EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD

especificación técnica

OBRAS CIVILES GENERALES

******

**Contenido**

[1. INTRODUCCIÓN 5](#_Toc268782758)

[2. GENERALIDADES 5](#_Toc268782759)

[2.1. DISEÑO 5](#_Toc268782760)

[2.2. INFORMES DE AVANCE 8](#_Toc268782761)

[2.3. NORMAS DE REFERENCIA 8](#_Toc268782762)

[2.4. PERSONAL DE DIRECCIÓN Y SUPERVISIÓN 9](#_Toc268782763)

[2.5. APLICACIÓN Y CONTROL DEL PLAN DE MANEJO AMBIENTAL 10](#_Toc268782764)

[2.6. PROCEDIMIENTOS DE CONSTRUCCIÓN 10](#_Toc268782765)

[2.7. MANUALES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 11](#_Toc268782766)

[2.8. GARANTíAS 12](#_Toc268782767)

[2.9. MATERIALES 12](#_Toc268782768)

[2.10. PRECAUCIONES, PREVENCIÓN DE ACCIDENTES Y MEDIDAS DE SEGURIDAD 13](#_Toc268782769)

[2.11. DESVIACIONES DE LAS ESPECIFICACIONES 13](#_Toc268782770)

[2.12. DEFINICIONES TÉCNICAS 14](#_Toc268782771)

[3. MOVILIZACIÓN E INSTALACIONES 16](#_Toc268782772)

[3.1. DESCRIPCIÓN 16](#_Toc268782773)

[3.2. OFICINAS, TALLERES Y OTRAS INSTALACIONES PROVISIONALES 17](#_Toc268782774)

[3.3. ORDEN, LIMPIEZA Y VIGILANCIA DURANTE LA CONSTRUCCIÓN 20](#_Toc268782775)

[3.4. REMOCIÓN DE LAS INSTALACIONES DE CONSTRUCCIÓN 20](#_Toc268782776)

[4. LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO 21](#_Toc268782777)

[4.1. DESCRIPCIÓN 21](#_Toc268782778)

[4.2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 21](#_Toc268782779)

[5. DEMOLICIONES 22](#_Toc268782780)

[5.1. DESCRIPCIÓN 22](#_Toc268782781)

[5.2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 22](#_Toc268782782)

[6. OBRAS EN HORMIGÓN 23](#_Toc268782783)

[6.1. DESCRIPCIÓN 23](#_Toc268782784)

[6.2. MATERIALES 23](#_Toc268782785)

[6.3. DISEÑO Y PROPORCIONES DE LA MEZCLA 28](#_Toc268782786)

[6.4. EQUIPO DEL CONTRATISTA 29](#_Toc268782787)

[6.5. PRODUCCIÓN DE LA MEZCLA 31](#_Toc268782788)

[6.6. TRANSPORTE Y COLOCACIÓN DE LA MEZCLA 32](#_Toc268782789)

[6.7. PROTECCIÓN Y CURADO 34](#_Toc268782790)

[6.8. REMOCIÓN DE FORMALETAS 35](#_Toc268782791)

[6.9. ACABADOS Y REPARACIONES 36](#_Toc268782792)

[6.10. LIMPIEZA 38](#_Toc268782793)

[6.11. ENSAYOS DE RESISTENCIA PARA LA EVALUACIÓN Y ACEPTACIÓN DEL HORMIGÓN 38](#_Toc268782794)

[6.12. HORMIGÓN SECUNDARIO 39](#_Toc268782795)

[6.13. BLOQUES Y ELEMENTOS PREFABRICADOS EN HORMIGÓN 39](#_Toc268782796)

[6.14. TAPAS DE HORMIGÓN PARA ZANJAS Y CAJAS 39](#_Toc268782797)

[6.15. JUNTAS Y SELLOS 40](#_Toc268782798)

[6.16. ANCLAJES Y ELEMENTOS EMBEBIDOS EN HORMIGÓN 41](#_Toc268782799)

[6.17. TOLERANCIAS 42](#_Toc268782800)

[6.18. MORTEROS 43](#_Toc268782801)

[7. ACERO DE REFUERZO 45](#_Toc268782802)

[7.1. DESCRIPCIÓN 45](#_Toc268782803)

[7.2. MATERIALES 45](#_Toc268782804)

[7.3. SUMINISTRO Y ALMACENAMIENTO 45](#_Toc268782805)

[7.4. LISTAS Y PLANILLAS DE FIERROS 45](#_Toc268782806)

[7.5. COLOCACIÓN DEL REFUERZO 46](#_Toc268782807)

[7.6. GANCHOS, DOBLECES Y EMPALMES AL TRASLAPO 46](#_Toc268782808)

[8. ELEMENTOS METÁLICOS 46](#_Toc268782809)

[8.1. DESCRIPCIÓN 46](#_Toc268782810)

[8.2. MATERIALES 47](#_Toc268782811)

[8.3. MANEJO DE ELEMENTOS METÁLICOS EMBEBIDOS 50](#_Toc268782812)

[9. UNIDAD DE MEDIDA 50](#_Toc268782813)

[9.1. MOVILIZACIÓN E INSTALACIONES 50](#_Toc268782814)

[9.2. LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO 52](#_Toc268782815)

[9.3. DEMOLICIONES 52](#_Toc268782816)

[9.4. OBRAS EN HORMIGÓN 52](#_Toc268782817)

[9.5. ACERO DE REFUERZO 52](#_Toc268782818)

[9.6. ELEMENTOS METÁLICOS 53](#_Toc268782819)

# INTRODUCCIÓN

En esta sección se consignan las especificaciones técnicas generales que rigen el diseño y construcción de las obras civiles para la subestación Lucianita. Tanto el diseño como la construcción de todas las obras civiles son responsabilidad del Contratista y hacen parte de este Contrato.

La Supervisión se reserva la facultad de introducir durante la construcción, modificaciones que esclarezcan y/o complementen estas especificaciones de acuerdo al Contrato.

Las especificaciones técnicas de obra civil están agrupadas por módulos que asocian actividades comunes a los diferentes tipos de estructuras que conforman una subestación.

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 los demás módulos de 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 el diseño y la construcción de las obras civiles del Contrato y en la presentación de planos, manuales, pruebas y memorias de cálculo que se requieran en la ejecución de dichas obras. 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.

## DISEÑO

### ALCANCE

Este capítulo tiene como objeto describir guías de diseño en los aspectos pertinentes a planos, manuales, pruebas y memorias de cálculo.

ENDE en el futuro podrá hacer uso de toda la documentación técnica que se produzca dentro del desarrollo del Contrato, sin ninguna restricción y cuando lo considere conveniente, ya sea en el desarrollo de este Contrato, en el desarrollo de contratos con otras firmas o en el desarrollo de actividades internas y del sector eléctrico.

Asimismo, el Contratista debe tener en cuenta que los costos que se derivan de lo estipulado en este capítulo deben estar incluidos en los gastos de administración.

Toda la documentación relacionada con el proyecto debe utilizar el sistema internacional de unidades, “SI”.

El Contratista debe someter a la aprobación de ENDE, el material y la calidad de los documentos en cuanto a la calidad del papel, tipo de tinta, forma de presentación, etc., para los segundos originales, reproducibles, copias de planos y en general para toda la información que suministre en formato físico y digital.

### LISTA DE DOCUMENTOS

Dentro de los 60 días siguientes a partir de la firma del Contrato, el Contratista debe presentar para aprobación, tres copias a ENDE de la "Lista de documentos", la cual debe incluir al menos la siguiente documentación:

1. Programa de trabajo detallado acorde con las obras a realizarse en el proyecto.
2. Estudio de suelos de cada una de las subestaciones.
3. Análisis sísmico de la localización de cada una de las subestaciones.
4. Planos de:

* Topografía.
* Obras civiles.
  + Edificaciones (arquitectónicos, estructurales, etc.)
  + Fundaciones equipos de patio (replanteo, estructurales, etc.)
* Instalaciones hidráulico – sanitarias.
* Aire acondicionado.
* Instalaciones eléctricas.
* Estructuras metálicas.
* Sistema contra incendio.

1. Manuales de mantenimiento.
2. Memorias de cálculo.

La lista de documentos debe ser elaborada de forma tal, que pueda ser actualizada durante el desarrollo del Contrato, para tal fin, esta debe incluir la siguiente información:

1. Descripción.
2. Código asignado por el Contratista.
3. Código asignado por ENDE.
4. Fecha prevista para suministro de la documentación.
5. Índices de revisión, cada una de estas con la siguiente información:

### PLANOS

Los planos de los diferentes fabricantes, deben tomarse como la base de los planos que el Contratista debe preparar y presentar como “Planos de Construcción”.

En general cuando en este documento se habla de “Planos” se está haciendo referencia a los planos de construcción que se generarán en la ingeniería de detalle realizado por el Contratista, los cuales deben incluir todos los detalles referidos en este documento.

Para la elaboración de los planos el Contratista debe considerar los siguientes aspectos:

1. Debe haber elaborado y presentado memoria de cálculo o justificación del diseño cumpliendo los requerimientos de estas especificaciones.
2. Los planos deben ser completamente claros, contener secciones y detalles completos para la ejecución de las obras.
3. Los planos se deben elaborar siguiendo las pautas estipuladas en las publicaciones pertinentes y para esto deben utilizar formatos de la serie ISO-A para equipos electromecánicos ó ISO-B1 para el caso de Arquitectura y Obras Civiles.

Una vez finalizadas las obras civiles deben actualizarse los planos de construcción y editarse una revisión denominada “Según lo construido” (As built), que incluye todas las modificaciones hechas en obra debidamente aprobadas por la Supervisión. Los planos “Según lo construido” se deben suministrar en formato DWG para ser procesado por AUTOCAD (Versión 2000 o superior). Para tal fin el Contratista debe suministrar dos copias de dicha documentación en discos compactos (CD) y tres copias en papel, con un índice para cada uno de estos que relacione el código asignado por el Contratista al plano y la identificación del archivo que contiene dicho plano. ENDE revisará la calidad y precisión de la información producida y solicitará los ajustes que estime necesarios.

El Contratista debe realizar el levantamiento topográfico de cada una de las subestaciones en las que va a trabajar así como el replanteo y la nivelación de las líneas y puntos existentes. Toda esta información se registrará en el terreno y los correspondientes cálculos en carteras adecuadas, de las cuales dos (2) copias deberán ser entregadas a ENDE, junto con tres (3) copias y un (1) original reproducible de los planos, secciones y cuadros explicativos. El Contratista deberá entregar además copia de los archivos magnéticos que surjan de estos cálculos.

El Contratista deberá mantener informada a ENDE con suficiente anticipación, acerca de las fechas y lugares en que proyecte realizar cualquier trabajo que requiera líneas y cotas para que tales datos puedan ser aprobados oportunamente. La conservación de las referencias correrá por cuenta del Contratista.

Para realizar trabajos en instalaciones de otros es necesario informar oportunamente a ENDE para la coordinación respectiva y no dará lugar a reclamos en caso de no poder ejecutar los trabajos.

## INFORMES DE AVANCE

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

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

## NORMAS DE REFERENCIA

En caso de que se presente ambigüedad en la terminología técnica relacionada con el proyecto, prevalecerá la definición que se estipule en la Norma Boliviana Sismorresistente.

Las especificaciones o normas bajo las cuales se deben ejecutar las obras se presentan en los diferentes módulos de Especificaciones de Obra Civil, o en los planos, o en las Normas Bolivianas y deben estar acorde con los requerimientos del Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA) y con las resoluciones vigentes expedidas por el Ministerio del Medio Ambiente y Agua. También se aplicarán como normativas, las recomendaciones de los fabricantes de los materiales y equipos que se utilizarán en la construcción de las obras y las normas emitidas por las entidades que se mencionan a continuación:

* AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials.
* AASHO: Standard Specification for Highway Materials and Methods of Sampling and Testing.
* ACI: American Concrete Institute.
* AISC: American Institute of Steel Construction.
* AISI: American Iron and Steel Institute.
* ASCE: American Society of Civil Engineers.
* ASTM: American Society for Testing and Materials.
* AWS: American Welding Society.
* IES: Illuminating Engineering Society.
* IEC: International Electro technical Commission.
* NEC: National Electric Code.
* NEMA: National Electric Manufacturers Association.
* NFPA: National Fire Protection Association.

## 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. El número de profesionales deberá ser suficiente para garantizar el trabajo profesional de todas las obras que se construyan.

Los profesionales y técnicos 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 de su libre nombramiento y remoción, 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 y en las edificaciones el apoyo de un 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.

Este ingeniero tendrá a su cargo la dirección de la obra y representará al Contratista en el desarrollo de los trabajos. Deberá tener mínimo 5 años de experiencia en construcción de obras de complejidad similar y experiencia en la construcción o Supervisión de una subestación con nivel de tensión 115 kV o superior; 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.

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, 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 así lo exige, cuando el avance y organización de las obras no sean satisfactorias para ENDE.

## 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 al ingeniero residente; sin embargo el seguimiento y control a la ejecución de las obras definidas en el plan de manejo ambiental estará a cargo de un técnico en el área ambiental quién coordinará dichas labores y mantendrá informado al ingeniero residente de 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 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 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 ítemes 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, sobre la utilización de las mismas.

Al finalizar los trabajos, el Contratista debe entregar a ENDE, copia de los planos, manuales, pruebas y memorias de cálculo 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.

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 ítemes 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 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.

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, zanjas, agua potable y alcantarillado.
* Ladrillos o cerámicos para las fachadas y pisos.
* Tejas de cubiertas y/o calamina industrial.
* Pintura para exteriores e interiores.

## GARANTíAS

El Contratista deberá entregar los certificados de garantía de los equipos según lo indicado en la especificación de cada uno de estos. Asimismo, el Contratista entregará los certificados de estabilidad de obras civiles por un plazo de 12 meses contados a partir de la entrega final de las instalaciones, de acuerdo a las instrucciones del supervisor.

## 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 que no hayan sido especificados en particular debe ser sometidos previamente a aprobación y en lo posible deben satisfacer las exigencias de las normas aplicables indicadas por ENDE.

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

Todos los equipos deben tener placas legibles y durables con las características básicas, precauciones e instrucciones mínimas de operación. El diseño y las leyendas de las placas deben ser sometidas a aprobación de ENDE en cuanto a tamaños, texto, materiales, colores, etc. Todas las leyendas deben ser en idioma español.

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.

El Contratista debe estudiar y planear el pedido y entrega de los suministros para que los materiales y elementos se encuentren disponibles en el sitio de obras o en los sitios de fabricación en el momento necesario para cumplir el programa de obra.

## 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 trabaja 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, 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 ítemes 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 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 o del Supervisor, 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 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 ítemes 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 ítemes que asocian movimientos de tierra y producción de estériles. El contratista debe presentar a ENDE, el permiso correspondiente, caso contrario no estará autorizado para realizar dicho trabajo.

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 ítemes 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 ítemes 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 ítemes 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 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. 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.
3. 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.
4. Construir y mantener los caminos de acceso, 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. Deberá considerarse la pendiente máxima permitida para que el transporte de equipos pesados no tenga inconvenientes en el recorrido hasta la subestación.
5. 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.
6. Mantener en buen estado los equipos de construcción, plantas, campamentos y demás elementos necesarios para la normal operación de las actividades de este Contrato.
7. Una vez terminado el trabajo, el Contratista debe retirar de las zonas todos los materiales sobrantes, instalaciones, equipos, etc.

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

## 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 provisionales 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, y siempre que dicha utilización no interfiera con la obra o con las obras de otros Contratistas de ENDE. 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.

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 y del Supervisor, y debe someter a la aprobación de ENDE 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

Las instalaciones para el personal de ENDE y del Supervisor deben contar con los servicios básicos, agua y luz, se deben construir con materiales sólidos y durables (no se permite madera) tales como ladrillo de arcilla, bloques de hormigón o materiales prefabricados de hormigón o fibrocemento. Las instalaciones deben estar correctamente terminadas y pintadas y, deberán garantizar el buen funcionamiento de los servicios. 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 conservará a su costo 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 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 ítemes del Contrato ya que no habrá ningún pago por este concepto.

ENDE y sus representantes o delegados tendrán acceso a las instalaciones provisionales del Contratista y a los de sus subcontratistas. ENDE o sus representantes en la obra podrán exigir al Contratista modificaciones en las obras provisionales construidas por éste, para que cumplan con todos 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 y sin que ello de 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.

### 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, 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 toma de agua potable, la 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 debe diseñar y construir a su costo, un sistema de disposición de residuos líquidos y sólidos que cumpla los requerimientos del la autoridad ambiental competente. Los planos del sistema y los permisos requeridos, deben ser sometidos a la aprobación de la autoridad ambiental. El Contratista deberá mantener durante el período de construcción, una batería de servicios sanitarios que corresponde a uno por cada quince (15) trabajadores. Toda vez que las fosas sépticas se colmaten, debe preveer dentro de su costo la extracción de excretas y limpieza.

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.

### 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 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 no será responsable de ellos.

## 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 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 ó las instrucciones del Supervisor.

El Contratista se obliga a suministrar y mantener durante la ejecución del Contrato comisiones de topografía 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 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.

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.

# 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.

## 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.

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 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 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.

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.

# OBRAS EN HORMIGÓN

## DESCRIPCIÓN

En esta sección 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, estructuras menores y elementos prefabricados de conformidad con las dimensiones indicadas en los planos estructurales u ordenadas por el Supervisor.

## 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, el Supervisor podrá solicitar un laboratorio para dichos ensayos.

### CEMENTO

El cemento debe ser Pórtland tipo IP-40 u otro tipo seleccionado por el Contratista y previamente aprobado por el Supervisor. 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/o especificaciones técnicas, 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.

### 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.

El Supervisor podrá solicitar al Contratista los resultados de los análisis químicos del agua que se utilizará en la elaboración de los hormigones en la obra. El costo por estos estudios están a cuenta del Contratista.

### 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.

6.2.5.1 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).

6.2.5.2 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.

6.2.5.3 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. El ensayo de laboratorio podrá ser requerido por el supervisor y el costo por este servicio corre a cuenta del contratista.

### 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.

### 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.

### 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. El Supervisor puede rechazar la mezcla si no cumple con los requisitos de plasticidad y asentamiento.

## 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.

Cuando las superficies del hormigón vayan a recibir acabado, las formaletas deben colocarse en tal forma que las marcas de las juntas queden alineadas horizontal y verticalmente. Las formaletas que se utilicen en cada una de las superficies que vayan a recibir dicho acabado, deben ser del mismo tipo.

## 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 de 50 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.

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.

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. En donde lo indiquen los planos o el Supervisor, se colocará una capa de hormigón pobre de espesor mínimo de 5 cm en el fondo de la excavación y a la cota requerida.

### 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 f’c = 17,5 MPa (180 Kg./cm2) adicionado con agregado ciclópeo, cuyo tamaño máximo no exceda de 20 cm y en una cantidad aproximada del 50% 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.

## PROTECCIÓN Y CURADO

El hormigón recién colocado 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.

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.

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.

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.

## REMOCIÓN DE FORMALETAS

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.

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.

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.

6.9.3.1 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.

6.9.3.2 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.

## 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 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 de f'c = 21 MPa (210 Kg/cm2), limitando el tamaño máximo del agregado a 12,7 mm.

## TAPAS DE HORMIGÓN PARA ZANJAS Y CAJAS

Se construirán con materiales que cumplan con las estipulaciones indicadas en este capítulo en lo relativo a agregados, cemento, aditivos, sistemas de construcción y curado. En la utilización del agregado grueso debe limitarse el tamaño a un máximo de 12,7 mm. Las asas y herrajes se ajustarán en todo a lo estipulado para acero de refuerzo y elementos metálicos en estas especificaciones.

No se aceptarán tapas con aristas desbordadas o superficies irregulares que no permitan su asiento firme y uniforme en los muros de la zanja o caja; la formaleta debe ser aprobada por el Supervisor antes de iniciar los vaciados.

## 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.

### 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 Pórtland 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 =17,5 MPa (180 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.

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.

# ACERO DE REFUERZO

## DESCRIPCIÓN

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.

## MATERIALES

Se utilizarán barras redondas lisas que cumplan la Norma ASTM A615 y barras redondas corrugadas que cumplan la Norma ASTM A706, con un límite de fluencia certificado de 240 MPa (2400 Kg./cm2) y de 420 MPa (4200 Kg./cm2) respectivamente. 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.

## 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.

## 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.

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.

## 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.

# ELEMENTOS METÁLICOS

## DESCRIPCIÓN

En esta sección se especifican 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 de la presente licitación.

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.

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 similar 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 del edificio de control podrán ser prefabricadas en aluminio fundido o en el material que el Contratista recomiende y que sea previamente aprobado por ENDE debe ser de la mejor calidad y con los acabados que deben estar especificados en los planos. Si se emplean las tapas en aluminio tendrán una resistencia mínima de 80 MPa, para una carga concentrada en el centro, la deflexión máxima para dicha carga será de 0,001 m.

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 diseñista.

### CARRILERAS

El Contratista deberá realizar el diseño de todos los tramos de carrileras en vías y las carrileras para reactores o autotransformadores y plasmarlos en los planos de construcción para su posterior construcción. El trabajo comprende el suministro e instalación de todos los elementos metálicos que conforman la carrilera como son: rieles, pernos distanciadores, “U” es de anclaje, platinas y pernos de fijación y elementos para continuidad eléctrica de los rieles.

Los pernos distanciadores, “U”es de anclaje, platinas y pernos de fijación, serán de acero de calidad ASTM A36, las platinas de cruce podrán ser de acero fundido o forjado (no de hierro fundido) o de cualquier material seleccionado por el Contratista con la previa aprobación del Supervisor, los rieles deberán cumplir con las especificaciones de la Norma ASTM 759. En caso de no haber fabricación nacional, el Contratista deberá importarlos y suministrarlos en tiempo oportuno. No se permitirá el corte de los rieles mediante el empleo de oxiacetileno; los cortes necesarios se efectuarán mediante el empleo de cortadoras mecánicas.

Salvo indicación contraria en los planos, los tramos de riel no serán menores de 2 m. El Contratista deberá someter a aprobación del Supervisor el corte de los rieles.

## 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, 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

## MOVILIZACIÓN E INSTALACIONES

Para los trabajos generales de movilización e instalación no se deben presentar costos por separado. El costo de dichas actividades debe incluirse dentro de los costos unitarios de los ítemes del Contrato. En ellos se incluirán los costos relativos a:

1. Licitación y legalización del Contrato.
2. Adquisición, suministro, movilización e instalación de todos los equipos de construcción hasta las áreas de trabajo incluyendo seguros, impuestos y cualquier otro gasto relacionado con el suministro de dichos equipos.
3. 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.
4. Planeamiento, construcción y mantenimiento en buen estado de las instalaciones que se requieran, incluyendo la construcción de todas las oficinas, talleres, almacenes, bodegas, y el mantenimiento en buen estado de los equipos de construcción necesarios para la normal operación de las actividades del Contratista.
5. Suministrar y atender los servicios y las instalaciones necesarias para el abastecimiento de agua, energía, comunicaciones, alcantarillado y, manejo de residuos líquidos y sólidos, vigilancia, médico, etc., cuyo costo debe ser incluido dentro de los costos unitarios de los ítemes del Contrato.
6. Construir y mantener los accesos y 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.
7. El mantenimiento de las vías y accesos dentro o fuera de los sitios en construcción, que utilice el Contratista para la ejecución de los trabajos, los cuales deben repararse en su totalidad por cuenta del mismo si en ellos se causan deterioros como resultado de la operación de los equipos y vehículos del Contratista.
8. El mantenimiento y reparación de las vías que como consecuencia de la continua utilización por parte de los equipos y vehículos del Contratista resulten deterioradas.
9. 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.

El Contratista no tendrá derecho a reclamar ajustes por motivo de las variaciones o ampliaciones que requiera hacer en sus instalaciones o equipos durante la ejecución de los trabajos, aunque no hayan sido contempladas en sus programas originales y hayan sido aprobados por el Supervisor.

## LOCALIZACIÓN Y REPLANTEO

Los costos imputables a las actividades de localización y replanteo tales como mantenimiento, transporte, equipos, certificados de laboratorio, salarios y prestaciones sociales del personal empleado, deben incluirse dentro de los costos unitarios de los ítemes del Contrato.

## DEMOLICIONES

La unidad de medida para el cálculo de los costos de las demoliciones se efectuará en la posición original del elemento a demoler y se aproximará al décimo de cada unidad de medida las unidades se definen a continuación:

* Zanjas metro lineal (m).
* Cunetas, cajas y cámaras de inspección metro lineal (m).
* Bordillos metro lineal (m).

Estos costos incluyen los materiales, equipo y mano de obra para las demoliciones, el retiro y disposición del material no reutilizable, almacenamiento y limpieza de los materiales reutilizables.

## OBRAS EN HORMIGÓN

Los costos asociados a la producción, colocación, reparación, curado y protección de los hormigones deben incluirse en el cálculo de los costos del ítem que involucra este material.

El Contratista deberá incluir en su estimativo todos los elementos que la componen tales como: fabricación y colocación del hormigón pobre, el suministro e instalación de la formaleta, la fabricación, transporte y colocación del hormigón, los aditivos requeridos, las juntas requeridas, el retiro de la formaleta, el curado del hormigón, los ensayos requeridos para verificación de la calidad de los materiales y todos los demás insumos requeridos para la correcta ejecución del trabajo a satisfacción del Supervisor.

## ACERO DE REFUERZO

Los costos asociados al suministro, transporte, doblado y colocación del acero de refuerzo deben incluirse en los cálculos de los costos del ítem que involucra este material.

El Contratista deberá incluir en su estimativo todos los elementos que la componen tales como: trabajos de localización y control, suministro, doblado y colocación del acero requerido, la mano de obra de doblado y los demás elementos requeridos para su colocación en la estructura, tales como alambres, espaciadores, cubos de mortero para garantizar el recubrimiento requeridos, etc.

## ELEMENTOS METÁLICOS

Los costos asociados con los elementos metálicos deben incluirse en los cálculos de los costos de las estructuras u otros ítemes que involucran estos materiales.

El Contratista deberá incluir en su estimativo el suministro de todos los materiales, mano de obra, equipos, andamios, pintura, transporte y demás elementos requeridos para la correcta ejecución de los trabajos a satisfacción del Supervisor.

Dentro de los cálculos de los costos de los elementos metálicos deben incluirse aquellos elementos que son adicionales a una estructura, que hacen parte de la protección de la misma o que sirven como soporte para adicionar otros elementos, tales como platinas, ángulos de soporte, pernos, barras de anclaje, tuberías metálicas y demás.