interior uniforme y estará libre de nudos y otros defectos.

La madera que se reutiliza en encofrados debe estar libre de clavos y las superficies que estén en contacto con el hormigón, deben estar completamente limpias antes de ser utilizadas nuevamente. Las superficies interiores de encofrados y el terreno sobre el que el hormigón va a ser colocado, serán humedecidos antes de que el hormigón sea colocado. Los encofrados pueden ser tratados con aceite aprobado por el Supervisor, para facilitar la remoción de ellos. Los encofrados no deben ser removidos hasta que el hormigón haya fraguado lo suficiente para soportar cualquier sobrecarga en el concreto. Se deberá tener especial cuidado en asegurar que los encofrados no se sequen y se deformen antes de la colocación del hormigón.

Los encofrados serán de madera cepillada nueva u otro material que sea resistente, que presente líneas rectas, planos uniformes, finos y sin alabeos de tal manera que las superficies expuestas o vistas (hormigón en elevación) sean sin defectos y finamente acabadas (Hormigón Visto). En el caso de que el contratista no realice un hormigón visto deberá a su cuenta y costo realizar la reparación y pintado aprobado por supervisión.

Por la característica de las obras y por el uso de pernos de anclaje se deben utilizar plantillas de acero y/o madera resistente para la sujeción misma de los pernos de anclaje, a las dimensiones y separaciones mostradas en los planos respectivos. Estas plantillas serán sin costo para ENDE CORPORACIÓN.

La ruptura o falta de alineamiento de los encofrados y el daño que ello produzca serán corregidas por el Contratista a su costo.

En las esquinas y bordes expuestos de losas y pedestales y donde lo especifique el Supervisor, el hormigón será provisto de un chaflán de 45 grados con un ancho en la base de 2,50 cm.

El Contratista consultará y solicitará aprobación del Supervisor para efectuar cualquier tratamiento anti-adherente al encofrado, cuidando que la apariencia final del elemento hormigonado sea limpia sin imperfecciones y que las armaduras no sufran contaminación alguna.

Previo al vaciado del hormigón, el Supervisor inspeccionará cuidadosamente todos los encofrados, las distancias de recubrimiento a las armaduras, el armado de las cimbras, la seguridad contra las deformaciones de las maderas, la correcta ubicación colocación y sujeción de los pernos de anclaje y cuando éstos no sean satisfactorios, ya sea antes o durante el vaciado del hormigón, el Supervisor podrá ordenar la suspensión del trabajo hasta que los defectos hayan sido corregidos, sin que esto implique reclamo alguno por parte del Contratista.

El Contratista diseñará, suministrará e instalará todo el encofrado donde sea necesario confinar y soportar la mezcla de hormigón mientras se endurece, para dar la forma y dimensiones requeridas.

El encofrado se debe construir en tal forma, que las superficies del hormigón terminado sean de texturas uniformes y de acuerdo con la clase de acabado que se especifique en los planos.

Cuando los resultados que se obtengan con los diseños y sistemas aprobados para el encofrado no se ajusten a los requerimientos estipulados, el Contratista debe modificar parcial o totalmente dichos diseños y sistemas, sin que por ello tenga derecho a reclamo.

El encofrado y la obra falsa, deben ser lo suficientemente fuertes y rígidas para soportar todas las cargas a las que vayan a estar sometidas, incluyendo las cargas producidas por la colocación y el vibrado de la mezcla. Además deben permanecer rígidamente en sus posiciones iniciales hasta cuando la mezcla de hormigón se haya endurecido lo suficiente para sostenerse por sí misma. El encofrado podrá construirse de madera, acero u otro material aprobado por el Supervisor.

Todos los encofrados deben ser suficientemente herméticos para impedir pérdidas de lechada de la mezcla.

Los encofrados deben diseñarse de tal manera que permitan la colocación y compactación adecuada de la mezcla en su posición final y su fácil inspección, revisión y limpieza.

No se permitirán reparaciones del encofrado con pedazos de madera o lámina que modifiquen la superficie y conformación de las mismas.

El Contratista debe colocar en el encofrado las molduras especiales requeridas para los detalles de juntas, esquinas o bordes y acabados que se indiquen en los planos o que ordene el Supervisor.

El Contratista debe escoger los materiales que utilizará para la elaboración del encofrado, las cuales deben ser de buena calidad y no deben producir deterioro químico, ni cambios de color en las superficies del hormigón. El Supervisor podrá rechazar el encofrado si considera que con ellos no se obtendrán las calidades y acabados requeridos.

En el momento de la colocación de la mezcla, las superficies del encofrado debe estar libres de incrustaciones de mortero, lechada o de cualquier otro material extraño que pueda contaminar la mezcla o que afecte el acabado especificado para la superficie del hormigón y no deben tener huecos, imperfecciones o uniones defectuosas que permitan escape de lechada a través de ellas o causen irregularidades en las superficies.

Antes de colocar el encofrado, éstos deben cubrirse con una capa antiadherente mineral o de cualquier otro producto aprobado por el Supervisor, que evite la adherencia entre el hormigón y la formaleta, pero que no manche la superficie del hormigón. Siempre se debe evitar que caiga aceite en los hormigones y barras de refuerzo.

El Contratista no podrá utilizar de nuevo la misma formaleta, si esta no ha sido limpiada y reparada en forma adecuada para obtener los acabados especificados y haya sido sometida a la revisión y aprobación del Supervisor.

No se permitirá el empleo de formaletas defectuosas aunque se hayan especificado tolerancias admisibles en las dimensiones y los acabados. Dichas tolerancias se establecen únicamente para tener en cuenta irregularidades que pasen inadvertidas o que sean poco frecuentes. El encofrado debe colocarse en tal forma que las marcas de las juntas queden alineadas horizontal y verticalmente.

Se deja claramente establecido que en el caso de construcción de fundaciones en las subestaciones, debe encofrarse no solo el pedestal, sino también los bordes laterales de la base de la fundación (aislada, combinada, viga de fundación, losa de fundación). De la misma forma, en este caso, es obligatorio el uso de aditivos para protección del hormigón armado según la sección 5.2.3 de este documento.

DESCIMBRADO, DESENCOFRADO Y DESMOLDE

Los encofrados solo serán retirados después que el hormigón haya alcanzado condiciones de trabajo y a instrucción del Supervisor, ésta operación se realizará sin causar daño a las estructuras. No se utilizarán cuñas metálicas o herramientas contra la estructura de hormigón, si se necesitan cuñas, éstas serán de madera y podrán ser ligeramente golpeadas para romper la adhesión entre el hormigón y el encofrado.

El plazo de remoción deberá tomar en cuenta las propiedades técnicas y mecánicas del hormigón y será previamente aprobado por el Supervisor.

Se tomarán en cuenta las recomendaciones expuestas en el inciso 11.8 Descimbramiento, desencofrado y desmolde de la N.B.H.A.

Todas las caras vistas exteriormente, de todos los elementos de Hormigón, al momento del desencofrado deberán presentar superficies planas sin alabeos y perfectamente nivelados, deberán ser de un Hormigón Visto clase “A”, y deberán ser aceptadas por el Supervisor.

Las formaletas y apuntalamientos de cualquier parte de la estructura no deben removerse hasta que el hormigón haya adquirido la resistencia suficiente para conservar su forma. Las formaletas y sus soportes no podrán retirarse sin la previa aprobación del Supervisor, pero tal aprobación no eximirá al Contratista de su responsabilidad con respecto a la calidad y seguridad de la obra. Los soportes se removerán de tal manera que el hormigón vaya tomando los esfuerzos debidos a su propio peso, en forma gradual y uniforme.

## ACABADOS Y REPARACIONES

### GENERALIDADES

Las superficies de hormigón deben cumplir con los alineamientos especificados en los planos y quedar libres de irregularidades tales como salientes, escamas, huecos, depresiones, etc. y deben cumplir con todas las especificaciones que se establecen más adelante, las que se indiquen en los planos o las que ordene el Supervisor.

El Contratista debe realizar los acabados con personal especializado y bajo la supervisión del Supervisor, quien será el encargado de determinar si las irregularidades de las superficies están dentro de los límites tolerables.

Los tratamientos deben realizarse por cuenta del Contratista a satisfacción del Supervisor hasta obtener los resultados esperados. También debe hacer las reparaciones de acuerdo con las especificaciones.

### SUPERFICIES NO FORMALETEADAS

A menos que el Supervisor o los planos indiquen algo diferente, todas las superficies indicadas como horizontales que estén expuestas a la lluvia o al agua, deben tener pendientes adecuadas para su drenaje.

### REPARACIONES

Las reparaciones en el hormigón deben hacerse con personal experto en este trabajo. El Contratista debe corregir todas las imperfecciones que se presenten en el hormigón, antes de 48 horas a partir del momento de retiro de las formaletas y con el uso de aditivos a consideración de supervisión.

En donde el hormigón haya sufrido daños, tenga cangrejeras, fracturas o cualquier otro defecto y donde sea necesario hacer rellenos debido a depresiones o vacíos apreciables, las superficies de hormigón deben picarse hasta retirar totalmente el hormigón imperfecto o hasta donde lo determine el Supervisor y llenarse con hormigón o mortero de consistencia seca hasta las líneas requeridas. Las reparaciones son a cuenta del Contratista, en el caso de que se presente diferentes colores de hormigón por la reparación, el contratista uniformizará el color con pintura y barniz aprobado por supervisión.

Si a criterio del Supervisor se presentan excesos de cangrejeras, cavidades y otros defectos, la obra puede ser rechazada y el Contratista se verá obligado por su cuenta a demoler el hormigón y volverlo a colocar de nuevo.

7.9.3.1 MATERIALES

El hormigón defectuoso se debe retirar y reemplazar con hormigón, mortero o resinas epóxicas, de acuerdo con lo determinado por el Supervisor.

La utilización de cada material se especifica a continuación:

1. Hormigón: Se utiliza para llenar los huecos que aparezcan en las secciones del hormigón que posean un área mayor de 5 dm² y profundidad superior a 10 cm.
2. Mortero: Se utiliza para cubrir cavidades con dimensiones inferiores a las fijadas para lleno de hormigón y en depresiones poco profundas que no alcancen la cara exterior del refuerzo.
3. Resinas Epóxicas: Se utilizan cuando se requiera colocar capas delgadas en superficies para las cuales se haya especificado en los planos, además en aquellas estructuras impermeables en donde se encuentren orificios como consecuencia de la extracción de varillas de amarre para las formaletas.

Todos los rellenos anteriores deben quedar firmemente adheridos a las superficies del hormigón existente.

7.9.3.2 PROCEDIMIENTO

En una estructura que sea necesario reparar debe retirarse todo el hormigón defectuoso o dañado. Asimismo, debe removerse una capa de hormigón sano de por lo menos tres centímetros de espesor de la superficie de las paredes del hueco, con el fin de obtener bordes de arista afilada que sirvan de llave para el material de lleno.

Los huecos causados por la remoción de tuberías, uniones y otros accesorios, deben ser ensanchados con un escarificador dentado. Estos huecos, se deben limpiar con chorro de arena, si así fuera necesario y humedecer antes del lleno. Las proporciones de las mezclas de materiales del lleno deben estar diseñadas para que el material de reemplazo sea fuerte y denso y, quede bien adherido. En los lugares donde estas reparaciones sean en hormigón expuesto a la vista, el material de reemplazo debe ser de color igual al del hormigón adyacente.

El Contratista debe suministrar cemento blanco en suficiente cantidad para que al mezclarse con el hormigón normal utilizado, se obtenga un acabado de color y apariencia similar al hormigón adyacente. Si fuera necesario se deben utilizar aditivos que eviten contracción.

En los sitios donde las varillas de amarre de las formaletas atraviesan totalmente las secciones del hormigón de cualquier estructura que requiera impermeabilidad, el Contratista debe llenar los huecos que resulten al removerlas.

Las reparaciones y aplicaciones con resinas epóxicas deben hacerse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante.

## LIMPIEZA

En todas las etapas de construcción y especialmente durante el retiro de las formaletas, el Contratista debe procurar mantener en orden los sitios de trabajo para prevenir accidentes. Debe prestar especial atención en evitar que queden elementos cortantes o punzantes tirados en el piso o salientes de las formaletas donde pueden afectar la integridad del personal.

Después de la terminación de las obras de hormigón y antes de su aceptación final, el Contratista debe retirar del sitio de los trabajos toda obra falsa y andamios, residuos de formaletas, instalaciones temporales, tierra y basuras.

## ENSAYOS DE RESISTENCIA PARA LA EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL HORMIGÓN

Antes de iniciar la colocación del hormigón y durante la ejecución de los trabajos, el Supervisor ordenará la elaboración de muestras de hormigón para la realización de ensayos de resistencia a la compresión y ensayos de asentamiento.

Las muestras para ensayos de resistencia se tomarán al azar, en cilindros de 15 cm de diámetro y 30 cm de altura. Cada muestra estará compuesta por seis (6) cilindros, de los cuales serán ensayados dos (2) a los 7 días y dos (2) a los 28 días; los dos (2) restantes quedan para comprobación de la resistencia. Se tomará una muestra por cada 10 metros cúbicos (m3) de hormigón, pero no menos de una por cada día de vaciado. Los cilindros de ensayo se curarán en la obra y en las mismas condiciones que el hormigón colocado.

Por cada muestra que se tome para los ensayos de resistencia o cuando la consistencia de la mezcla varíe visiblemente, se hará el ensayo de asentamiento.

Correrá por cuenta del Contratista la toma de las muestras, la preparación y el curado de los cilindros y todos los ensayos de laboratorio necesarios, tanto para el diseño de las mezclas como para la verificación de la resistencia y el asentamiento durante los trabajos.

Antes de decidir sobre la aceptación o el rechazo del hormigón deficiente, el Supervisor podrá ordenar que se tomen muestras de la estructura (ensayos sobre núcleos extraídos de la zona en duda, de acuerdo con la norma ASTM C42) o que se hagan pruebas de carga. Estos ensayos serán por cuenta del Contratista.

Cuando el hormigón que ha sido colocado en cualquiera de las estructuras de la obra no cumpla con los requisitos de resistencia especificados, el Supervisor podrá ordenar al Contratista la demolición y posterior reconstrucción de la obra defectuosa, lo que se hará por cuenta del Contratista y a satisfacción del Supervisor.

Si la resistencia de los cilindros de prueba obtenidos de cualquier estructura, cae por debajo de los requisitos especificados, el Supervisor puede requerir del Contratista que obtenga especímenes para prueba de hormigón endurecido o pruebas no destructivas. Los especímenes deben ser obtenidos y probados de acuerdo con la designación del párrafo 16.5.5, inciso b), de CBH-87. Si el espécimen de prueba del hormigón endurecido confirma que el hormigón representado por los cilindros de prueba tiene una resistencia por debajo de la especificada, el Supervisor ordenará que el hormigón sea retirado y reemplazado a costo del Contratista.

## HORMIGÓN SECUNDARIO

Las fundaciones para equipos y pórticos deben ser terminadas con un hormigón secundario, colocado después del montaje y nivelación de los rieles y estructuras metálicas, con un espesor indicado en los planos o por el Supervisor.

Este tipo de hormigón cumplirá con los requisitos estipulados en estas especificaciones, con una resistencia característica mínima f'c=21 MPa (210 Kg/cm2).

Con el fin de garantizar una fluidez adecuada para la penetración correcta bajo los elementos metálicos y evitar que queden vacíos bajo las platinas de soporte de las estructuras, este hormigón debe ser diseñado considerando la utilización de un aditivo súper plastificante reductor de agua y baja relación agua cemento. Su vibrado se debe hacer cuidadosamente con el fin de llenar todos los espacios previstos.

Antes de vaciar los hormigones secundarios, se debe escarificar la superficie y se aplicará a la superficie del hormigón primario un adherente epóxico, aprobado por el Supervisor, que garantice la plena adherencia del hormigón endurecido con el hormigón fresco.

## BLOQUES Y ELEMENTOS PREFABRICADOS EN HORMIGÓN

Se refiere este artículo a la construcción de los aleros para ventanas, bordillos en vías y demás elementos prefabricados, de acuerdo con los detalles consignados en los planos estructurales.

Se deben tener en cuenta todas las especificaciones sobre hormigones y formaletas; la superficie expuesta debe quedar lisa y sin poros.

Se empleará hormigón con una resistencia mínima de f'c = 21 MPa (210 Kg/cm2), limitando el tamaño máximo del agregado a 12,7 mm.

## JUNTAS Y SELLOS

### GENERALIDADES

Las juntas se localizarán en los sitios indicados en los planos o en los que autorice el Supervisor en la obra. Se ejecutarán según los diseños que deben estar indicados en los planos y con las precauciones, y curado que se indican en estas normas.

El Contratista podrá proponer cambios en la localización de las juntas, si así fuere conveniente para su mejor realización; dichas modificaciones serán sometidas a aprobación del Supervisor.

Las juntas de construcción, contracción y dilatación, que también deben estar mostradas en los planos de cotización, podrán ser cambiadas en número, posición y forma en los planos de construcción sin que por este motivo haya lugar a cambio de costos o plazos.

La superficie de las juntas de construcción debe quedar de tal forma que asegure su adherencia con el hormigón colocado posteriormente. Debe tenerse especial cuidado en la preparación de la junta si ésta debe ser estanca. Es objetable que penetre agua o mortero a la superficie donde se formará la junta. Si esto sucede, el Supervisor ordenará la remoción de una capa de hormigón y la limpieza que se considere necesaria.

A menos que los planos de construcción o el Supervisor lo determinen de otra manera, a todas las juntas que se hagan en estructuras de hormigón armado se les hará una unión que evite el desplazamiento diferencial de los diferentes elementos de la estructura.

En la Subestaciones, todas las juntas de construcción deberán estar selladas SikaSwell, SikaFlex Construction o un producto similar aprobado por el supervisor.

### JUNTAS DE CONSTRUCCIÓN

Se denominan juntas de construcción las superficies sobre o contra las cuales se va a colocar hormigón nuevo, el cual debe quedar adherido, pero no incorporado al hormigón existente.

Las juntas de construcción en estructuras continuas que no necesiten ser estancas, se harán utilizando las uniones que deben estar indicadas en los planos, o las instrucciones del Supervisor. El vaciado de hormigón en la zona comprendida entre dos juntas de construcción debe hacerse en una sola operación continua.

Cuando por circunstancias imprevistas, el Contratista necesite interrumpir el vaciado del hormigón en sitios no previstos en los planos para colocar juntas, éstas deben hacerse por cuenta exclusiva del Contratista y de acuerdo con las instrucciones que sobre el particular imparta el Supervisor.

### JUNTAS DE CONTRACCIÓN

Las juntas de contracción se deben construir de acuerdo con los detalles, que deben estar mostrados en los planos, encofrando el hormigón en uno de los lados de la junta y permitiendo que éste fragüe antes de colocar el hormigón en el lado adyacente de la misma. A menos que las juntas de contracción vayan a ser inyectadas con lechada, la superficie del hormigón en uno de los lados de la junta, debe recibir una capa de material adecuado que evite la adherencia antes de colocar el hormigón adyacente.

### JUNTAS DE DILATACIÓN

En los sitios que deben ser indicados en los planos se dejarán juntas de dilatación. Donde se especifique en planos, se instalarán sellos de goma ó de lámina del diseño, que también debe estar indicado en los planos o por el Supervisor.

En las juntas de dilatación y en las losas de pavimentos de hormigón se deben colocar barras pasantes en acero liso, con las dimensiones y accesorios indicados en los planos y luego se hará el tratamiento de sellado que indiquen los planos o el Supervisor. Este tratamiento se hará también en los perímetros de las cámaras de inspección, intersección con bancos de ductos, etc.

### SELLOS DE GOMA O PVC

El Contratista debe suministrar e instalar los sellos de goma o PVC de primera calidad con las dimensiones, características, detalles y ubicación mostrados en los planos. También se instalarán sellos en las juntas de construcción que sea necesario ejecutar en estructuras hidráulicas o tanques de almacenamiento de agua y aceite y todas aquellas estructuras que requieran condiciones especiales de estanqueidad.

Las uniones y empalmes de los sellos se harán con las piezas de conexión correspondientes o pegando los sellos de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes.

Los sellos se colocarán perfectamente alineados, para lo cual se soportarán convenientemente en el sitio exacto, que debe ser indicado en los planos, antes del proceso de vaciado del hormigón. En el contorno del sello se vibrará el hormigón cuidadosamente para que el sello quede bien adherido. Los sellos deben ser instalados y sus uniones pegadas de tal manera que formen un diafragma estanco continuo.

Al colocar los sellos en su posición final se deben asegurar firmemente, por medio de sujetadores o de otros soportes embebidos en el hormigón. No se permitirá que los sujetadores o soportes penetren dentro del sello en una longitud superior a 15 mm medidos desde los bordes exteriores.

## ANCLAJES Y ELEMENTOS EMBEBIDOS EN HORMIGÓN

El Contratista debe instalar correctamente las piezas embebidas, sellos, anclajes metálicos, camisas, pasamuros y tuberías o accesorios que atraviesan las estructuras, antes de vaciar el hormigón. Debe tener especial cuidado y tomar todas las precauciones del caso, para que dichos elementos queden correctamente fijados en el hormigón en la localización indicada en los planos, con las pendientes verticales y horizontales mostradas en los planos y para que no se formen vacíos, grietas o cangrejeras en los sitios en donde se instalen. Principalmente debe proveer inspección especial en la zona donde van los pernos de anclaje.

Los pernos de anclaje de elementos metálicos o equipos, deben localizarse con ayuda de una comisión de topografía que garantice su ubicación exacta de acuerdo con la posición indicada en los planos de construcción, las recomendaciones de los fabricantes, y mediante la utilización de plantillas, cuyo diseño, material y fabricación debe ser presentado por el Contratista para aprobación del Supervisor. Los pernos de anclaje deben ser entregados al final de la obra perfectamente alineados horizontal y verticalmente, así mismo limpios de cualquier material en la parte que sobresale.

En caso que los elementos o equipos no se puedan montar satisfactoriamente por mala posición de los anclajes, el Contratista debe corregirlos a su costo, hasta dejarlos en el sitio indicado. En caso de que accidentalmente se doble un perno de anclaje, el Contratista deberá hacer a su costo las reparaciones que se requieran e incluso si el Supervisor lo solicita, la demolición y reconstrucción completa del pedestal en que se ubica.

Los vanos, ranuras y orificios de paso deben encofrarse y construirse con las dimensiones exactas prescritas y localizarse con absoluta precisión. Los vacíos en camisas o manguitos, ranuras de anclajes y otros aditamentos deben llenarse con un material de fácil extracción que impida la entrada del hormigón en estos vacíos.

Ningún elemento embebido en el hormigón debe tener componentes que ataquen o afecten su calidad y resistencia ni las del acero de refuerzo.

La disposición de los elementos embebidos en hormigón no deben deteriorar la continuidad de la estructura monolítica.

## TOLERANCIAS

Las desviaciones en dimensiones y alineamientos de las diferentes estructuras no podrán exceder los valores que se indican a continuación.



Tabla 2: Desviaciones y tolerancias máximas para estructuras de hormigón

## MORTEROS

El mortero está formado por una mezcla de cemento Portland y/o cal, arena y agua limpia. Debe ser manejable y de fácil colocación en su estado plástico, además debe poseer buena uniformidad, resistencia, impermeabilidad y baja variación de volumen en su estado sólido.

El cemento y el agua deben cumplir con los mismos requisitos que se estipularon para la utilización de estos materiales en la fabricación de hormigón. La arena debe cumplir con lo estipulado para el agregado fino del hormigón.

Los materiales deben ser dosificados por peso y mezclarse mecánicamente. No se permitirá la utilización de mezclas preparadas con más de una hora de anticipación y no se aceptará adicionar agua a las mezclas ya preparadas.

En caso de requerirse aditivos para mejorar la manejabilidad de las mezclas estos deberán ajustarse a los requisitos especificados en el numeral 6.2.3 referente a aditivos.

La mezcla preparada debe depositarse, para su posterior colocación, en bateas u otros recipientes que garanticen que la mezcla preparada no se contaminará con otros materiales.

No se permitirá la elaboración de la mezcla directamente sobre el terreno ni sobre losas ya construidas.

### MORTERO DE ADHERENCIA

Es la mezcla homogénea de cemento y/o cal, arena lavada fina y agua limpia, en proporción 1:3, adicionando 0,25 de cal por peso para obtener una resistencia mínima a la compresión de f´c =210 kg./cm2 y relación agua cemento no mayor de 0,5.

Se utilizará como ligante en muros de ladrillo o adobe cerámico cocido, bloques de cemento en la mampostería simple o estructural, cimientos, sobrecimientos, muros de contención, cajas y pozos de inspección, sumideros, zanjas, etc.

La arena utilizada para estos morteros deberá cumplir los siguientes requisitos:

1. Módulo de finura de 2 a 3.
2. Fracción de finos que pasan la malla No.200 menor del 10%.
3. Materia orgánica menos del 2%.

La cal hidratada será como mínimo del 80% de pureza, con una finura tal que no más del 20% quede retenido en la malla 200 y de esta fracción no más del 0,5% sea retenido por la malla No.30.

### MORTERO DE REVOQUE

Se utilizará una mezcla con dosificación 1:6 adicionando 0,20 de cal por peso. La arena a utilizar debe cumplir los siguientes requisitos:

1. Módulo de finura de 1 a 2.
2. Fracción de finos que pasan la malla No.200 del 8% al 15%.
3. Materia orgánica menos del 2%.

La relación agua cemento no debe ser mayor de 0,5 para mejorar las características de resistencia de la mezcla, si se requiere, pueden combinarse en el amasado cuatro volúmenes de arena de revoque y dos volúmenes de arena de adherencia. Si la supervisión de ENDE CORPORACIÓN considera conveniente, a sola solicitud, el contratista deberá adecuar la relación agua cemento, siendo el contratista el único responsable de entregar las nuevas dosificaciones sin costo adicional.

Este mortero se utilizará para los revoques requeridos en muros, cajas, cámaras de inspección, etc.

### MORTERO DE ALISTADA DE PISOS

Debe cumplir los requisitos estipulados para los morteros de adherencia, su dosificación será 1:4 adicionando 0,25 de cal por peso.

### MORTERO SIN CONTRACCIONES

En los sitios indicados en los planos o donde lo indique el Supervisor se empleará un lleno con mortero de alta densidad.

Este mortero se empleará principalmente para nivelar platinas de soporte, para anclaje de pernos y otros usos similares.

El Contratista someterá a la aprobación del Supervisor el mortero que se propone utilizar, ya sea como producto comercial listo para ser usado, o para mezclar en obra.

Debe emplearse un producto comercial de la mejor calidad, tal que permita que el mortero:

1. Fluya perfectamente aún en capas delgadas.
2. Obtenga altas resistencias en corto tiempo.
3. No sufra contracciones.
4. Sea resistente a todo tipo de agentes lubricantes y de limpieza de equipos.
5. La adherencia sobre sí mismo sea perfecta.

### MORTEROS IMPERMEABILIZADOS INTEGRALMENTE

Donde lo indiquen los planos o el Supervisor, el Contratista debe aplicar morteros impermeabilizados integralmente. Su utilización se hará principalmente en la impermeabilización de sobrecimientos y paredes interiores de cajas y cámaras de inspección.

La mezcla se dosificará por peso en proporción 1:5, adicionándole 0,25 de cal, con arena lavada de pega. A la mezcla se le adicionará un impermeabilizante integral aprobado por el Supervisor. Para su aplicación se tendrán en cuenta las especificaciones del producto y las recomendaciones del fabricante al respecto.

## **Pilotes vaciados in-situ**

### **Definición**

Comprende todos los trabajos de provisión de lodo de perforación, perforación con equipo especializado por el método de rotación con camisa parcial, recirculación y tratamiento del lodo de perforación con equipo especializado, control de la calidad del lodo de perforación con laboratorio portátil especializado, colocado del acero de refuerzo del pilote, provisión y colocado del hormigón dentro de la perforación.

Los materiales, los equipos y laboratorios, y el procedimiento de perforación y hormigonado bajo lodo deberán satisfacer los requerimientos de la presente especificación.

### **Materiales, herramientas y equipo**

De acuerdo a su cronograma de trabajo el Contratista, deberá prever todo el equipo necesario en número, potencia y capacidad para ejecutar este ítem en forma continua y eficiente. Deberá garantizar para todo el equipo un mantenimiento permanente.

Adicionalmente y debido a que todos los trabajos de construcción se ejecutarán en sector urbano, todo equipo pesado (excavadoras, retroexcavadoras, palas cargadoras, etc.) además de todas las volquetas deberán contar con espejos retrovisores y alarmas sonoras de alerta de reversa o retro para evitar accidentes con personal y camiones en la obra o que son ajenos a la construcción.

* **Lodo de perforación**

El lodo de perforación será elaborado usando bentonita embolsada del tipo industrial que cumple con las normas A.P.I. No está permitido el uso de ningún otro tipo de arcilla que no sea la bentonita industrial. Alternativamente se podrán usar lodos sintéticos de perforación o polímeros equivalentes previa aprobación del Supervisor.

* **Hormigón**

El hormigón para la construcción de los pilotes deberá cumplir con todo lo establecido en las especificaciones para hormigones para los otros elementos estructurales. El hormigón para pilotes deberá cumplir adicionalmente los siguientes requisitos:

* Revenimiento según cono de Abrams al momento del hormigonado = 20 cm.
* Contenido máximo de cemento = 400 kg/m3.
* Es obligatorio el uso de retardador de fraguado dosificado al valor máximo permitido por el catálogo del producto usado (por ej. Sika Plastiment HER dosificado al 0.5% del peso del cemento).
* Está prohibido el uso de plastificantes y superplastificantes que no posean la habilidad de retardo de fraguado.
* **Acero de refuerzo**

El acero de refuerzo para la construcción de los pilotes deberá cumplir con todo lo establecido en las especificaciones para acero de refuerzo para los otros elementos estructurales. El acero de refuerzo para pilotes deberá cumplir adicionalmente los siguientes requisitos:

* La armadura de refuerzo deberá contar con espaciadores o centradores del acero de refuerzo del tipo “rueda”. Estas “ruedas” deberán colocarse en tantos lugares sea necesario haciéndose mucho énfasis en la punta, el centro y la cabeza del pilote.
* Los espaciadores o centradores deberán ser hormigón, de PVC o de teflón.
* Si las armaduras de refuerzo presentan empalmes, estas deberán ser hechas por traslape usando alambre de amarre y grapas para garantizar que un canastillo no deslice respecto del otro al momento del izaje y descenso del mismo dentro de la perforación. No estará permitida la soldadura salvo autorización de la Supervisión.
* **Laboratorio de control del lodo de perforación**

El Contratista no podrá iniciar los trabajos si no moviliza de manera permanente a la obra un laboratorio que permita como mínimo realizar los siguientes ensayos de control:

* Densidad del lodo.
* Viscosidad.
* Contenido de arena en suspensión.
* pH del lodo.
* Muestreado de fondo.

Los instrumentos especializados que forman parte del laboratorio deberán ser nuevos o casi nuevos, de primera calidad y de marca reconocida. No se permitirán equipos viejos o que tengan demasiado uso debido a que estos instrumentos se desgastan, se descalibran y pierden precisión arrojando resultados erróneos. No se permitirán instrumentos que tengan remiendos o reparaciones caseras de partes rotas o faltantes. La no presencia permanente del laboratorio de lodo en la obra dará como resultado la inmediata paralización de las obras sin que el Contratista tenga derecho a reclamo, compensación económica o aumento de plazo de ninguna naturaleza.



El laboratorista deberá ser necesariamente un ingeniero civil que cuente con experiencia demostrable en cuanto a perforaciones realizadas con lodo de perforación, sea este con bentonita o con polímeros. El ingeniero laboratorista deberá estar permanentemente en obra desde el inicio de la perforación hasta la conclusión del hormigonado.

Todos los instrumentos deberán cumplir con la norma A.P.I. 13B-1, no siendo aceptables instrumentos de fabricación casera comúnmente denominados “hechizos”.

* **Equipo de perforación (pilotera)**

El equipo de perforación de pilotes (pilotera) será un equipo de mediano tamaño, autotransportado sea por gomas o por orugas. El equipo de perforación tendrá todos los elementos de protección al operador como ser:

* Escaleras con peldaños antideslizantes y con barandas o sujetadores para poder subir y bajar de manera segura de la cabina del operador.
* Cabina protegida con barras de acero con la robustez necesaria para evitar accidentes y golpes que pueden provocar la muerte del operador en la eventualidad que las barras de perforación o kellies golpeen la misma.
* El equipo deberá contar con tapas o mallas de acero de protección sobre todos los sistemas de CORPORACIÓN que transmiten la potencia del motor a la mesa rotatoria de perforación. No se aceptarán equipos que tengan elementos giratorios a la vista y que puedan provocar accidentes.
* Todas las plataformas, pisaderas o vías de circulación peatonal sobre el equipo deberán ser de plancha antiderrapante para evitar accidentes y caídas.
* Todos los depósitos de combustible, de líquido hidráulico, etc. deberán estar empotrados y formar parte de la estructura del equipo de perforación. No se aceptarán equipos de perforación que se alimenten de combustible a través de bidones apoyados sobre el suelo y que este conectados al equipo tan solo por una manguera.
* El sistema de estabilización del equipo de perforación deberá ser a través de patas hidráulicas no siendo aceptable el uso de cuñas de madera, tablones y otros para lograr la estabilidad de la máquina.
* Todos los gases de combustión deberán ser adecuadamente direccionados a través de un escape en alto para evitar que los trabajadores inhalen los mismos.
* El equipo de perforación deberá contar de manera obligatoria con un silenciador adecuado para el tamaño del equipo para evitar la producción de ruido excesivo.

En caso de que el equipo de perforación sea montado sobre gomas el mismo deberá contar con cuñas en todos los ejes (ruedas), para garantizar que el equipo no se atascará en medio de los residuos de lodo de perforación que llenarán el lugar de trabajo. Este requisito no es necesario para equipos montados sobre orugas.

El equipo de perforación de pilotes deberá ser de tamaño suficiente para poder retirar camisas de acero recuperables que serán de uso obligatorio para evitar dañar el sistema de alcantarillado existente.

El equipo de perforación deberá encontrarse en perfecto estado de funcionamiento, no deberá presentar ninguna fuga de combustible, aceite o líquido hidráulico por ser estos elementos contaminantes. Todo equipo de perforación que no cumpla este requisito no podrá ingresar a la obra y aquel que presente fugas en obra deberá ser inmediatamente reparado o retirado y reemplazado por otro para continuar con los trabajos.

* **Camisa**

La perforación deberá estar protegida contra derrumbes y desmoronamientos en los primeros 2.0 metros como mínimo. La camisa será cilíndrica, construida de plancha de acero lisa, con diámetro interior mínimo igual al diámetro nominal del pilote. Esta camisa podrá ser perdida o recuperable.

* **Equipo de recirculación de lodo de perforación**

El equipo de recirculación del lodo de perforación deberá ser pequeño, portátil para permitir su traslado dentro de la obra. El equipo deberá contar con rejillas de protección tanto para el aspa del ventilador del radiador como para el aspa de la dragalina. También deberá contar con una tapa protectora para todos los elementos que conforman el motor. El equipo deberá contar con un receptáculo para la batería que sirve para el encendido del motor, así mismo deberá contar con un depósito de combustible adosado a la estructura de soporte del motor y deberá contar con un tablero de mando en el que se indiquen niveles de temperatura, presión de aceite, etc. y una llave de encendido. No se permitirá que los equipos de recirculación tengan piezas giratorias, o que generan calor, que se encuentren a la vista y sin protección o tanques de combustibles externos (como bidones con manguera apoyados sobre el terreno).

Todos los equipos de recirculación de lodo deberán tener silenciador para evitar la generación de ruido excesivo y escape en alto para direccionar adecuadamente los gases de combustión.

Las mangueras de reinyección del lodo en la perforación deberán estar exentas de roturas y fugas.

El Contratista deberá movilizar a la obra por lo menos dos equipos de recirculación de lodo de perforación. Uno de ellos siempre deberá estar en “stand-by” no siendo susceptible de pago o compensación alguna por estar en posición de espera.

* **Tubo tremie**

El tubo para hormigonado por flujo inverso o tubo tremie deberá ser de acero. No está permitido el uso de tubos de PVC u otro material. Los tubos de acero que conforman el tubo tremie deberán tener uniones bridadas ajustadas con pernos que permitan que la unión sea hermética y que el lodo de perforación no pueda penetrar dentro del mismo y contaminar el hormigón que se encuentra en su interior. Los tubos de acero que conforman el tremie deberán ser de longitudes iguales y deberán estar enumerados de manera correlativa para permitir un fácil control del proceso de hormigonado. El tubo tremie deberá tener un diámetro interior mínimo de 5” (12.7 cm) para garantizar que el hormigón fluya sin problemas durante el hormigonado.

* **Elementos de iluminación (solo aplica en caso de trabajo nocturno)**

Si el Contratista ve por conveniente realizar trabajos de perforación y/u hormigonado durante la noche, toda el área de trabajo y el área circundante al equipo de perforación (pilotera), los equipos de recirculación del lodo de perforación, áreas de preparación de hormigón, etc. deberán estar correctamente iluminadas. Los únicos elementos de iluminación aceptados serán las pantallas de haluro metálico, no estando permitido el uso de focos o bombillos salvo en áreas secundarias o de circulación. El Contratista deberá proveer la cantidad de pantallas de haluro metálico que vea conveniente y que el Supervisor encuentre satisfactorio, pudiendo este último solicitar el incremento de la cantidad de pantallas hasta cumplir el requisito de iluminación aceptable.

### **Ejecución**

Todo el procedimiento de perforación del pozo para el pilote, la preparación del hormigón, del acero de refuerzo deberá cumplir lo establecido en la norma FHWA GEC 010 (Publicación FHWA-NHI-10-016).

* **Procedimiento de perforación**
* Excavación fosa de lodos

Antes de empezar la perforación de los pilotes se realizarán 2 excavaciones de las fosas de lodos, que deberán ser de 2m x 2m x 1.5m con taludes de 1:1, siendo la fosa 1 para la decantación de la arena que saldrá del pozo de perforación y la fosa 2 será para el bombeo del lodo bentonítico que ingresará nuevamente a la perforación, estas dos fosas serán cercadas con cintas de precaución. Estas dos fosas de lodo deberán ser revestidas con geomembrana y cercadas con cintas de precaución para evitar accidentes.

Luego de tener las dos fosas concluidas se procederá a excavar manualmente un canal que comunique ambas fosas y un segundo canal para comunicar la fosa de decantación con el pozo a ser perforado para poder tener un circuito cerrado de circulación del lodo.

Una vez terminadas las fosas y los canales se instalará el equipo de recirculación del lodo de perforación o bomba de lodos en la fosa 2, la cual hará circular el lodo por todo el circuito.

Finalmente cuando se encuentre ya instalada la bomba de lodos se procederá a llenar las dos fosas con agua y posteriormente se introducirá la bentonita 24 horas antes del inicio de la primera perforación, para permitir su total hidratación.

Si el lodo puede ser reutilizado en sucesivas perforaciones de pilotes ya no será necesaria la espera de 24 horas.

A fin de conseguir la densidad requerida del lodo bentonítico se podrá añadir bentonita en cantidades reducidas sin la necesidad de esperar 24 horas.

Para la aprobación del uso del lodo bentonítico se medirá la densidad y viscosidad con un laboratorio de lodos a fin de que entre en los rangos establecidos en la norma.

Toda la bentonita será almacenada en un área asignada sobre palettes y cubierta con carpa.

* Proceso de Perforación

Antes de iniciar la perforación del pozo se introducirá una camisa metálica de 2.0 m sobre el punto ya asignado marcado con una estaca. Una vez enterrada la camisa metálica, se posicionará la broca de la máquina perforadora y se verificará la verticalidad de la torre con el fin de tener una perforación recta.

Con la ayuda de una herramienta en la punta del tubo de perforación (tubo kelly) se iniciara la perforación con rotación y circulación de lodo bentonítico.

En vista de que el tubo de perforación kelly es de menor longitud que la perforación requerida, se procederá a añadir barras de perforación de alargue, siendo estas extensiones unidas mediante roscas cónicas.

Una vez alcanzada la profundidad requerida, se procederá al desarenado del pozo mediante la recirculación del lodo bentonítico decantando la arena en las fosas uno y dos, para acelerar el proceso de desarenado es necesario limpiar manualmente las dos fosas y los canales constantemente. En caso de ser necesario el Contratista podrá usar un equipo desarenador del tipo cónico para acelerar el proceso de desarenado.

Para que el pozo sea aprobado para iniciar el hormigonado este deberá cumplir con los rangos de viscosidad, densidad, contenido de arena y PH establecidos en la norma FHWA GEC 010 (Publicación FHWA-NHI-10-016) y detallados en la siguiente tabla:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Propiedad del lodo bentonítico** | **Requisito** | **Método de prueba****(Método estándar API)** |
| Densidad (lb/ft3) | 64.3 a 72.0 | Balanza de densidad de lodos (API 13B-1) |
| Viscosidad (segundos/cuarto galón) | 28 a 50 | Cono de Marsh (API 13B-1) |
| pH | 8 a 11 | pHmetro de electrodo de vidrio o cintas de papel pH |
| Contenido de arena inmediatamente antes del hormigonado (% por volumen | < 4.0 % | Kit de contenido de arena (API 13B-1). |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Propiedad del lodo sintético o polímero** | **Requisito** | **Método de prueba****(Método estándar API)** |
| Densidad (lb/ft3) | ≤ 64.0 | Balanza de densidad de lodos (API 13B-1) |
| Viscosidad (segundos/cuarto galón) | 32 a 135 | Cono de Marsh (API 13B-1) |
| pH | 8 a 11.5 | pHmetro de electrodo de vidrio o cintas de papel pH |
| Contenido de arena inmediatamente antes del hormigonado (% por volumen | < 1.0 % | Kit de contenido de arena (API 13B-1). |

Las muestras de lodo para realizar las pruebas deberán ser obtenidas tanto de la superficie, de la mitad de la perforación y del fondo de la perforación. Las tres muestras obtenidas deberán entrar en los rangos establecidos en la tabla anterior.

**Proceso de elaboración y colocado de la armadura de refuerzo**

* Proceso de armado y doblado del acero de refuerzo para pilotes

 El canastillo deberá ser elaborado en obra de acuerdo a los planos de detalle.

El proceso de cilindrado de la espiral o el corte y doblado de los estribos se realizará de preferencia en empresas especializadas que realizan este trabajo a través de equipo computarizado y de manera totalmente mecanizada y automatizada prácticamente sin intervención del ser humano.

Alternativamente se podrá realizar este trabajo en obra enrollando el acero corrugado sobre un diámetro inferior al del refuerzo indicado en los planos. Este diámetro inferior se encuentra debidamente calculado de tal manera que cuando se ha terminado de doblar o cilindrar el acero, este trata de recobrar su forma recta y se produce un efecto “rebote” que hace que el diámetro de cilindrado se incremente obteniéndose como resultado el diámetro requerido de la espiral según planos.

Los aceros longitudinales principales no requieren trabajo alguno puesto que el canastillo usa barras de acero rectas sin ganchos ni dobleces de ningún tipo.

El paso final para la obtención del canastillo de acero de refuerzo consiste en asegurar las barras longitudinales a la espiral con ayuda de alambre de amarre corriente.

Concluido el proceso de fabricación de los canastillos de acero de refuerzo, estos se deberán almacenar sobre una cama de madera de construcción, para evitar su corrosión y contaminación.

Los canastillos de refuerzo contarán con separadores o centradores para garantizar que se cumpla el recubrimiento del acero de refuerzo detallado en los planos.

Aproximadamente cada dos metros se colocarán separadores de hormigón simple o de plástico/goma de forma cilíndrica tipo rueda, que permitirán el deslizamiento del canastillo a lo largo del pozo perforado, evitando trabas en su deslizamiento y permitiendo su corrimiento hasta el fondo de la perforación.

* Procedimiento de insertado del canastillo de acero de refuerzo

Cuando la perforación del pozo ha sido concluida, el lodo de perforación se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma FHWA GEC 010 (publicación FHWA-NHI-10-016) y el canastillo de acero de refuerzo esta revisado, liberado y aceptado, este será izado en segmentos con ayuda del mismo equipo de perforación.

Cuando el primer segmento del canastillo es izado, y este se encuentra colgando y en posición vertical, este debe ser introducido a la perforación con movimiento lento y regular.

Una vez que el primer segmento ha sido introducido a la perforación en su longitud total menos aproximadamente un metro, se procederá al trabado del canastillo con perfiles de acero preparados específicamente para ese propósito. De manera inmediata se procederá al izaje del segundo segmento siguiendo el mismo procedimiento. Una vez que el segundo segmento se encuentra colgando y en posición vertical se procede a descender la armadura hasta que esta se traslapa con la del primer segmento en una distancia aproximada de 1.0 metro o el valor mínimo establecido en la norma FHWA GEC 010 o el ACI 318-08. Se procederá a realizar el empalme con ayuda de grapas y alambre de amarre corriente. Una vez concluido el proceso de empalme, ambas piezas (el segmento 1 y el segmento 2) se descienden dentro de la perforación con movimiento lento y regular. Si existiesen más segmentos, el procedimiento se repite hasta llegar a la longitud de acero de refuerzo especificada en los planos.

Finalmente el último segmento es trabado con ganchos de sujeción de forma permanente a dos perfiles de acero que soportarán todo el canastillo hasta que el hormigón sea vertido en toda la longitud del pozo perforado. Los ganchos de sujeción quedan perdidos en el hormigón del pilote.

Queda expresamente PROHIBIDO el introducir el canastillo de acero de refuerzo solo con participación de personas, debiendo este ser izado e insertado con la participación del equipo de perforación o una grúa movilizada a obra para el efecto.

**Proceso de hormigonado**

* Insertado del tubo tremie para el hormigonado

Terminados los trabajos de perforación, preparación del lodo bentonítico, e introducción del canastillo de acero de refuerzo, descritos en los procedimientos específicos de perforación y armadura, se procederá a la introducción del tubo tremie para realizar el hormigonado del pilote. Este tubo tiene la misión específica de permitir el descenso del hormigón desde la superficie del terreno hasta el fondo de la perforación a través del lodo bentonítico evitando la contaminación del hormigón.

El tubo tremie a ser empleado deberá ser de acero de 5 pulgadas de diámetro y 13 metros de longitud, subdividido en módulos de 1.20~1.50 metros con uniones empernadas tipo brida, y con sellos de goma para evitar flujo de lodo bentonítico hacia el interior del tubo. La intención de la subdivisión en módulos es la de poder separar el tubo en una gran cantidad de combinaciones de longitud que permitan un adecuado hormigonado.

Cada módulo debe incluir dos “orejas” de acero que permitan atravesar barretas metálicas para trabar el tubo contra el suelo permitiendo que este quede suspendido para las operaciones de acople y desacople.

En la parte superior del tubo se instalará un embudo metálico que permita la recolección del hormigón del mixer o carrito hormigonero, y su conducción al interior del tubo tremie.

Es importante verificar que el tubo tremie tenga la misma profundidad que el hueco de perforación a fin de garantizar que el hormigón alcance el fondo de la perforación con el menor grado de contaminación posible.

 El tubo tremie será introducido en dos o tres segmentos previamente preparados sobre el suelo. Se procederá al izaje del primer segmento con la ayuda de la pilotera para ser introducido en el hueco de perforación. Con la ayuda de barretas atravesadas en el tremie se trabará el mismo contra el suelo. Seguidamente se deberá izar el segundo segmento de tubo tremie hasta posicionarlo sobre el primer segmento introducido para proceder al acople con asistencia de personal (colocado de sello de goma y empernado). Una vez logrado el acople se procederá a levantar el tubo acoplado con la pilotera, y al retiro de las barretas para permitir el descenso del tubo acoplado hasta el nivel del terreno y proceder al acople del último segmento con el mismo procedimiento. Finalmente se instalará el embudo con asistencia de personal.

* Proceso de preparación del hormigón

El hormigón deberá cumplir todas las especificaciones en cuanto a materiales y procedimiento de elaboración, transporte, colocación, muestreo de probetas, etc. que los hormigones para los otros elementos estructurales. El hormigón para pilotes deberá cumplir adicionalmente los siguientes requisitos:

* Revenimiento según cono de Abrams al momento del hormigonado = 20 cm.
* Contenido máximo de cemento = 400 kg/m3.
* Es obligatorio el uso de retardador de fraguado dosificado al valor máximo permitido por el catálogo del producto usado (por ej. Sika Plastiment HER dosificado al 0.5% del peso del cemento).
* Resistencia especificada, mínimo f’c = 210 kg/cm2 o la que se encuentra detallada en los planos.
* Está prohibido el uso de plastificantes y superplastificantes que no posean la habilidad de retardo de fraguado.

El hormigón deberá ser transportado a pie de perforación ya sea en camión hormigonero (mixer) o en carritos hormigoneros o carretillas.

* Proceso de hormigonado por flujo inverso

Instalado el tubo tremie se procede al hormigonado con la asistencia de los mixers/carritos hormigoneros/carretillas y el propio equipo de perforación, teniendo ciertos cuidados descritos a continuación.

Antes de verter el primer hormigón se instalará una pelota o tapón en la parte superior de tubo tremie. Dicho tapón tiene la función de evitar la mezcla entre el hormigón y el lodo bentonítico que se encuentra en el tubo tremie (dicho tapón separa al hormigón del lodo bentonítico). El hormigón empujará el tapón hacia abajo por efecto de su peso propio, desplazando la bentonita hacia la base de la perforación.

A fin de que el hormigón pueda salir por la punta del tubo tremie, este debe ser suspendido una altura de 30 cm sobre la base de la perforación. El primer hormigón que llega a la punta se mezclará con el lodo bentonítico, quedando contaminado y consiguientemente con densidad reducida. El hormigón que sigue en el tubo tremie es un hormigón no contaminado, y que por su densidad desplazará al hormigón contaminado hacia la superficie, al igual que al lodo bentonítico que yace sobre el hormigón contaminado. En este entendido, es de vital importancia que la punta del tubo tremie quede siempre por debajo de la cota de hormigón en un mínimo de 10 pies (3.0 metros) (art. 7.5.4., 9.3.3.1. norma FHWA GEC 010), como se ilustra en la figura.



Queda expresamente PROHIBIDO el manipular el tubo tremie con participación de personas, debiendo este ser izado, insertado, removido solo con ayuda del equipo de perforación.

Introducido el primer hormigón se continúa con el proceso hasta terminar el pilote con la asistencia de todos los mixers programados, sin embargo, es recomendable la extracción paulatina del tubo tremie a fin de que el mismo no quede atrapado por la fricción que ofrece la columna de hormigón que yace en la perforación.

El hormigonado concluye una vez que el hormigón emerge por el hueco de perforación.

Es necesario sobrehormigonar hasta que emerja y sea expulsado por rebalse todo el hormigón contaminado.

* Control de calidad del proceso de hormigonado

El control de calidad es uno de los puntos más importantes para garantizar un buen hormigonado, especialmente en este tipo de pilotes, ya que se trata de un hormigonado sumergido en lodo bentonítico. Se controlará principalmente la dosificación, el revenimiento, el levante y desarme del tubo tremie, la secuencia de hormigonado, y se tomarán cilindros de prueba para verificar la resistencia del hormigón.

El tubo tremie podrá ser suspendido y acortado a medida que el hormigón avance llenando el pozo perforado, pero siempre cuidando que la punta del tubo tremie esté embebida como mínimo 10 ft (3.0 metros) en el hormigón. Para este fin se medirá la profundidad del hormigón con ayuda de una cinta metrada o “wincha”, y la asistencia de una soga con un contrapeso amarrado en la punta. La superficie del hormigón es detectada por simple tacto cuando el contrapeso choca contra el hormigón dentro la perforación.

La secuencia de hormigonado será controlada a fin de registrar eventos de derrumbe que pudieran presentarse durante el hormigonado, y que pudieran comprometer la integridad del pilote. En este control el Contratista elaborará una curva volumen hormigonado versus profundidad del hormigón. Esta curva deberá ser contrastada con la curva teórica (considerando un pilote cilíndrico perfecto) y deberá reflejar la forma del pilote, el exceso de hormigón a distintos niveles, la posible infiltración de hormigón en corrientes de agua, y otros aspectos que permiten la toma de decisiones oportunas durante el hormigonado, a fin de garantizar un pilote integro (sin cortes ni discontinuidades).

## Prueba de integridad de pilotes según ASTM d 5882-07

También se debe tomar en de Integridad cuenta que el Supervisor puede solicitar la Prueba de Pilotes en forma aleatoria para cualquier pilote existente en la Obra. El costo de esta Prueba correrá a cargo del Contratista. A continuación se da un resumen de la Prueba de integridad.

### Definición

Este ítem comprende todos los trabajos necesarios para realizar las pruebas de integridad en pilotes de hormigón armado según lo establecido en la norma ASTM D5882-07 a fin de determinar la longitud de los pilotes y detectar fallas significativas que pudieran presentar a lo largo de toda su longitud. La prueba de integridad es un ensayo de verificación de calidad a ser realizado en todos los pilotes y no podrá ser reemplazado por los sistemas de control de calidad realizados durante la construcción de los pilotes.

### Materiales, herramientas y equipo

El contratista deberá proporcionar todos los materiales, herramientas y equipo necesarios para realización del presente ítem.

El equipo probador de integridad de pilotes o PIT (pile integrity tester) deberá ser de marca y calidad reconocida. Deberá contar con su respectivo certificado de calibración expedido por la empresa fabricante. El equipo deberá tener dos canales de entrada y ser capaz de registrar tanto la fuerza del golpe inicial como la velocidad de la onda que viaja a través del pilote. Equipos que solo registren la velocidad no serán aceptables.

El equipo PIT debe ir acompañado de un software original proporcionado por el mismo fabricante del equipo para realizar la interpretación de los resultados de campo. El software deberá poder graficar tanto el registro obtenido en campo como el resultado final en el que se llega a ver de manera clara la dimensión del pilote versus la profundidad.

### Procedimiento para la ejecución

 Obtención de datos en campo

Para la obtención de datos en campo se deberá previamente preparar la superficie de la cabeza del pilote dejando plana y lisa. Este trabajo de alisado podrá ser realizado en toda la cabeza del pilote o tan solo en el centro y en los cuatro puntos cardinales (N-S-E-O) a una distancia de 20 cm del centro del pilote.

El Contratista colocará el primer sensor acelerómetro sobre la superficie plana y lisa previamente preparada ubicada en el centro. Se realizará la toma de registros usando el equipo PIT y almacenando todos los datos obtenidos en la memoria del mismo. Se deberá realizar como mínimo 6 golpes por punto de toma de muestra. Esto es 6 golpes en el centro, 6 golpes al norte, 6 golpes al sud, etc. Se descartarán en el terreno los golpes que sean evidentemente malas lecturas debiendo repetirse la toma de datos cuantas veces sea necesario hasta obtener lecturas consistentes.

Si el Supervisor considera necesario se deberá realizar todo el proceso de toma de datos en campo con dos martillos diferentes y/o con dos acelerómetros diferentes para poder cruzar información.

En todos los casos el operador del equipo PIT deberá ser obligatoriamente un ingeniero civil que haya sido capacitado para operar dicho equipo, debiendo acompañar en los informes el correspondiente certificado de capacitación emitido por el fabricante.

###  Procesamiento y filtrado de datos en gabinete y presentación de informes

Una vez obtenidos los datos en campo, estos deben ser filtrados y procesados en gabinete.

Todos los trabajos realizados en gabinete deben ser realizados con software original producido por la misma empresa que fabrica el equipo PIT, no admitiéndose el uso de software pirata y/o de otra marca o fabricante de equipos.

Una vez concluido el trabajo de filtrado y procesamiento de los datos obtenidos en campo, el Contratista deberá presentar a la Supervisión los informes correspondientes en doble formato:

curvas de datos del tipo velocidad de onda vs. profundidad, y

gráficos de interpretación de la forma y longitud del pilote a partir de las curvas velocidad de onda vs. profundidad, como los mostrados en las figuras.





En todos los casos el operador del software de filtrado e interpretación del equipo PIT deberá ser obligatoriamente un ingeniero civil que haya sido capacitado para operar dicho software, debiendo acompañar en los informes el correspondiente certificado de capacitación emitido por el fabricante.

## MUROS CORTAFUEGOS

El muro estará compuesto por losas de fundación subterráneas de Hormigón Armado. El trabajo será muy prolijo y debe quedar agradable a la vista.

El espesor de las pantallas del muro tendrá un espesor mínimo de 25cm, y contará con refuerzos en ambas direcciones según se indique en planos, o por el supervisor.

Para la fabricación del Hormigón se deberá cumplir con el instructivo de Hormigón Armado así como también con el instructivo de Acero de Refuerzos.

En el muro corta fuegos se ejecutarán como mínimo 2 juntas de construcción horizontales cada 9 metros de altura. La bancada se apoyara sobre terreno mejorado.

Para las armaduras, la longitud de solape en barras de refuerzo verticales en los muros será de 840mm o lo que indique el supervisor.

En el caso de bancada de autotransformadores, reactores y transformadores de SS.AA, se preverán bolsones para recibir los pernos de anclaje, antes de hormigonar los bolsones con los pernos de anclaje, una vez posicionados, se aplicará puente de adherencia sikadur 32 gel en toda la superficie de contacto del hormigón endurecido. No se cortarán ni se eliminarán las barras de refuerzo que se encuentren en la zona del bolsón.

No se admitirán muros cortafuegos con bloques de hormigón, deberán ser obligatoriamente de hormigón armado.

## RECOMENDACIONES FINALES

En las subestaciones, se deberá tener especial cuidado en:

1. Fisuras en el concreto:
* Cuidar que no exista exceso de agua en la mezcla del concreto.
* Cuidar el curado del concreto.
* Cuidar la posición del acero.
* Tratamiento de juntas, sellándolas todas con SiKaSwell o producto equivalente.

# ACERO DE REFUERZO

## MATERIALES

El material a utilizarse en las estructuras, deberá satisfacer los requisitos de las especificaciones proporcionadas por la ASTM en sus grados intermedio y mínimo, con límites de fluencia mínimas de 5000 Kg/cm2, según la ASTM A706 y ASTM A615 para barras redondas corrugadas y barras redondas lisas de acero respectivamente, en los grados 60 y 40. Las mallas electrosoldadas que se utilicen en las obras tendrán un límite de fluencia de 490 MPa (4900 Kg./cm2) y deben cumplir con la Norma ASTM A185 si son lisas o con la Norma ASTM A497 si son corrugadas. Todos los materiales deben ser suministrados por el Contratista.

Los pesos y diámetros de las barras de refuerzo corrugado, a menos que se especifique lo contrario en planos o por el supervisor, para efectos de cobro serán:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **DIAMETRO NOMINAL** | **DIAMETRO** **REAL** | **PESO** **METRICO** |
| Mm | mm | Kg/m |
| 6 | 6.0 | 0.222 |
| 8 | 8.0 | 0.395 |
| 10 | 9.5 | 0.617 |
| 12 | 12.0 | 0.888 |
| 16 | 16.0 | 1.578 |
| 20 | 20.0 | 2.466 |
| 25 | 25.0 | 3.853 |
| 32 | 32.0 | 6.313 |

Todas las herramientas y equipo a utilizar deberán estar en condiciones aptas para realizar un trabajo con calidad y eficiencia.

## 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 doblado, debe identificarse con etiquetas que indiquen la procedencia, calidad y el diámetro del correspondiente del lote.

Las varillas se transportarán evitando que se doblen y se almacenarán 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. El acero de construcción no deberá estar sobre suelo descubierto. Se deberá evitar la humedad y estar cubierta en caso de lluvia.

## LISTAS Y PLANILLAS DE FIERROS

Cuando los planos no incluyan listas y planillas de fierros o cuando las presentadas en los planos sean indicativas, el Contratista debe prepararlas y enviarlas para la aprobación del Supervisor acompañadas de las memorias de cálculo respectivas y ordenar el doblado de las barras, una vez sean aprobadas.

Cuando los planos incluyan planillas de fierros, el Contratista debe analizarlos antes de proceder al corte y doblado del refuerzo. Si encuentra discrepancias o inconsistencias con los planos de construcción debe notificarlo por escrito al Supervisor quien determinará el doblado definitivo.

## 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, que deben ser mostrados a detalle en los planos a generarse.

Todo el refuerzo debe colocarse en la posición exacta mostrada en los planos; debe asegurarse con alambre y mantenerse en posición por medio de bloques de mortero prefabricados (galletas), espaciadores, caballetes metálicos, u otros dispositivos aprobados por el Supervisor, para prevenir su desplazamiento durante la colocación del hormigón. No se permitirá 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 el Supervisor. En ningún caso podrá utilizarse soldadura.

El recubrimiento mínimo del refuerzo deberá estar indicado en los planos. El recubrimiento mínimo para el caso de construcciones en subestaciones deberá ser 5 cm para cimentaciones y mayor o igual a 3cm para vigas y columnas.

En el momento de colocación del hormigón, las barras de refuerzo deben estar limpias de óxidos, tierra, escombros, pintura, grasas y de cualquier otra sustancia que pueda disminuir su adherencia con el hormigón.

Durante la colocación del hormigón, el mortero fresco que salpique a las armaduras y se haya resecado, deberá ser eliminado antes que quede incorporado al hormigón, necesariamente el ingeniero residente de obra deberá solicitar a supervisión la revisión y aprobación de la limpieza de armaduras antes del vaciado.

La Supervisión dará su autorización por escrito para la iniciación del hormigonado, siempre y cuando se verifique que se están cumpliendo con los planos de diseño y las especificaciones técnicas correspondientes.

## GANCHOS, DOBLECES Y EMPALMES AL TRASLAPO

Los empalmes de las barras y su localización deben estar claramente indicados en los planos a ser generados por el Contratista.

Todo empalme no indicado en los planos requerirá la autorización del Supervisor. No se permitirán empalmes soldados. Los empalmes en barras adyacentes deben localizarse de manera que no queden todos en una misma sección, en caso extremo se permitirá traslapar un máximo del 50% del acero en la misma sección alternado.

Salvo lo indicado en los planos, los recubrimientos, la longitud de los empalmes, los radios de doblez y las dimensiones de los ganchos de anclaje deben cumplir lo especificado al respecto en las Norma Boliviana Sismorresistente.

El radio mínimo de doblado, salvo indicación contraria en los planos será:

* Acero 2400 Kg/cm2 (fatiga de fluencia): 10 veces el diámetro
* Acero 4200 Kg/cm2 (fatiga de fluencia): 13 veces el diámetro
* Acero 5000 Kg/cm2 o más (fatiga de fluencia): 15 veces el diámetro

## Limpieza

El refuerzo debe colocarse con precisión y debe estar adecuadamente asegurado antes de colocar el hormigón, de igual manera se limpiarán apropiadamente todas las áreas donde se lo coloque, mediante cepillos de acero, librándolas de polvo, barro, grasas, pinturas y todo aquello que disminuya la adherencia.

Si en el momento de colocar el hormigón existieran barras con mortero u hormigón endurecido, éstos se deberán eliminar completamente.

# FUNDACIONES/BASES

## DESCRIPCIÓN

Esta sección contiene las actividades requeridas para el diseño y la construcción de las fundaciones en general de acuerdo con las dimensiones, características, materiales y detalles mostrados en los planos o con las instrucciones del Supervisor. Además los documentos mencionados en el punto 1 son complementarios a esta especificación técnica.

El Contratista debe realizar el diseño de las fundaciones de acuerdo a los planos[[1]](#footnote-1)\* y a los pesos suministrados. Debe realizar los cálculos que sean necesarios para el correcto montaje de las estructuras y de los equipos.

El diseño de las fundaciones debe ejecutarse de acuerdo con el espectro de respuesta sísmico de diseño elaborado para cada una de las Subestaciones conforme a la Norma Boliviana sismo resistente.

Se deja claramente establecido que la fundación transformadores y Reactores deben ser Losa de Fundación; el uso de pilotes dependerá de los estudios realizados por el contratista.

En la construcción de las fundaciones se deben tener en cuenta las excavaciones estructurales, rellenos (con material de banco de préstamo en caso que el terreno natural cuente con sales o agentes agresivos para el hormigón armado), hormigones primarios y secundarios, refuerzo, elementos metálicos embebidos y otros accesorios localizados en los sitios indicados en los planos o por el Supervisor.

## MATERIALES

Las fundaciones serán diseñadas para su construcción en hormigón armado, con las resistencias y detalles que deben estar indicados en los documentos y planos a ser generados, teniendo prevista la utilización del acero de refuerzo, los elementos metálicos y los accesorios previstos.

## EJECUCIÓN DEL TRABAJO

El Contratista suministrará el equipo, mano de obra y materiales que se requieran para ejecutar los trabajos de acuerdo con los planos, la documentación generada en el diseño y a satisfacción del Supervisor de ENDE CORPORACIÓN.

Las profundidades de los cimientos que sean indicadas en los planos se consideran aproximadas; sin embargo, el Supervisor podrá ordenar que se efectúen los cambios que considere necesarios para obtener una cimentación satisfactoria y segura.

El fondo de las excavaciones que recibirán los hormigones debe ser terminado cuidadosamente a mano o con maquinaria hasta darle las dimensiones que sean indicadas en los planos o por el Supervisor. Las superficies así preparadas deben humedecerse y apisonarse con herramientas adecuadas para darles una buena compactación, de manera que constituyan una fundación firme para las estructuras de hormigón que soportarán.

Luego de colocado el acero de refuerzo se procede a realizar el vaciado del hormigón de acuerdo con las indicaciones de los planos. Los procedimientos para la construcción de las fundaciones deben garantizar la calidad de las estructuras construidas.

Antes de vaciar el hormigón primario debe tenerse especial cuidado y tomar todas las precauciones del caso para que los pernos de anclaje queden correctamente fijados y embebidos en el hormigón y alineados de acuerdo con las indicaciones de los planos, y para que no se formen vacíos, grietas ni hormigueros en los sitios donde se instalan. Para esto, el Contratista debe suministrar plantillas u otros elementos que considere convenientes y necesarios para garantizar la localización exacta de los pernos.

Durante el vaciado del hormigón de los pedestales se debe verificar que los pernos no se desplacen o inclinen.

Las fundaciones para pórticos y equipos deben ser terminadas con un hormigón secundario que se coloca después del montaje y nivelación de las estructuras metálicas. En Obras Civiles Generales se indica los aditivos que deben ser tomados en cuenta en las subestaciones.

Antes de vaciar los hormigones secundarios, se deberá aplicar a la superficie del hormigón primario un adherente epóxico aprobado por el Supervisor que garantice la plena adherencia del hormigón endurecido con el hormigón fresco.

El Contratista debe tener en cuenta que antes del vaciado del hormigón, se deben dejar los pases para las tuberías de conexión de los equipos a los zanjas y de la conexión a la malla de puesta a tierra.

Los pedestales deben construirse con el bombeo indicado en los planos de tal forma que se evite la acumulación del agua en la superficie.

La construcción de las fundaciones debe incluir los ductos requeridos como accesos para conexiones de equipos a zanjas y conexiones a la malla de puesta a tierra, de acuerdo con las indicaciones de los planos y las especificaciones correspondientes en cuanto a la clase de ductos y su sistema de instalación, teniendo en cuenta que los ductos entre la fundación del equipo y la cámara de jalado se construyen con tubería metálica galvanizada y los ductos entre la cámara de jalado y la zanja se construyen con tubería PVC, en los diámetros, tipos y secciones que se indiquen en los planos.

La ejecución de los trabajos deben incluir la colocación de las tuberías de PVC o de hierro galvanizado, las protecciones, los hormigones de empotramiento, las cajas de conexión necesarias, los rellenos, cambio de material y los demás elementos que sean requeridos para la ejecución de los trabajos a satisfacción del Supervisor, de acuerdo con las especificaciones correspondientes a cada una de las actividades.

Deben considerarse tanto las conexiones de los equipos cuyo acceso se realiza hacia un solo polo y las conexiones cuando el acceso de los equipos se realiza hacia tres polos, de acuerdo con los detalles de los planos (considerar las características de los equipos a proveer).

# DEMOLICIONES

## DESCRIPCIÓN

Se refiere a los trabajos necesarios para la demolición de obras existentes en el sitio del proyecto que interfieren con las obras proyectadas, en los sitios indicados en los planos o en aquellos que ordene el Supervisor.

Además los documentos mencionados en el punto 1 son complementarios a esta especificación técnica.

## EJECUCIÓN DEL TRABAJO

El Contratista suministrará los materiales, equipos, mano de obra y demás elementos necesarios para la correcta y completa ejecución de las demoliciones requeridas hasta las profundidades y límites indicados en los planos o autorizados por el Supervisor. La demolición incluye cualquier costo que incurra por limpieza y acarreo del material.

El Contratista deberá demoler parcial o totalmente, según lo indique el Supervisor, las obras existentes que interfieran con la obra a construir.

Durante la ejecución de las demoliciones deberá ponerse especial cuidado en no afectar obras adyacentes no programadas para demolición, protegiéndolas debidamente con métodos y medios aprobados por el Supervisor.

Se hace énfasis en el cuidado que se debe tener en cuenta con los equipos y cables energizados para lo cual el Contratista requerirá la autorización expresa del Supervisor para proceder a la respectiva demolición.

Los trabajos de demolición se deben ejecutar de manera que no produzcan daños a las instalaciones o a otras obras existentes que deben preservarse. Si los trabajos implican interrupción en las redes de servicios públicos (energía, teléfono, acueducto, etc.), el Contratista debe tomar las medidas adecuadas para efectuar los arreglos necesarios, contribuyendo a que se minimicen las duraciones de las interrupciones del caso.

El Contratista debe proteger las edificaciones y estructuras vecinas a las que se han de demoler, y debe construir las defensas para su estabilidad o protección y aquellas indispensables para la seguridad de las personas; las zanjas resultantes deben ser llenadas con el material y el método adecuado, previamente aprobado por el Supervisor. Los daños ocasionados a elementos adyacentes serán reparados a completa satisfacción de ENDE CORPORACIÓN por cuenta y costo del Contratista.

Los materiales provenientes de demoliciones serán retirados de la obra por el Contratista y dispuestos de acuerdo con las instrucciones del Supervisor. Cuando a juicio del Supervisor éstos sean reutilizables por ENDE CORPORACIÓN en la obra que se ejecuta o en otra obra, deberán ser dispuestas por el Contratista en los sitios que para su conservación indique el Supervisor, y serán de propiedad de ENDE CORPORACIÓN.

Si alguna de las obras demolidas debe reconstruirse, esta operación se hará de acuerdo con lo dispuesto en estas especificaciones para cada tipo de obra.

El Contratista será responsable de todo daño causado, directa o indirectamente, a personas, al medio ambiente, así como a las instalaciones, equipos o propiedades cuya destrucción o avería no estén previstos, quedando ENDE CORPORACIÓN libre de cualquier riesgo por colapso total o parcial.

Cualquier daño a terceros y/o bienes u otros como consecuencia de malas prácticas y/o equipos deficientes, uso inapropiado de equipos y el personal deberá ser solucionado por el Contratista inmediatamente a su cuenta y costo.

# ELEMENTOS METÁLICOS

## DESCRIPCIÓN

Estas especificaciones se refieren también al acabado y enlucido final de todos los elementos metálicos que se incorporen a las obras.

Las ejecuciones anteriores incluyen el suministro completo de materiales, accesorios, herramientas, equipos y demás elementos requeridos para ejecutar el trabajo, conforme se indica en los planos y se estipula en estas especificaciones.

## MATERIALES

Los materiales que se utilizarán para la construcción y montaje de elementos metálicos serán suministrados en su totalidad por el Contratista y deben ser nuevos, de primera calidad y requerirán la aceptación previa del Supervisor, antes de su colocación en la obra. En términos generales deben cumplir con las especificaciones que se describen a continuación.

### ACERO ESTRUCTURAL

Los elementos de acero estructural cumplirán con las especificaciones de calidad de la Norma ASTM A36. Los tubos, platinas y anclajes que no queden embebidos en el hormigón, deben ser de acero galvanizado en caliente, siguiendo los requerimientos de la Norma ASTM A123, muestras de las cuales deben ser aprobadas con anterioridad por el Supervisor.

### SOLDADURAS

Todas las soldaduras que se requieran para los trabajos de taller y montaje, relacionadas con los elementos metálicos descritos en este capítulo, deben cumplir con la última versión de la norma de la AWS D 1-1.

### TORNILLOS Y PERNOS DE ANCLAJE

Las dimensiones, tolerancias, tipo y material de los tornillos y tuercas para las estructuras descritas en estas especificaciones deben estar en conformidad con las publicaciones ASTM A394 para tornillos y ASTM A563 para arandelas y tuercas, y deben galvanizarse en caliente de acuerdo con la publicación ASTM A153.

En la fabricación de los tornillos se debe tener especial cuidado con el tratamiento térmico a que son sometidos para evitar las pérdidas de resistencia mecánica que ocasiona el proceso de fabricación; por esto, el fabricante debe garantizar por medio de certificados de pruebas de laboratorio que las propiedades mecánicas de los tornillos son las requeridas por las normas.

El suministro de las estructuras metálicas debe incluir todos los tornillos, tuercas y arandelas requeridos para el correcto armado de las mismas; y todos los pernos de anclaje para la fijación de las estructuras a la fundación, teniendo en cuenta lo siguiente:

1. Las longitudes de los tornillos para estructuras se deben obtener dependiendo de los espesores de las partes conectadas, de tal manera que la parte roscada de los mismos esté fuera del plano de cizalladura.
2. Las dimensiones diametrales de las roscas y del vástago de los tornillos debe estar conforme a las publicaciones ANSI B1.1, B18.2.1 y B18.2.2.
3. Las cabezas de los tornillos y tuercas deben ser de forma hexagonal.
4. Con cada tornillo se debe suministrar como mínimo una tuerca hexagonal, una arandela plana y una arandela de presión.
5. Las arandelas deben ser fabricadas en conformidad con la publicación ANSI B 18.2.2 .

Cuando se requieran arandelas adicionales para los tornillos, estas podrán ser arandelas galvanizadas simples fabricadas en acero ANSI 1024 y en conformidad con la publicación SAE J 403.

Todos los tornillos deben llevar en la cabeza una marca legible que indique la calidad del acero.

Los pernos de anclaje deben ser suministrados por el Contratista y deberán ser fabricados con los materiales y dimensiones indicados en los planos. El suministro deberá incluir tuerca de nivelación, arandela de presión, tuerca de apriete, y contratuerca. Los pernos de anclaje deberán ser galvanizados en caliente, no en toda su longitud, sino en la parte que queda a la intemperie después de la construcción. El galvanizado en caliente se realizará antes de la construcción.

Las dimensiones, tolerancias, tipo y material de los pernos de anclaje para las estructuras deben estar en conformidad con la publicación SAE 1016 y galvanizados en caliente sólo en el sector roscado, de acuerdo con la publicación ASTM A153 y su diseño estará de acuerdo con el ASCE - Boletín No. 52.

### PERNOS AUTO-PORTANTES O DE EXPANSIÓN

Los pernos del tipo auto-portantes o de expansión para aplicación con martillo neumático, serán del tipo igual o su equivalente a los producidos por las marcas HILTI o RED HEAD, o a los recomendados por el Contratista con previa aprobación del Supervisor.

Las características de cada perno deben ser adecuadas para la utilización que se propone y el Contratista debe contar con la herramienta adecuada para su colocación. Tanto el tipo de perno como la herramienta utilizada y el sistema de aplicación, deben ser aprobados por el Supervisor con anterioridad a su instalación

### PINTURAS

Todos los elementos metálicos que no queden embebidos en el hormigón y para los cuales no se exija que sean galvanizados tendrán el siguiente tratamiento en su cara exterior, previa remoción de rebabas, escamas y manchas de óxido mediante sistemas y materiales adecuados, se aplicarán dos manos de pintura anticorrosiva amarilla a base de Cromato de Zinc y sobre esta superficie, después de cumplir las especificaciones de secado del fabricante, se aplicará una pintura de acabado que le sea compatible cuyas características y color serán definidos en los planos o por el Supervisor. En ambientes altamente corrosivos la pintura de acabado debe estar compuesta por resinas alquídicas, epóxicas o en base bituminosa, especificaciones que deben ser indicadas en los planos u ordenada por el Supervisor.

### REJAS Y REJILLAS METÁLICAS

Se utilizarán para cubrir zonas de fosos colectores de aceite, cunetas, sumideros, etc. Estas deben ajustar con exactitud sobre las aberturas y tener suficiente tolerancia para su fácil colocación y remoción.

Las rejillas deben descansar en forma pareja en los marcos embebidos y apoyarse con uniformidad para evitar movimiento bajo carga.

Deben fabricarse con las dimensiones y perfiles de los diámetros a ser diseñados por el Contratista, deben estar indicados y detallados en los planos de construcción a generarse, y pintarse o galvanizarse según se indiquen en los planos de construcción o en estas especificaciones.

### TAPAS DE ZANJAS

Las tapas de las zanjas de las edificaciones deberán ser metálicas realizadas a medida de la zanja construida con rigidizadores internos a lo largo de la tapa previamente aprobado por ENDE CORPORACIÓN, mismo que debe ser de la mejor calidad y con los acabados que deben estar especificados en los planos. Las tapas deberán contar con ganchos y deben ser galvanizados en caliente.

Estas tapas se fabricarán con las dimensiones mostradas en los planos en una sola unidad, no se aceptarán soldaduras de empate en cada tapa. No deberán quedar puntas o bordes filudos. La medida deberá ser confirmada en obra para que su dimensión sea exacta y encaje perfectamente en sus soportes y con las tapas adyacentes.

Para la movilización de paneles, el fabricante debe suministrar ventosas o dispositivos con capacidad de levantar adecuadamente los paneles de aluminio y en la cantidad que sea especificada por el diseñador.

## MANEJO DE ELEMENTOS METÁLICOS EMBEBIDOS

El Contratista instalará los pernos de anclaje, platinas, ángulos y las tuberías que deben quedar embebidas en el hormigón.

Antes de vaciar el hormigón primario debe tenerse especial cuidado y tomar todas las precauciones del caso para que dichos elementos queden correctamente fijados y embebidos en el hormigón y para que no se formen vacíos, grietas, ni cangrejeras en los sitios donde se instalan.

Los huecos para montaje de elementos metálicos deben localizarse de acuerdo con lo indicado en los planos o con las instrucciones del Supervisor.

En caso que los elementos metálicos no puedan colocarse satisfactoriamente por mala posición de los anclajes, el Contratista debe corregirlos a su costo hasta dejarlos en el sitio indicado, utilizando procedimientos que no afecten la calidad o apariencia de estos elementos.

En el caso que los elementos metálicos se fijen al hormigón con posterioridad a la fundida del mismo, las cavidades dejadas para tal fin se llenarán con mortero mezclado con un expansor (SIKA o su equivalente de otra marca), previamente aprobado por el Supervisor.

Será obligación del Contratista, localizar y dejar los elementos metálicos embebidos en el hormigón, correctamente orientados con las distancias y posiciones indicadas en los planos de construcción.

El Contratista presentará para la aprobación de ENDE CORPORACIÓN, los procedimientos de colocación de los pernos de anclaje y debe garantizar que los pernos queden instalados de acuerdo con los detalles de los planos.

# UNIDAD DE MEDIDA

Las cantidades expresadas en los formularios y/o planos enviados en el Pliego de Condiciones, son las cantidades mínimas consideradas por ENDE CORPORACIÓN para la ejecución del proyecto. Si el proponente al revisar la documentación, juzgará prudente incrementar alguna cantidad o añadir algún ítem, debe prorratear esto en sus diferentes ítems de pago. El Contratista deberá prever las cantidades finales a ser construidas, de manera de cumplir el alcance mínimo considerado por ENDE CORPORACIÓN. No se reconocerán costos adicionales por incremento en las cantidades finales o ítems añadidos, que resulten de la ejecución de las obras.

1. \* Los planos a los cuales se hace referencia en este documento, son los que surgen de la ingeniería de detalle realizado por el contratista. [↑](#footnote-ref-1)