EMPRESA NACIONAL DE ELECTRICIDAD

especificación técnica

OBRAS CIVILES EXTERIORES

******

contenido

[1. INTRODUCCIÓN 5](#_Toc268798299)

[2. CERRAMIENTOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS 5](#_Toc268798300)

[2.1. CERRAMIENTO EN MALLA OLÍMPICA y muro de ladrillo 5](#_Toc268798301)

[2.1.1. MATERIALES 5](#_Toc268798302)

[2.1.2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 6](#_Toc268798303)

[2.2. PUERTAS DE ACCESO EN TUBERÍA METÁLICA Y MALLA OLÍMPICA 7](#_Toc268798304)

[2.2.1. MATERIALES 7](#_Toc268798305)

[2.2.2. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 7](#_Toc268798306)

[2.3. PROTECCIÓN DE TALUDES 8](#_Toc268798307)

[2.3.1. REVESTIMIENTOS EN MAMPOSTERÍA DE PIEDRA 8](#_Toc268798308)

[2.3.2. MUROS EN GAVIONES 9](#_Toc268798309)

[2.3.3. MUROS DE CONTENCIÓN EN HORMIGÓN 10](#_Toc268798310)

[2.3.4. ESTRUCTURAS DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA 10](#_Toc268798311)

[2.3.5. ENGRAMADOS 10](#_Toc268798312)

[2.3.6. EMPRADIZACIÓN 11](#_Toc268798313)

[2.3.7. SIEMBRA DE ESPECIES ORNAMENTALES 11](#_Toc268798314)

[2.4. SEÑALIZACIÓN INTERIOR 11](#_Toc268798315)

[2.5. LIMPIEZA FINAL 11](#_Toc268798316)

[3. VÍAS (empedrado) 12](#_Toc268798317)

[3.1. Descripción 12](#_Toc268798318)

[3.2. Materiales, herramientas y equipo 12](#_Toc268798319)

[3.3. Procedimiento para la ejecución 13](#_Toc268798320)

[3.4. Medición 14](#_Toc268798321)

[3.5. Pago 15](#_Toc268798322)

[4. INSTALACIONES ELÉCTRICAS 15](#_Toc268798323)

[4.1. DESCRIPCIÓN 15](#_Toc268798324)

[4.2. PLANOS Y DISEÑO 16](#_Toc268798325)

[4.3. COORDINACIÓN DEL SUMINISTRO 16](#_Toc268798326)

[4.4. NORMAS 17](#_Toc268798327)

[4.5. MATERIALES 17](#_Toc268798328)

[4.5.1. POSTES Y MÁSTILES 18](#_Toc268798329)

[4.5.2. CONDUITS Y DUCTOS 18](#_Toc268798330)

[4.5.3. CAJAS DE PASO, CAJAS DE EMPALME Y ACCESORIOS 18](#_Toc268798331)

[4.5.4. CONDUCTORES AISLADOS 19](#_Toc268798332)

[4.5.5. ACCESORIOS PARA ALuMBRADO 19](#_Toc268798333)

[4.5.6. SISTEMA DE ILUMINACIÓN 19](#_Toc268798334)

[4.5.7. TOMACORRIENTES INDUSTRIALES PARA SISTEMA PORTÁTIL DE ALUMBRADO 20](#_Toc268798335)

[4.5.8. GABINETE DE CONTROL DE ALUMBRADO EXTERIOR 20](#_Toc268798336)

[4.6. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 21](#_Toc268798337)

[4.6.1. GABINETES 21](#_Toc268798338)

[4.6.2. CONDUITS Y ACCESORIOS 21](#_Toc268798339)

[4.6.3. CABLES Y ACCESORIOS 23](#_Toc268798340)

[4.6.4. ILUMINACIÓN EXTERIOR 24](#_Toc268798341)

[4.7. INSPECCIÓN FINAL Y PRUEBAS 25](#_Toc268798342)

[4.8. MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO 26](#_Toc268798343)

[5. SISTEMA DE DRENAJE EXTERIOR 26](#_Toc268798344)

[5.1. DESCRIPCIÓN 26](#_Toc268798345)

[5.2. MATERIALES 26](#_Toc268798346)

[5.3. EJECUCIÓN DEL TRABAJO 27](#_Toc268798347)

[5.3.1. CUNETAS EN HORMIGÓN 27](#_Toc268798348)

[5.3.2. CONSTRUCCIÓN DE COLECTORES E INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS 27](#_Toc268798349)

[5.3.3. PRUEBA DE LAS TUBERÍAS 28](#_Toc268798350)

[5.3.4. CAJAS DE INSPECCIÓN 29](#_Toc268798351)

[5.3.5. CAJAS DE EMPALME 29](#_Toc268798352)

[5.3.6. CÁMARAS RECEPTORAS 29](#_Toc268798353)

[5.3.7. CÁMARAS DE INSPECCIÓN 30](#_Toc268798354)

[5.3.8. SUMIDEROS PARA VÍAS 30](#_Toc268798355)

# INTRODUCCIÓN

Este documento es aplicable a la ejecución del proyecto de construcción de la subestación Lucianita y contiene las especificaciones técnicas para la construcción de las obras exteriores, tales como cerramientos, vías, sistemas de drenaje y alimentadores de energía.

Todas las actividades relacionadas con hormigón, acero de refuerzo y elementos metálicos, deben cumplir con los requerimientos especificados en las secciones correspondientes a cada uno de ellos, contenidas en el documento “Obras Civiles Generales”.

Todas las actividades relacionadas con movimiento de tierras, y entre ellas las excavaciones y los rellenos estructurales, deben cumplir con los requerimientos especificados en el documento “Movimiento de Tierras”.

Todas las actividades relacionadas con la gestión ambiental deben cumplir con los requerimientos establecidos en Estudio y Evaluación de Impacto Ambiental.

Por tanto, son documentos complementarios a estas especificaciones:

* “OBRAS CIVILES GENERALES”.
* “OBRAS CIVILES EXTERIORES”.
* “MOVIMIENTO DE TIERRAS”.
* Estudio y Evaluación de Impacto Ambiental (EEIA).

# CERRAMIENTOS Y OBRAS COMPLEMENTARIAS

## CERRAMIENTO EN MALLA OLÍMPICA y muro de ladrillo

En esta sección se describen las condiciones para la construcción e instalación de cercos en malla metálica olímpica con cimientos de hormigón ciclópeo y muro de ladrillo, malla de alambre galvanizada, puertas en tubería metálica galvanizada con malla olímpica en el centro, hiladas de alambre de púas amarrados a los postes de soporte de la malla, de acuerdo con los alineamientos y detalles indicados en los planos, en estas especificaciones o las indicaciones del Supervisor.

### MATERIALES

En general todos los materiales y elementos deben cumplir las normas de calidad que se especifican a continuación:

Hormigón ciclópeo f’c = 210 kg/cm2 (21 MPa).

Hormigón ciclópeo f’c = 180 kg/cm2 (17,5 MPa).

La malla olímpica, estará constituida por alambre galvanizado en caliente por doble inmersión, del calibre que esté indicado en los planos.

La malla perimetral rematará en tres hiladas de alambre de púas de doble hilo con púas de cuatro puntas en alambre galvanizado en los calibres indicados en los planos y colocado donde estos así lo indiquen.

La malla y alambrado se soportarán y sujetarán a columnas de hormigón armado.

El remate en la corona del muro de cimientos de hormigón ciclópeo, en el cual la malla quedará embebida y asegurada tal y como debe estar mostrada en los planos.

Se intercalaran longitudes de 6 metros de muro de ladrillo y 4 metros de longitud con malla olímpica o como indique el supervisor.

### EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Para cerramientos con sobrecimiento, este se conformará de hormigón ciclópeo en las dimensiones seleccionadas, utilizando el mortero de pegado especificado.

Los postes de tubería metálica galvanizada, provistos que se construirá al interior de la subestación, con sus detalles y dimensiones de codos, tapones y accesorios necesarios para instalación de la malla y el alambre de púas deben estar debidamente aplomados y alineados. El espaciamiento de los postes estará indicado en los planos. En todas las esquinas y mínimo cada 20 m en los tramos rectos se colocarán “pie de amigo” como arrostramientos. Estos elementos serán de tubería metálica galvanizada y se colocarán con una inclinación entre 30° y 45° con la vertical fijados a ambos lados del poste arriostrado. Los postes y los "pie de amigo" tendrán un empotramiento mínimo de 50 cm en el machón o columna de hormigón que amarra el sobrecimiento. Los postes metálicos verticales irán soldados a los “pie de amigo”.

En la malla perimetral, en la parte superior de los tubos verticales, se agregará mediante soldadura, un tramo de tubo del mismo diámetro en la longitud requerida, formando un ángulo de 45° con la vertical, sobre los cuales se instalarán las hiladas de alambre de púas galvanizado.

La instalación de la malla se podrá hacer en forma continua, después de transcurridos 5 días de vaciados los cimientos, colocados los postes o de tubería metálica en su sitio.

Cada poste debe fijar la malla con alambre galvanizado del calibre de diseño que debe estar indicado en los planos, en mínimo cuatro puntos diferentes, garantizando que la malla quede templada en ambas direcciones. Los empalmes trenzados en la malla deben ejecutarse antes de su instalación y se someterán a la aprobación del Supervisor. Los empalmes entre diferentes secciones de malla deben hacerse utilizando la costura normal de trenzado de construcción y en lo posible deben coincidir con los postes metálicos sobre los cuales se asegura la malla.

Una vez fijada y templada la malla, se vaciará el mortero de bombeo en los casos de cerramientos con sobrecimiento.

El acabado final de la malla se hará con la aplicación de la pintura y los tratamientos superficiales que sean necesarios y que deben ser indicados en los planos.

Si en algún sitio de la cerca se daña el galvanizado éste debe ser reemplazado, por cuenta del Contratista sin costo adicional para el proyecto.

## PUERTAS DE ACCESO EN TUBERÍA METÁLICA Y MALLA OLÍMPICA

Donde lo indique el diseño, el Contratista debe suministrar e instalar puertas en tubería galvanizada y malla olímpica, detalles y dimensiones que deben ser mostrados en los planos, incluyendo los sistemas de operación, monitoreo, control y comunicaciones solicitados. El Contratista deberá presentar para aprobación del Supervisor, el diseño detallado.

Los cimientos para los postes de las puertas de acceso, se construirán en hormigón armado y deben llevarse hasta una profundidad tal, que garanticen un empotramiento firme y seguro. Las columnas para soportar las puertas de acceso serán en hormigón armado de f'c = 21 MPa.

### MATERIALES

Los materiales utilizados en la construcción de las puertas de cerramiento deben cumplir con los requisitos que se enumeran a continuación.

Las tuberías metálicas deben ser de acero galvanizado tipo pesado, con las dimensiones y el calibre indicados en los planos. Los electrodos y los procedimientos de soldadura se adaptarán a la clase de material a soldar, espesores y formas de las juntas que deben estar indicadas en los planos o señaladas por el Supervisor y a las posiciones en que las soldaduras deban realizarse para garantizar que el metal quede depositado satisfactoriamente en toda la longitud y en todo el espesor de la junta y reduzcan al mínimo las distorsiones y los esfuerzos por la retracción del material. Las soldaduras deben cumplir con la última versión de la Norma de la AWS D1-1.

La malla debe ser galvanizada en caliente por doble inmersión y deben aplicarse tratamientos y pinturas que deben estar indicados en los planos.

Los elementos de fijación y rotación deben garantizar la apertura suave y silenciosa de la puerta con mínimo mantenimiento. Las puertas deben montarse y desmontarse fácilmente y a la vez, ser robustas y con suficientes elementos de fijación que garanticen adecuada resistencia a los intentos de violación. En puertas corredizas, deben preverse mínimo cuatro ruedas en el apoyo inferior.

### EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Consiste en construir la obra civil requerida, fabricar las puertas e instalarlas con sus estructuras. El Contratista presentará los planos de taller con detalles y especificaciones de los equipos a suministrar, para revisión del Supervisor, antes de iniciar la fabricación y colocación de las puertas.

## PROTECCIÓN DE TALUDES

El Contratista será responsable por la estabilidad de los taludes. En este sentido, debe hacer el máximo esfuerzo en implementar los procedimientos de construcción ágiles y efectivos que minimicen el riesgo de falla de los taludes, proponiendo para aprobación del Supervisor, cuando se requiera, acciones y medidas de control adicionales a las especificadas.

Donde lo determine el diseño o lo ordene el Supervisor, se deben ejecutar las obras necesarias para proteger los taludes de cortes o terraplenes de los efectos perjudiciales de la erosión o arrastre de materiales.

En general la protección de los taludes contra la erosión o el deslizamiento, se ejecutará mediante la construcción de revestimientos en mampostería de piedra, drenes horizontales, muros de gaviones, muros de contención en hormigón armado o ciclópeo, engramados según las condiciones particulares del suelo o la inclinación y altura de cada talud.

Los taludes húmedos deben drenarse mediante la construcción de drenes horizontales o filtros y cunetas de coronación, de acuerdo con las instrucciones del Supervisor.

Cuando se construyan revestimientos o estructuras de drenaje en hormigón o mampostería de piedra, debe preverse un filtro longitudinal paralelo al muro en la parte posterior y dentro del cuerpo del revestimiento o del muro, una serie de "perforaciones", para permitir la evacuación de las aguas freáticas o de infiltración.

### REVESTIMIENTOS EN MAMPOSTERÍA DE PIEDRA

Este trabajo comprende el suministro y colocación de todos los materiales necesarios para el revestimiento en piedra con mortero sobre cunetas, taludes de terraplenes y cortes, o de otras áreas del proyecto, se indique en los planos o lo ordene el Supervisor.

#### MATERIALES

El material granular que conforma la piedra puede ser aluvial o de cantera de forma aplanada, con tamaños entre 10 cm y 20 cm para la dimensión mayor; el material a utilizar debe contar con la previa autorización del Supervisor. El espesor de las piedras deberá ser mínimo de 5 cm. Se utilizará mortero con proporciones 1:0,25:4 para cemento, cal y arena.

#### EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Consiste en cubrir con piedra pegada con mortero las áreas indicadas en los planos de construcción o determinadas por el Supervisor. Primero se deben limpiar y perfilar las áreas a cubrir, luego se realiza el vaciado del mortero y se coloca la piedra previamente lavada y húmeda, libre de exudaciones, asentándolas de tal forma que los espacios en mortero entre ellas sean uniformes y la superficie final del área quede en las cotas indicadas en los planos y libre de promontorios o depresiones locales.

### MUROS EN GAVIONES

El trabajo al cual se refiere esta especificación consiste en la construcción de muros de gaviones, los cuales estarán constituidos por mallas metálicas de forma prismática llenas de piedra, de acuerdo con las dimensiones, perfiles, secciones y alineamientos indicados en los planos de construcción u ordenados por el Supervisor.

#### MATERIALES

Los gaviones serán fabricados con una malla olímpica de triple torsión, con alambre calibre BWG No. 10 cuyas aberturas tendrán como máximo 7,5 cm de lado. El alambre galvanizado que conforma la canasta deberá cumplir con la norma ASTM A-90.

El alambre para hacer los amarres de las aristas del gavión y el utilizado en los tirantes y templetes deberá ser de calibre BWG No. 12 como mínimo. También cumplirá la norma ASTM A-90.

El material utilizado para el relleno de los gaviones estará compuesto por fragmentos de roca o cantos rodados sanos, resistentes y durables con tamaños entre 10 y 30 cm. No se permite el uso de material descompuesto, fracturado o que contenga arcillas, margas, fragmentos de lutita o "pizarra".

#### EJECUCIÓN DEL TRABAJO

El terreno de fundación deberá nivelarse adecuadamente, retirando los materiales sueltos u orgánicos que se encuentren. Si la calidad del terreno de fundación no es buena, a criterio del Supervisor deberá construirse una capa de base en arena y grava de 15 cm de espesor. Sobre el terreno así preparado, se colocarán los gaviones de base, en el sitio exacto donde han de quedar definitivamente.

Se inicia entonces el llenado de los gaviones manteniéndolos firmes y en posición correcta, colocando los tensores transversales debidamente espaciados. La colocación del material de relleno se hará a mano, depositando el de mayor tamaño en la periferia de manera tal que se obtenga una masa rocosa bien gradada, con mínimo porcentaje de vacíos y con las superficies de contacto, entre gaviones, parejas y alineadas. Se debe evitar la acumulación del material de menor tamaño en una sola zona del volumen. No se permitirá el llenado por cualquier método que facilite la segregación de los materiales.

Durante el llenado deberán colocarse y amarrarse correctamente los tensores o tirantes transversales en el primer tercio y los dos tercios de la altura, separados cada 50 cm. Los templetes o tirantes longitudinales se colocarán cada 50 cm en la mitad de la altura del gavión. Todas las aristas del gavión deben amarrarse firmemente a las correspondientes del gavión vecino. Las costuras de las aristas deben ejecutarse completas por módulo.

### MUROS DE CONTENCIÓN EN HORMIGÓN

El trabajo al cual se refiere esta especificación consiste en la construcción de muros de contención en hormigón, los cuales se construirán de acuerdo con la calidad del suelo, la topografía del terreno, las dimensiones, perfiles, secciones y alineamientos que deben estar indicados en los planos u ordenados por el Supervisor, y teniendo en cuenta la capacidad portante del suelo de tal forma que soporte el terreno y/o la estructura a construir.

#### MATERIALES

Para la construcción de los muros de contención se utilizará hormigón simple o armado, lo cual debe estar claramente especificado en los planos a generarse.

Los filtros y drenajes que se requieran, se construirán de acuerdo con lo especificado en este documento.

Para la impermeabilización de los muros, se utilizarán los materiales especificados para impermeabilizar estructuras de hormigón y deben estar indicadas en los planos.

#### EJECUCIÓN DEL TRABAJO

El terreno de fundación deberá nivelarse adecuadamente, retirando los materiales sueltos u orgánicos que se encuentren. Al realizar las excavaciones se deben tomar las precauciones necesarias para no desestabilizar los terrenos adyacentes. Antes de iniciar el vaciado del hormigón, se deben dejar incrustados en los muros los tubos de salida para los drenajes que se requieran, de acuerdo a las especificaciones indicadas en los planos a generarse y con las condiciones del nivel freático.

La ejecución de las excavaciones, la colocación de formaletas, el vaciado, curado y protección del hormigón, la colocación del acero de refuerzo, la aplicación de impermeabilizantes, la construcción de filtros y rellenos estructurales, se seguirán las especificaciones para cada tipo de obra, los detalles que deben estar claramente mostrados en los planos y las indicaciones del Supervisor.

### ESTRUCTURAS DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA

Donde se requiera según diseño o de acuerdo a las instrucciones del Supervisor se construirán estructuras de disipación de energía en mampostería de piedra u hormigón, con todas las características y detalle que deberán estar especificadas en los planos o indicadas por el Supervisor.

### ENGRAMADOS

Este trabajo comprende el revestimiento de taludes en terraplenes en relleno y en corte y de otras áreas del proyecto, mediante la siembra de cuadros de césped fijados por estacones de acuerdo con los requerimientos del plan de manejo ambiental (EEIA) y las indicaciones presentadas en el documento

El Contratista tendrá a su cargo el mantenimiento, riego y limpieza de las áreas engramadas hasta que se establezca un crecimiento uniforme y natural de la grama, hasta que el Supervisor reciba la obra. El Contratista debe reparar a su costo los tramos que hayan quedado defectuosos o que se hayan secado o cuya apariencia sea irregular.

### EMPRADIZACIÓN

Este trabajo comprende el revestimiento de taludes de rellenos y de corte de terraplenes y de otras áreas del proyecto con tierra orgánica y la subsiguiente siembra de semillas de pasto, el riego, fertilización y control hasta el arraigo del césped hasta la entrega final de la obra, de acuerdo con los requerimientos del plan de manejo ambiental.

El Contratista tendrá a su cargo el mantenimiento y riego de las áreas empradizadas hasta que se establezca un crecimiento de las especies sembradas y hasta que el Supervisor reciba la obra. El Contratista debe reparar a su costo los sectores que hayan quedado defectuosos o que se hayan secado o cuya apariencia sea irregular.

### SIEMBRA DE ESPECIES ORNAMENTALES

El trabajo comprende la preparación del terreno, la aplicación de fertilizante y la siembra de especies, en la zona de adecuación paisajística indicada en los planos o por el Supervisor, de acuerdo con los requerimientos del plan de manejo ambiental (EEIA).

## SEÑALIZACIÓN INTERIOR

El Contratista deberá suministrar todos los materiales y mano de obra requerida para instalar de acuerdo con los detalles que se vean necesarios en los diseños y que deben ser mostrados en los planos, las señalizaciones requeridas en los patios de las subestaciones tales como: la señalización para acceso a las vías de servicio, el muro perimetral de la subestación, las placas de señalización y la señalización requerida en el edificio de control.

La instalación de la señalización incluirá todas las obras civiles requeridas para la correcta ejecución de la obra.

## LIMPIEZA FINAL

El Contratista debe mantener las obras en construcción en todo momento en buen estado de limpieza, retirando todos los elementos sobrantes y desperdicios, con el fin de evitar interferencias e inconvenientes para el normal desarrollo de los trabajos. Al terminar las obras se deben remover totalmente los materiales sobrantes y hacer un aseo general en los sitios de las construcciones o afectados por estas, para entregarlas en completo estado de limpieza a satisfacción del Supervisor.

# VÍAS (empedrado)

## Descripción

El Empedrado comprende la construcción de una superficie de rodadura, consistente en la colocación de hileras de piedras organizadas a través de maestras para darles la línea y el nivel correspondientes y ejecutadas sobre la plataforma, cuya nivelación, perfilado y compactación hayan sido aprobados por el Ingeniero Supervisor.

## Materiales, herramientas y equipo

Las piedras deberán consistir en bolones y cantos rodados, de tal calidad que no se desintegren al estar expuestas al agua o a la intemperie.

O sea, que la piedra será de buena calidad, estructura interna homogénea, sólida y resistente, extraída de ríos u otras fuentes por métodos adecuados y quedara sujeta a la aprobación del Supervisor. Deberá estar exenta de defectos, grietas y planos de fractura y desintegración, y libre de compuestos orgánicos que ocasionan su deterioro.

Cada piedra deberá estar libre de depresiones y protuberancias que pudieran debilitarla o evitar que quede debidamente asentada y deberá ser de tal forma que satisfaga los requisitos para el empedrado de superficies de rodadura.

A no ser que en los planos o en las disposiciones especiales se establezca de otra forma, se deberán llenar los siguientes requisitos:

1. Para el empedrado de piedras sueltas, no más del 10% del volumen total del empedrado deberá consistir de piedras que tengan un volumen inferior a 1.5 dm3 y superior a 1.1 dm3, y por lo menos el 50% del volumen total del empedrado deberá consistir de piedras que tengan un volumen de 1.5 dm3, según sea determinado visualmente por el ingeniero supervisor o mediante mediciones físicas.
2. Para el empedrado de cordones maestros, todas las piedras deberán tener un volumen menor o igual a 3.0 dm3 y deben ser colocadas a mano.

Cuando las dimensiones de las piedras figuren en los planos éstas deberán ser del tamaño indicado. Cuando no existan tales detalles, las piedras deberán suministrarse en las dimensiones y superficies necesarias para obtener las características generales y el aspecto indicado en los planos o lo ordenado por el Supervisor.

En general las piedras deberán tener espesores no inferiores a 10 cm, anchos de igual dimensión y largos no inferiores a 1.5 veces sus anchos. Por lo menos un 50% del volumen total de la piedra deberá ser de piedras que tengan un volumen mínimo de 1.5 dm3 cada una.

Las piedras para cordones maestros deberán tener líneas de asiento y juntas adecuadas.

Las superficies de asiento de las piedras frontal serán normales a las caras de las piedras hasta unos 8.0 cm y desde ese punto podrán apartarse de la normal sin exceder de 2.5 cm.

Una de las ventajas del empedrado, es que su colocación no requiere específicamente equipo especial, sino tan solo una abundante cantidad de mano de obra no especializada y calificada, la que será provista por el Contratista y aprobada por el Supervisor.

## Procedimiento para la ejecución

Las zanjas de fundación y otras excavaciones necesarias deberán ser ejecutadas por el Contratista de acuerdo con los planos y aprobadas por el Ingeniero antes de que se coloquen las piedras. Estas se manipularan dé modo que se formen la sección transversal indicada en los planos. La superficie de la plataforma que soporte el empedrado deberá ser firme, no permitiéndose materiales sueltos y zonas blandas.

El empedrado se efectuara de manera continua cumpliendo las siguientes recomendaciones.

Para la conformación del empedrado, se colocara una capa de asiento de arena semi fina que deberá esparcirse directamente sobre la sub rasante perfilada y compactada, buscando un espesor constante no inferior a 2.0 cm. ni mayor a 3.5 cm.

La arena a emplear deberá ser semi fina con suficiente grano que pase el tamiz N° 4 y sin sustancias perjudiciales o materia vegetal.

CARACTERÍSTICAS EXIGIBLES DE LAS ARENAS A SER EMPLEADAS COMO BASE DE ASIENTO DE LAS PIEDRAS

Tamaño máximo 5 mm.

% que pasa el tamiz N° 200 15% máx.

Límite líquido 25% máx.

Índice de plasticidad 6% máx.

Luego de colocada y extendida la arena, se procederá a la colocación de maestras las que se ejecutaran en hileras, mediante la colocación de lienzas amarradas entre estacas previamente niveladas por la cara superior de las piedras, las que estarán dispuestas longitudinalmente paralelas al eje de la vía. El sentido del avance de la construcción, será perpendicular al eje.

Las piedras deben ser niveladas una por una a medida que estas son colocadas sobre la capa de arena, superficie ésta en la que no es exigible mucha precisión, ya que todo el empedrado en su conjunto será compactado posteriormente por un vibro compactador de rodillo liso hasta lograr una superficie adecuada antes de su puesta en funcionamiento, lo cual deberá ser contemplado en el precio unitario del presente ítem.

La colocación de las piedras, se ejecutara poniendo la cara menor superficial y verticalmente la longitud mayor, esta operación se efectúa con la ayuda de un mazo pequeño, cuyos golpes deben hacer penetrar cada piedra en la arena, con el propósito de que se afirme, las piedras deben apoyarse unas contra otras en sus caras laterales y apoyadas preferentemente de punta.

La nivelación se verificara con la ayuda de una regla apoyada sobre las líneas maestras ya elaboradas y correctamente dispuestas. Una vez terminada la operación de nivelado, se procederá con el relleno de las juntas con arcilla arenosa, esparciendo sobre toda la superficie mediante escobas rígidas, este material deberá ser medianamente grueso con aproximadamente el 50% de material que pase el tamiz N° 4, con el objetivo de asegurar la sujeción entre piedras, dejando una altura aproximada de 3.0 cm para la colocación de la arcilla impermeable que constituye el sello entre juntas.

Cuando el tendido entre piedras se tenga convenientemente nivelado, se procederá a chequear las juntas con el fin de realizar pequeños ajustes que sean necesarios, una separación entre piedras de 6 mm es muy apropiado para permitir el sellado respectivo.

Luego de concluido el empedrado en longitudes razonables, se procederá a su nivelación por el paso repetido de un compactador de rodillo liso metálico, hasta uniformar la superficie y obtener la aprobación del Supervisor.

La piedra a usar en él empiedre, deberá guardar las siguientes características:

El tamaño debe ser más o menos uniforme en el conjunto, con dimensiones comprendidas antes descritas, con una relación mínima de 1 a 1.5 entre el largo y el alto.

En cuanto a las características exteriores, debe ser un material compacto sin poros ni quebraduras y debe ofrecer gran dureza y resistencia a la compresión para soportar la acción de las cargas. El material inadecuado y que a juicio del Supervisor no fuera apropiado para su empleo, será rechazado, debiendo el contratista proceder al retiro en forma inmediata.

Para verificar su resistencia se realizara el ensayo AASHTO T – 96 sobre el material que cumpla con la graduación requerida en el ensayo obtenido del mismo banco de procedencia de la piedra o del material resultado del chancado de la piedra con la aprobación del Supervisor.

## Medición

El empedrado, será de líneas maestras y se medirá en el lugar, en metros cuadrados colocados, compactados y aceptados, de acuerdo a las dimensiones indicadas en los planos o determinadas por el Supervisor. Se incluirá la provisión de piedra, la arena de asiento, el sello de arcilla y la compactación de la capa empedrada; o sea que el material de relleno no será medido para propósitos de pago.

## Pago

Para efecto de comparación de precios unitarios de propuesta, debe tomarse en cuenta la distancia media de transporte a los bancos sugeridos en la Memoria Técnica, para cada obra. Sin embargo, el Contratista es responsable de la ubicación de los bancos de extracción y acopio que serán realmente utilizados, considerando las características definidas en este ítem. En la elección de los bancos “el Contratista debe tomar en cuenta la distancia de transporte hasta la obra para su análisis de precio unitario”. Los bancos elegidos por el contratista, deberán garantizar la cantidad suficiente de material de acuerdo a especificación para concluir la obra.

La responsabilidad de la disponibilidad, en cuanto a cantidad y calidad de los materiales, es del CONTRATISTA, quien tendrá a su cargo la obtención de los materiales necesarios en conformidad con las características especificadas.

El presente ítem, será pagado por el metro cuadrado construido y medido en obra, al precio de la propuesta aceptada que significara la compensación total por todos los materiales empleados, mano de obra, herramientas y equipo, así mismo por los gastos generales, impuestos y utilidades.

# INSTALACIONES ELÉCTRICAS

## DESCRIPCIÓN

En este capítulo se especifican los requisitos y procedimientos para el diseño, suministro e instalación de los sistemas eléctricos de las áreas exteriores de la subestación.

Para cumplir con el objeto de estas especificaciones, el Contratista debe realizar las siguientes actividades:

1. Diseño de acuerdo a lo indicado en las normas.
2. Ingeniería básica y detallada de montaje.
3. Suministro de materiales.
4. Suministro de mano de obra.
5. Instalación completa de los sistemas eléctricos, en un todo de acuerdo con los planos y especificaciones.
6. Pruebas finales de los materiales y equipos suministrados e instalados.
7. Al terminar los trabajos de obras civiles, el Contratista debe entregar al Supervisor en original y tres copias, un volumen donde incluya los catálogos de los materiales utilizados, planos de detalle de la instalación y planos “Según lo construido” (As built).

Una vez terminada la obra civil todo el equipo y alambrado instalados deben estar en perfectas condiciones de funcionamiento y con el visto bueno de la Supervisión.

Todos los trabajos deben ser dirigidos por un Ingeniero Electricista. El Contratista someterá a la aprobación de ENDE o de su Supervisor la hoja de vida de la persona responsable de la ejecución de las instalaciones eléctricas y de comunicaciones. El Contratista debe mantener en la obra el personal idóneo y necesario para el correcto desarrollo de los trabajos en cada etapa de la obra.

En los planos se debe mostrar la disposición general de las instalaciones proyectadas y los detalles de montaje de los elementos. Sin embargo, la ubicación exacta de estos, cambios en las rutas de las tuberías y algunos detalles de obra para la instalación de cada elemento podrán ser definidos durante la construcción sí se presentan y deberán ser aprobados por el Supervisor.

## PLANOS Y DISEÑO

Las instalaciones se harán de acuerdo con los planos que sean generados por el diseño y estas especificaciones. El Contratista debe asignar los interruptores en los gabinetes de servicios auxiliares que le corresponden a cada circuito de alimentación y debe elaborar un plano con el esquema de control del alumbrado, el cual se someterá a aprobación de la Supervisión.

Las cajas de empalme metálicas con borneras de los circuitos hacia los reflectores, se deberán dimensionar con base en el número de cables y borneras necesarias a instalar.

Las rutas indicadas en los planos tienen en cuenta las distancias más cortas a los gabinetes, pero se deberán revisar las posibles interferencias con otras redes.

En los planos para montaje se deben indicar también la ubicación de las cajas de paso y tiro necesarias para los cruces de vías o las requeridas para el adecuado halado de los cables.

El Contratista presentará un plano con el esquema de control de alumbrado utilizando contactores tripolares con selector para el mando manual desde la portería, de cada circuito, incluyendo el diseño del tablero de selectores.

Los planos elaborados con base en los planos de licitación, deberán indicar la ruta de cables y el cableado de control desde las diferentes ubicaciones de los gabinetes de servicios auxiliares hasta la portería, utilizando al máximo los cárcamos indicados en los planos que contienen la planta general de la subestación.

## COORDINACIÓN DEL SUMINISTRO

El Contratista debe coordinar las salidas asignadas (bornes de interruptor) en los gabinetes de servicios auxiliares de la subestación, hasta los gabinetes y aparatos terminales de cada una de las salidas (luminarias, tomacorrientes industriales, etc.), incluyendo el suministro e instalación del gabinetes para control del alumbrado.

Las instalaciones provisionales que el Contratista requiera para la construcción, instalación y pruebas serán ejecutadas por su cuenta y bajo su total responsabilidad, pero deben ser sometidas a la revisión y aprobación del Supervisor.

Durante la visita previa al sitio de la obra el Contratista ha deberá informarse de las condiciones y disponibilidad de energía para construcción y haber hecho las previsiones del caso para la instalación de este servicio.

## NORMAS

Tanto el suministro como la instalación cumplirán con la mejor y más moderna práctica de ingeniería tomando como base la última edición de las siguientes normas:

* National Electrical Code (NEC).
* National Electrical Manufactures Association (NEMA).
* International Electrotechnical Commission (IEC).
* Illuminating Engineering Society (IES).

## MATERIALES

Todos los materiales y equipos objeto de este Contrato serán nuevos de la mejor calidad, libres de defectos e imperfecciones. Todos aquellos componentes que no se indiquen expresamente aquí pero que sean necesarios dentro del propósito de este Contrato, deben ser suministrados para completar los equipos, instalarlos adecuadamente y dejarlos listos para una correcta operación continua.

Todos los materiales que se proponga utilizar el Contratista deben ser sometidos a la previa aprobación del Supervisor, suministrando los correspondientes catálogos que contengan sus características técnicas acompañados de muestras físicas de cada uno de ellos.

Esta aprobación no eximirá al Contratista de su responsabilidad por el adecuado funcionamiento de toda la instalación.

Todos los materiales cuya instalación esté prevista a la intemperie deben incorporar todas las medidas razonables que prevengan la absorción de humedad y su condensación sobre partes metálicas o superficies aislantes.

Se debe prever una ventilación efectiva de los equipos de tal forma que se evite al máximo la condensación y reducir el riesgo de ataque químico.

Todos los equipos deben ser a prueba de corrosión, esto es, galvanizados en caliente o pintados con pintura anticorrosiva.

Los materiales se protegerán contra deterioro o daño en forma permanente, antes y durante la instalación. Al finalizar el trabajo, todo el material instalado quedará limpio y en condiciones satisfactorias de operación. Los materiales que resulten defectuosos o se dañen durante el montaje serán reparados o reemplazados a satisfacción del Supervisor, sin ningún costo adicional.

### POSTES Y MÁSTILES

Los postes de hormigón armado para el alumbrado de vías serán de 12 metros.

Para el alumbrado perimetral de seguridad y patio se podrá utilizar mástiles metálicos de una altura adecuada, éstos deberán poseer escalerillas y plataforma para dirigir los reflectores. El Contratista tendrá a su cargo el diseño, suministro e instalación de los mástiles, los cuales deberán estar aprobados por la Supervisión. En el diseño de los mástiles, el Contratista tendrá en cuenta que la deflexión máxima admisible es de L/200, donde L es la longitud del mástil a utilizar.

### CONDUITS Y DUCTOS

Los conduits metálicos rígidos y sus accesorios para instalación exterior deben ser de acero galvanizado en caliente del tipo semipesado.

Los ductos eléctricos PVC para enterramiento directo o embebidos en mortero, deben estar fabricados bajo la Norma NEMA TC-6.

En las conexiones a equipos sometidos a vibración y en los que haya dificultad para entrar con conduit rígido, se exigirá la utilización de conduit flexible para instalaciones a la intemperie, construido en acero con recubrimiento de polietileno o PVC, utilizando los accesorios de unión adecuados para evitar la penetración de agua o humedad al interior del conduit.

En ningún caso se utilizarán conduits con diámetro inferior a 25 mm (1pulgada).

### CAJAS DE PASO, CAJAS DE EMPALME Y ACCESORIOS

Las cajas de paso y cajas de tiro vaciadas en hormigón se ubicarán en las bases de los postes y mástiles; estas cajas se deben construir en hormigón armado, en los sitios y dimensiones que deben ser indicadas en los planos o por el Supervisor. Deben tener dimensiones uniformes, los muros deben ser ortogonales y las tapas deben apoyar uniformemente, permitiendo su levantamiento con facilidad.

Todas las cajas deben ser drenadas mediante tubería PVC empalmada a la red de desagües del patio de conexiones de la subestación.

Las tapas de las cajas de tiro se fabricarán en hormigón, de acuerdo a las indicaciones que deben ser mostradas en los planos o por instrucciones de la Supervisión.

En el caso de la instalación con ductos de PVC deben emplearse adaptadores terminales a cajas de paso y tiro, curvas a 90° y a 45° y el procedimiento de colocación debe ceñirse a las indicaciones del fabricante.

No será permitida la utilización de curvas hechas en obra.

En las instalaciones expuestas con tubería metálica rígida de acero deben emplearse cajas en lámina Cold Rolled calibre No. 16, tratada con el procedimiento “fosfatado de zinc” y pintadas con pintura de aplicación electrostática, con las dimensiones indicadas en los planos, y grado de protección equivalente a IP 65. Las borneras serán engatillables tipo AB1, de Telemecanique o simillar, para conexión de cables hasta 16 mm², montadas en riel DIN, con topes en los extremos y debidamente enumeradas.

### CONDUCTORES AISLADOS

Los conductores aislados deben ser de cobre electrolítico, para conductores sólidos o cableados, según el caso. El aislamiento debe ser en cloruro de polivinilo (PVC) resistente a la temperatura y a la humedad, para 600 V mínimo y serán del tipo THW para el alambrado de los circuitos de alumbrado exterior.

En los planos se indican los calibres de los conductores que deben ser utilizados. No se permitirá el uso de conductores con calibre inferior a 4 mm2 (12 AWG) tanto en las redes de alumbrado como de fuerza. Todos los conductores deben estar contramarcados con el nombre del fabricante, calibre del conductor y clase de aislamiento.

En lo referente a los cables para el control del alumbrado exterior, estos deben ser de cobre electrolítico para conductores cableados, el aislamiento debe ser en cloruro de polivinilo (PVC) resistente a la temperatura para 600 V mínimo y del tipo THW (75°C).

Todos los conductores serán marcados consecutivamente y contramarcados con el nombre del fabricante, calibre del conductor y clase de aislamiento.

### ACCESORIOS PARA ALuMBRADO

En las derivaciones, terminaciones y empalmes de los conductores se deben utilizar accesorios adecuados para obtener conexiones firmes y seguras, y la identificación permanente de los circuitos y de los conductores.

En las derivaciones de los circuitos de alumbrado se deben utilizar conectores aislados de los tamaños apropiados para los calibres de los conductores a conectar.

En los gabinetes y gabinetes de servicios auxiliares, la entrada de cables debe hacerse por medio de prensa-estopas metálicas o de plástico de tamaños adecuados, suministrados por el Contratista.

### SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Para el alumbrado exterior las lámparas a utilizar, deberán cumplir las siguientes recomendaciones:

* Los Reflectores instalados en mástiles deben contar con elementos de soporte para permitir su cambio de dirección horizontal y verticalmente, grado de protección intemperie (IP65), balasto tipo reactor o CWA de bajas pérdidas, 230 Vc.a. ± 10% de alimentación y factor de potencia mayor de 0,9. Bombilla con 30.500 lúmenes iniciales como mínimo.
* Se usarán luminarias HPS (alta presión de sodio) de 250 W, 230 Vc.a., horizontales con balasto electromagnético tipo reactor o CWA de bajas pérdidas y factor de potencia mayor de 0,9. La bombilla será con 30.000 lúmenes iniciales como mínimo.
* La carcaza de las luminarias será en material no corrosivo, moldeado en caliente, con reflector de aluminio brillado y anodizado y vidrio de 5 mm. de espesor fijado con grapas de acero inoxidable. La carcaza deberá tener previsiones para la entrada de la alimentación en cable multiconductor. La tornillería y accesorios deberán ser tropicalizados.
* Los portalámparas deberán estar homologadas por UL o entidad similar.
* La luminaria a utilizar garantizará una adecuada refrigeración del conjunto eléctrico y deberá poder ser inspeccionada sin desmontarla.
* Las luminarias y reflectores deberán tener todos los accesorios necesarios para instalación en mástil o poste.
* Para la iluminación de la vías de Las luminarias de vapor de sodio deben cumplir en cuanto a sus aspectos constructivos, características eléctricas y pruebas con las Normas IEC 60598-1, IEC 60598-2, IEC 60662.
* Los circuitos para las luminarias de vapor de sodio serán controlados mediante interruptores, contactores y el tablero de control de alumbrado exterior ubicado en la portería de la subestación por la tanto no requieren foto celdas.
* Los mástiles para alumbrado exterior deberán poseer escalerillas y plataforma de mantenimiento y operación de los reflectores.

### TOMACORRIENTES INDUSTRIALES PARA SISTEMA PORTÁTIL DE ALUMBRADO

En el interior de los patios de la subestación, localizados en los pórticos o en los muros exteriores de las casetas de control, se recomienda utilizarán tomacorrientes industriales monofásicos de 16 A, y trifásicos de 32 A.

### GABINETE DE CONTROL DE ALUMBRADO EXTERIOR

El Contratista debe diseñar, suministrar e instalar el gabinete para control de alumbrado exterior tal como se indica en este documento.

El gabinete será para montaje empotrado en muro interior, debe ser de lámina de acero calibre No. 16 como mínimo y las puertas deben llevar cerraduras con llave; debe contener los selectores de tres posiciones fijas, borneras engatillables tipo AB1 de Telemecanique o similar para conexión de cables hasta 6 mm² montadas en riel DIN, con topes en los extremos y debidamente enumeradas y un tarjetero para identificación de los diferentes circuitos que salen del gabinete.

## EJECUCIÓN DEL TRABAJO

El Contratista debe realizar la instalación y montaje de los materiales, elementos y equipos necesarios para las obras objeto de este Contrato, de acuerdo con los planos de construcción aprobados, observando las normas dadas a continuación y las mejores técnicas empleadas en instalaciones de este tipo.

La omisión de alguna aclaración o reglamentación específica, no exime al Contratista del cumplimiento de sus obligaciones de entregar las instalaciones eléctricas construidas, probadas y en servicio de acuerdo con las exigencias de las reglamentaciones de seguridad del Código Nacional Eléctrico de los Estados Unidos (NEC).

### GABINETES

El Contratista debe diseñar, suministrar, transportar, almacenar, ubicar, armar, nivelar y fijar el gabinete de control de alumbrado exterior que se indica, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Supervisor, dejándolo probado y en perfecto estado de funcionamiento.

El gabinete debe ser instalado cuidadosamente, de manera que no sufra golpes que pueda deformarlo, solamente se abrirá el agujero de entrada que sea requerido de acuerdo con las dimensiones de la tubería que llegue o salga de él, los demás agujeros no utilizados deben mantenerse con su correspondiente tapa.

Los selectores y borneras se colocarán firmemente en su posición final siguiendo el orden indicado en los planos aprobados.

Los cables de cada circuito deben identificarse con marquillas de acuerdo con la numeración del interruptor que le corresponde. Los cables deben arreglarse en tramos rectos y los cambios de dirección deben hacerse en ángulo recto, de manera que tengan una buena apariencia, luego serán amarrados con correas plásticas dentro del gabinete a fin de conservar el arreglo inicial.

El tarjetero debe ser llenado indicando la función de cada uno de los circuitos del tablero siguiendo el orden numérico de los mismos, la información allí incluida se verificará durante la ejecución de las pruebas.

En la tapa frontal del tablero se marcarán con láminas de acrílico, la función y la denominación del circuito de alumbrado que controla cada selector.

El gabinete de control de alumbrado exterior deberá quedar debidamente puesto a tierra.

### CONDUITS Y ACCESORIOS

El Contratista debe suministrar, almacenar e instalar todos los conduits y ductos eléctricos, accesorios, cajas de conexión, cajas de empalme, codos, uniones, reducciones, accesorios de expansión, grapas, soportes, accesorios de sello y drenaje para todos los sistemas.

El Contratista instalará los conduits y los ductos eléctricos necesarios según las indicaciones de los planos de ingeniería de detalle.

En las canalizaciones subterráneas, las brechas, la profundidad del enterramiento, el material de relleno, el material de base, el recubrimiento protector y el material de acabado serán dispuestos de acuerdo con las indicaciones presentadas en el documento GPI-SE-OC-023, “OBRAS CIVILES DE PATIOS”.

Los planos deben mostrar en líneas generales el recorrido para los tramos de ductos eléctricos. El Contratista debe verificar que no haya interferencias con otras instalaciones, antes de iniciar el tendido de cada tramo. El Contratista debe usar e instalar todos los anclajes, ángulos, grapas, elementos metálicos, etc., que se necesiten para soportar los conduits metálicos.

Los ductos eléctricos deberán ser fijados y asegurados antes de vaciar el hormigón o efectuar el relleno, verificando cuidadosamente el ajuste de uniones, curvas y llegadas a cajas de paso y tiro.

Cuando se presente la transición de instalación expuesta a empotrada o enterrada, el conduit metálico deberá empotrarse o enterrarse hasta la primera caja de paso y tiro a partir de la cual se continuará con el ducto eléctrico PVC. No se aceptarán empalmes directos de tubería de acero y ducto PVC, ni ducto PVC expuesto.

Los conduits exteriores deben tenderse exactamente paralelos. Se deben evitar las curvas y desvíos hasta donde sea posible, pero si se requieren éstos se harán en las tuberías metálicas con un doblador de tubos aprobado por el Supervisor o por medio de codos de fábrica. No se permite el uso de tees o prensas para el doblado de conduits.

Los cambios de dirección de tramos de conduit se deben hacer mediante curvas simétricas o accesorios apropiados. Todas las curvas en los conduits deben tener como mínimo un radio igual al estipulado en el Código Eléctrico Nacional (NEC), última revisión y teniendo en cuenta el radio de curvatura recomendado por el fabricante de los cables. No se permite la instalación de conduits o ductos eléctricos aplastados o deformados.

Se deben evitar los tramos sin drenaje natural. Donde las condiciones de la obra obliguen a instalar un conduit o ducto eléctrico en el que pueda acumularse humedad, se debe proporcionar una pendiente y colocar su correspondiente dispositivo de drenaje.

Para evitar que se aloje yeso, tierra o basura en los conduits o ductos eléctricos, cajas, accesorios o equipos durante la construcción, todos los extremos de los conduits y ductos se deben tapar inmediatamente después de instalarse en su lugar con tapas o tapones adecuados y se deben limpiar hasta inmediatamente antes de instalar los cables. Los cruces de vías detallados deben estar indicados en los planos.

Todos los tramos de conduits cortados en obra se deben escariar para eliminar rebabas. Las roscas macho se deben limpiar muy cuidadosamente antes de instalar el acoplamiento de otros accesorios. Todos los filetes de rosca expuestos deben pintarse con pintura de zinc, aluminio. Todas las uniones se deben ajustar firmemente para lograr un acople mecánico perfecto y evitar la posible entrada de elementos extraños o el deterioro de la instalación.

Los conduits deberán terminar en las cajas con un juego de boquillas.

Todos los conduits metálicos deben quedar conectados al sistema de tierra de la subestación bien sea a través de las uniones necesarias de las estructuras y gabinetes o a través de conexiones con conductor aislado 4 mm2 (12 AWG) el cual se fija al conduit mediante una abrazadera galvanizada.

### CABLES Y ACCESORIOS

El Contratista debe suministrar e instalar todos los cables de fuerza e iluminación del alumbrado exterior.

Los calibres, el tipo y voltaje nominal del aislamiento deben estar indicados en los planos de ingeniería de detalle.

Antes de instalar los cables debe verificarse que las canalizaciones no tengan obstrucciones ni irregularidades que puedan deteriorar el aislamiento de los conductores.

Los conduits y ductos eléctricos, deben limpiarse adecuadamente y quedar libres de obstrucciones antes de la instalación de los conductores.

El jalado del cable dentro de los ductos y conduits debe hacerse con sondas apropiadas. No se permitirá el uso de grasa u otros materiales que puedan dañar el aislamiento. Como herramientas adicionales de instalación se utilizarán mordazas y otros dispositivos que apruebe el Supervisor.

El cableado debe disponerse de tal forma que las curvas tengan radios razonablemente grandes. Como regla general, se recomienda que los radios sean mayores a diez veces el diámetro exterior. Los radios de curvatura no deben ser en ningún caso inferiores a los mínimos recomendados por los fabricantes de los cables.

Los cables se colocarán sin entrelazar y dejando longitudes adicionales adecuadas en los gabinetes, cajas, etcétera, para permitir un arreglo nítido de las conexiones. Deben evitarse dobleces sobre las boquillas o prensa-estopas, y el radio de las curvas en los cables no será inferior al recomendado por el fabricante. Los cables dañados deben reemplazarse y los que queden fuera de lugar acomodarse a su posición correcta.

Los terminales de cobre a utilizar pueden ser del tipo tubular ó lengüeta, dependiendo de la bornera que tenga el dispositivo ó tablero; cualquiera que sea el tipo del terminal debe tener aislado el vástago de unión con el conductor. Tales conectores se instalarán en los extremos del conductor con las herramientas especiales utilizadas para este tipo de conectores. Todos los terminales deben ser considerados parte de la instalación.

Cada cable se identificará en ambos extremos y en las cajas de acceso, mediante marquillas en anillos o etiquetas de plástico, preimpresas con los números asignados en los planos a cada uno de los circuitos. Las marquillas utilizadas para la identificación de los cables y de los conductores se consideran parte de la instalación.

Los cables deben instalarse, sin empalmes o uniones entre puntos terminales. Los empalmes deben hacerse únicamente en las cajas de empalme, cajas de inspección u otros puntos expresamente asignados para uniones y empalmes y siempre mantendrán el color o la numeración del existente.

Para hacer las uniones o empalmes se debe remover el aislamiento del conductor por medio de herramientas apropiadas de manera que no se maltrate el conductor. Los empalmes se harán con conectores de empalme a presión aislados. Las superficies de contacto de los conductores deben ser cuidadosamente limpiadas. Los empalmes de cables monoconductores deben forrarse con un mínimo de dos capas de cinta de caucho y una capa de cinta de fricción, cuando no se puedan utilizar conectores aislados.

Todos los extremos deben ser provistos de terminaciones adecuadas al tipo de cable y al dispositivo al cual se conectará.

Antes de poner las instalaciones en servicio, el Contratista debe probar todos los cables e instalaciones en presencia del Supervisor, para comprobar la continuidad de los conductores y la efectividad del aislamiento.

Las pruebas de continuidad y de aislamiento consisten en medidas de resistencia por medio de un Megger que desarrolle un mínimo de 550 V. Los valores de resistencia para las pruebas deben anotarse y entregarse al Supervisor. Toda conexión hecha con conectores o grapas debe ser verificada por resistencia, continuidad y rigidez.

### ILUMINACIÓN EXTERIOR

El Contratista debe montar y conectar el tablero de control de alumbrado exterior, todas las cajas de empalme, las luminarias, soportes, balastos, conduits, ductos eléctricos y accesorios, tomacorrientes industriales y conductores como se indica en los planos y de acuerdo con estas especificaciones para la iluminación exterior.

Los planos de iluminación exterior deberán mostrar la ubicación e indicar los tipos de artefactos a instalar en las diferentes zonas. El sistema de conduit debe instalarse en forma continua y adecuadamente conectado a la malla de tierra. En cada zona los artefactos deben quedar instalados a la misma altura sobre el piso.

Las conexiones se deben hacer de acuerdo con la codificación de colores para los conductores.

Todos los empalmes y ramificaciones para iluminación y tomacorrientes deben hacerse mediante conectores aislados que aseguren la unión eléctrica y mecánica perfecta. No se permitirán empalmes en ramales a no ser que se hagan en cajas de conexión o accesorios que sean permanentemente accesibles.

Todo cable empalmado o ramificado debe mantener el color o la numeración del existente.

## INSPECCIÓN FINAL Y PRUEBAS

Durante el progreso de la obra el Contratista debe mantener un juego completo de los planos de construcción en los que se indiquen las modificaciones efectuadas, que haya sido necesario efectuar durante la ejecución de las obras y previa aprobación del Supervisor. Este juego de planos debe ser entregado por el Contratista al Supervisor, a la terminación de las obras marcándolos con la leyenda "Tal como se Construyó" (As built).

Una vez terminadas las varias fases de la obra o durante la ejecución de los trabajos, se verificarán y ensayarán las instalaciones hechas por el Contratista, como se indica a continuación:

Las pruebas y verificaciones deben ser ejecutadas por personal capacitado suministrado por el Contratista. Las pruebas se deben hacer con las debidas precauciones para proteger el personal y el equipo. El Contratista debe suministrar también todo el equipo e instrumentos necesarios para llevar a cabo las pruebas. No serán válidas las pruebas que se realicen sin la aprobación del Supervisor. Las instalaciones provisionales que sean necesarias para la ejecución de las pruebas, serán hechas por cuenta y bajo la total responsabilidad del Contratista.

Las verificaciones y pruebas a realizar deben incluir, pero no limitarse a las siguientes:

1. Verificación visual de que todas las conexiones de cables y alambres se ajustan a los diagramas, incluyendo el alambrado interno en los gabinetes, mecanismos de control, luminarias, contactores y todo otro equipo que se haya instalado.
2. Verificación de todos los circuitos para determinar la presencia accidental de cortocircuitos o fugas a tierra.
3. Verificación del ajuste mecánico del equipo, de su estado de pintura y limpieza, para asegurarse de que está listo para funcionar sin obstrucciones, con la debida lubricación y con todas sus conexiones interiores firme y apropiadamente hechas.
4. Verificaciones de continuidad de todos los cables de fuerza y alumbrado.
5. Pruebas de resistencia del aislamiento de todos los cables de fuerza y alumbrado.
6. Energización de circuitos de control y verificación del funcionamiento.
7. Comprobación del funcionamiento eléctrico de todos los interruptores y contactores desde sus dispositivos de control.

Todos los defectos u omisiones que se encuentren serán corregidos por el Contratista sin costo adicional para ENDE.

El Contratista debe llevar un registro de los resultados de las pruebas, en formatos previamente aprobados por el Supervisor y debe entregar a ENDE dos copias de los resultados finales para aprobación de esta última, como requisito indispensable para la recepción de las instalaciones eléctricas interiores y exteriores de la subestación.

## MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

Una vez terminados los trabajos y efectuadas las pruebas de la obras civiles el Contratista tendrá la obligación de entregar a la Supervisión en original y dos copias la totalidad de los catálogos de los elementos, equipos y accesorios incorporados a las obras y previamente aprobados por el Supervisor, acompañados de los planos "Tal como se Construyó" (As Built), diagramas unifilares y copias de las tarjetas incluidas en los gabinetes de control de alumbrado, copias de los reportes de pruebas, debidamente organizados y referenciados, a manera de un manual de operación y mantenimiento de las instalaciones eléctricas de la subestación.

# SISTEMA DE DRENAJE EXTERIOR

## DESCRIPCIÓN

El trabajo descrito en esta sección comprende la construcción de las obras de drenaje exteriores requeridas en el proyecto tales como: cunetas en hormigón, suministro e instalación de tuberías para conformar el sistema de drenaje de aguas lluvias, construcción de cajas y cámaras de inspección, construcción de sumideros y construcción de estructuras de drenaje en hormigón. Todo lo anterior de acuerdo con los diseños, alineamientos, pendientes, dimensiones, cotas y sitios indicados en los planos o por el Supervisor.

Las especificaciones para los filtros de drenaje de patios están contenidas en el documento GPI-SE-OC-023 y las de la red de alcantarillado del edificio de control, almacén, baños públicos, portería y vivienda de residente, están contenidas en el documento GPI-SE-OC-025.

## MATERIALES

Todos los materiales serán suministrados por el Contratista y requerirán la aprobación previa del Supervisor.

El diseño de la mezcla de hormigón para la construcción de las cunetas se hará para obtener una resistencia mínima a la compresión de f ‘c = 180 Kg/cm2 (17,5 MPa).

La tubería de hormigón para los colectores debe cumplir con los requerimientos de la norma para tuberías de hormigón armado y la norma para tuberías de hormigón sin refuerzo; además, el sistema de unión de ambas tuberías será de espigo y campana.

Toda la tubería de diámetro mayor de 0,60 m será de hormigón armado y la tubería de diámetro igual o menor de 0,60 m será de hormigón simple o PVC.

La cama de arena, para la nivelación de las tuberías, debe estar libre de piedras o elementos agudos y cortantes.

## EJECUCIÓN DEL TRABAJO

### CUNETAS EN HORMIGÓN

La construcción de cunetas comprende la excavación, alineamiento, suministro y colocación de material filtrante en toda su longitud y perímetro, vaciado del hormigón y sus elementos constitutivos y las juntas de expansión, con las dimensiones indicadas en los planos.

Antes de construir la cuneta se excavará y se retirará todo el material suelto e inestable de la superficie del terreno.

Para llenar cavidades o emparejar la superficie a la cota requerida, se utilizará material seleccionado que se podrá compactar manualmente aunque se podrá exigir que se haga por medios mecánicos, en los casos que el Supervisor indique.

Las juntas de expansión se harán a distancias no mayores de 10 m y se llenarán con asfalto caliente mezclado con arena en proporciones aprobadas por el Supervisor. Se deberá garantizar la impermeabilidad de estos sellos en las juntas.

Las superficies expuestas se terminarán con plancha de madera y se curarán por un período de siete días, con humedad permanente.

Las cunetas terminadas se protegerán de todo daño que puedan causar los agentes externos. Después que el hormigón haya endurecido suficientemente, se ejecutarán los rellenos adyacentes que sean necesarios con los taludes indicados en los planos o por el Supervisor.

### CONSTRUCCIÓN DE COLECTORES E INSTALACIÓN DE LAS TUBERÍAS

Los anchos de las zanjas dependerán del diámetro y de la profundidad de la tubería a instalar, de acuerdo con la siguiente tabla:



Tabla 6.- Ancho de la excavación en zanjas

Para garantizar la estabilidad de los taludes excavados, estos se deben entibar cuando su altura sea mayor de 1,80 m o cuando las características del suelo no garanticen la estabilidad de las paredes de la zanja.

Los tubos se instalarán de acuerdo con las localizaciones, alineamientos, cotas y pendientes indicados en los planos u ordenados por el Supervisor. La colocación de los tubos se comenzará por el extremo de aguas abajo. La campana de los tubos se colocará hacia la cota alta de la tubería, detalle que debe indicarse en los planos.

El fondo de la zanja será cuidadosamente nivelado y compactado con una cama de arena. Cuando la tubería que se está colocando sea de espigo y campana, se harán nichos para las campanas en cada junta; y se apoyará en toda su longitud el cuerpo de la tubería.

Donde se encuentre agua subterránea el Contratista ejecutará por su cuenta los drenajes necesarios para permitir adecuadas condiciones de trabajo. Si el Supervisor juzga que el fondo de la zanja es inapropiado para soportar la tubería, se ordenará por escrito el procedimiento que debe seguirse para obtener un fondo de zanja satisfactorio.

La colocación de tubería se hará en zanjas secas que tengan fondo estable. Si el Supervisor lo exige, los tubos se asentarán en toda su longitud sobre una base de hormigón pobre.

Antes de proceder con el relleno de la zanja, las juntas serán inspeccionadas para determinar si la unión ha sido correctamente elaborada y no se detectan fugas.

Las tuberías de PVC, deberán transportarse, almacenarse e instalarse en las zanjas, donde se ensamblarán y probarán, después se llenarán las zanjas con el material aprobado para los rellenos siguiendo en todo las instrucciones del fabricante y del Supervisor.

En los colectores los rellenos serán en material común, compactados con equipo manual.

En algunos sitios la colocación de las tuberías debe hacerse en tramos pequeños debido a los condiciones de estabilidad del terreno. En este caso, se excavará la zanja en la longitud fijada y se colocará un tablestacado, para permitir la colocación de la tubería y el llenado con material filtrante sin que se mezcle con el material de excavación del tramo siguiente.

### PRUEBA DE LAS TUBERÍAS

El Contratista bajo la supervisión del Supervisor, probará las tuberías de alcantarillado, para constatar el alineamiento, las pendientes, las infiltraciones o fugas existentes de la conducción. El Contratista avisará oportunamente cuando procederá a probar las tuberías, antes de proceder a tapar la zanja.

Al concluir la inspección de la tubería y después que hayan fraguado el hormigón de la capa de asiento y de las uniones, se apisonará el relleno en capas sucesivas de 10 cm a lado y lado de la tubería, con el fin de garantizar una repartición uniforme de las presiones.

### CAJAS DE INSPECCIÓN

El fondo de la excavación de la caja se cubrirá con una capa de hormigón pobre de 5 cm de espesor, sobre la cual se vaciará una base de hormigón armado de f'c = 21 MPa (210 Kg/cm2) en los espesores que deben ser indicados en los planos respectivos. Luego de construirán las paredes en hormigón debidamente impermeabilizadas, en hormigón de f'c = 21 MPa.

Sobre la base de la caja de inspección se hará en mortero de alistado de piso y afinado con plancha metálica, media caña de profundidad igual a la mitad del diámetro del tubo de salida y en la dirección del flujo con la pendiente adecuada para el empalme.

Las cajas de inspección llevan una tapa de hormigón armado de f'c = 21 MPa (210 Kg/cm2); las dimensiones de la tapa y de los elementos metálicos deben estar mostrados en los planos.

### CAJAS DE EMPALME

Se construirán donde se requiera conectar drenes secundarios.

El fondo de la excavación se cubrirá con una capa de hormigón pobre de 5 cm de espesor, sobre la cual se vaciará una base de hormigón simple de f'c = 17,5 MPa (180 Kg/cm2), del espesor que debe estar indicado en los planos respectivos.

Las cajas de empalme se construirán en hormigón simple de f'c = 21 MPa (210 Kg/cm2) con una sección interior mínima de 30 x 30 cm y una altura mínima de 40 cm; las paredes y el fondo serán de 10 cm de espesor. La tapa será de hormigón armado de f'c = 21 MPa (210 Kg/cm2), las dimensiones de la tapa y de los elementos metálicos, que deben estar mostrados en los planos.

La tubería receptora deberá ser perforada con el cuidado de no deteriorarla. El diámetro de la perforación será igual al de la tubería a conectar y no podrá ser mayor de ¼ del diámetro de la tubería receptora, o según el criterio del Supervisor.

### CÁMARAS RECEPTORAS

El fondo de la excavación se cubrirá con una capa de hormigón pobre de 5 cm de espesor, sobre la cual se vaciará una base de hormigón simple de f'c = 17,5 MPa (180 Kg/cm2) del espesor que estará indicado en los planos respectivos.

Luego se construirán las paredes en hormigón simple del espesor indicado en los planos. En los muros que reciben cunetas se deberá tener especial cuidado para coordinar la forma y la profundidad de la cuneta al llegar a cámara receptora de manera que coincidan en forma funcional.

Sobre la base de la cámara receptora se hará un mortero de alistado de piso y afinado con plancha metálica, media caña, de profundidad igual a 2/3 del diámetro del tubo de salida y en la dirección del flujo con la pendiente adecuada para el empalme.

### CÁMARAS DE INSPECCIÓN

Las cámaras de inspección se construirán de acuerdo con los detalles que deberán estar indicados en los planos de detalle. Las paredes del cilindro serán en hormigón simple de f’c = 21 MPa (210 Kg/cm2), se levantarán verticalmente para empatar con un tronco de cono de 70 cm de altura en hormigón armado. Llevará una tapa del diámetro, que estará indicado en planos de construcción, en hormigón armado de f'c = 21 MPa (210 Kg/cm2) y estarán provistas de un marco metálico, con el fin de permitir un buen asiento de la tapa.

La media caña se hará en hormigón simple de f'c = 17,5 MPa (180 Kg/cm2), sobre una losa circular en hormigón simple de f’c = 21 MPa (210 Kg/cm2). Todas las cámaras estarán provistas de escaleras de inspección hechas con pasos de varillas de ¾” (19 mm) de diámetro, los cuales deben cubrirse con pintura anticorrosiva.

### SUMIDEROS PARA VÍAS

Son los drenajes diseñados para evacuar las aguas superficiales en vías de acuerdo con la localización mostrada en planos o la indicada por el Supervisor.

Los sumideros para vías constan de una estructura en hormigón f'c = 21 MPa (210 Kg/cm2), con una rejilla de acero para tránsito pesado, drenando con tubería de hormigón del diámetro calculado en el diseño, a la red de alcantarillado, con las dimensiones y pendientes que deberán estar indicados en los planos.

Los sumideros que descargan a filtros deberán permanecer sellados mientras se ejecutan los trabajos, destapándolos solamente después de la limpieza del sumidero. El Supervisor exigirá probar el sistema para verificar su correcta operación y proceder a su recibo.