

# ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCIÓN CDI TORRENTES - SOACHA

## 05 INSTALACIONES ELECTRICAS

---

# Especificaciones eléctricas globales

---

## Contenido

1	CONDICIONES GENERALES .....	5
1.1	GENERALIDADES .....	5
1.2	DESCRIPCION GENERAL .....	5
1.2.1	RED NORMAL .....	5
1.2.2	RED ESENCIAL. ....	5
1.3	NORMAS, CÓDIGOS Y REGLAMENTOS .....	6
1.3.1	RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA .....	6
1.4	ALCANCE DE LOS TRABAJOS .....	7
1.5	PLANOS Y DOCUMENTOS .....	7
1.6	INSTALACIONES TEMPORALES .....	7
1.7	PERSONAL DE CONTRATISTA .....	8
1.8	PERMISOS Y LICENCIAS.....	8
1.9	PRUEBAS Y AJUSTES .....	8
1.9.1	Pruebas generales.....	8
1.9.2	Pruebas a los transformadores de potencia.....	9
1.10	RECIBO DE LAS INSTALACIONES .....	9
1.11	MATERIALES.....	9
1.12	CALIDADES DE MATERIALES Y EQUIPOS.....	10
1.13	DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS .....	10
1.14	MARCAS DE IDENTIFICACIÓN .....	10

1.15	PLAZO DE ENTREGA.....	11
1.16	MEDIDAS Y PAGOS .....	11
2	REDES ELECTRICAS INTERNAS .....	12
2.1	ESPECIFICACIONES DE MATERIALES.....	12
2.1.1	GENERALIDADES .....	12
2.1.2	TUBERÍA.....	12
2.1.3	CAJAS PARA SALIDAS O PASOS.....	13
2.1.4	CONDUCTORES PARA BAJA TENSIÓN.....	14
2.1.5	TABLEROS DE EQUIPOS ESPECIALES.....	14
2.1.6	TABLEROS DE ALUMBRADO Y TOMAS .....	14
2.1.7	INTERRUPTORES PARA CIRCUITOS DERIVADOS .....	14
2.1.8	SALIDAS EN PISO .....	15
2.1.9	INTERRUPTORES PARA CONTROL DE ALUMBRADO .....	15
2.1.10	TOMACORRIENTES .....	15
2.1.11	LUMINARIAS.....	15
2.1.12	SUBESTACIÓN.....	16
2.2	NORMAS TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS .....	16
2.2.1	TUBERÍA CONDUIT.....	16
2.2.2	CAJAS DE PASO .....	17
2.2.3	CAJAS PARA SALIDA.....	17
2.2.4	TABLEROS .....	18
2.2.5	CONDUCTORES.....	18
2.2.6	APARATOS .....	19
2.2.7	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN .....	20
2.2.8	SISTEMA DE TIERRA .....	20
2.2.9	BARRAJE EQUIPOTENCIAL .....	21
2.2.10	PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS.....	21
3	REDES ELECTRICAS EXTERIORES .....	21
3.1	DUCTOS .....	21
3.2	CAJAS Y CÁMARAS DE INSPECCIÓN .....	22

3.3	NORMAS TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS .....	22
3.4	CANALIZACIONES.....	22
3.4.1	DUCTERÍAS .....	22
3.4.2	CÁMARAS DE INSPECCIÓN Y DE TIRO .....	23
3.4.3	INSTALACIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS.....	23
3.5	BARRAJES AISLADOS DE DERIVACIÓN .....	25
4	GRUPO ELECTRÓGENO .....	25
4.1	OBJETO .....	25
4.2	GENERALIDADES .....	25
4.2.1	NORMALIZACIÓN DEL EQUIPO .....	25
4.2.2	5.2 EXPERIENCIA.....	25
4.2.3	ELEMENTOS Y MATERIALES .....	26
4.2.4	DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE EMERGENCIA.....	26
4.2.5	CONDICIONES DE SERVICIO.....	26
4.3	ALCANCE DEL TRABAJO.....	26
4.4	CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO.....	27
4.4.1	GENERADOR.....	27
4.4.2	MOTOR DIESEL.....	28
4.4.3	TABLERO DE INSTRUMENTOS.....	30
4.4.4	EQUIPO DE BATERÍAS Y RECTIFICADORES.....	32
4.5	CABINA INSONORIZADA. ....	32

# **1 CONDICIONES GENERALES**

## **1.1 GENERALIDADES**

Estas especificaciones reseñan los materiales, equipos, mano de obra y servicios necesarios para cumplir con las obras eléctricas y junto con los planos que se anexan, que forman parte integral y complementaria de la documentación para la ejecución del sistema eléctrico y afines relacionados con la construcción del CDI TORRENTES SOACHA.

## **1.2 DESCRIPCION GENERAL**

Para las instalaciones eléctricas del CDI TORRENTES SOACHA se han establecido la siguiente distribución de redes:

### **1.2.1 RED NORMAL.**

Consiste en el sistema eléctrico cuya fuente de energía la constituye la red eléctrica del comercializador de energía, capaz de abastecer de energía eléctrica al CDI TORRENTES SOACHA en condiciones normales de operación. La red normal está compuesta por dos subredes, la Comercial y la Esencial.

### **1.2.2 RED ESENCIAL.**

Está compuesta de dos ramales separados, que se consideran esenciales para la seguridad de la vida y la efectiva operación el CDI TORRENTES SOACHA, durante el tiempo en que el servicio eléctrico normal sea interrumpido por cualquier razón.

Dado el caso podría haber un ramal de equipos que alimentará al equipo eléctrico principal necesario para el correcto funcionamiento de las instalaciones, tal es el caso de bombas antiincendios, sistemas hidráulicos y equipos que se presenten en el diseño.

Tal como se muestra en los planos, el alambrado para cada ramal de la red esencial debe estar separado e independiente uno del otro y de todos los demás alambrados y equipos. Ambos sistemas están diseñados para la conexión, dentro de un tiempo límite especificado (10 s), a una planta de energía eléctrica, en el caso de ocurrir una falla en el sistema normal. En cada nivel del CDI TORRENTES SOACHA se han dispuesto tableros para alumbrado y tableros para tomacorrientes de cada sistema.

#### **1.2.2.1 RAMAL EQUIPOS**

Este ramal alimenta los equipos siguientes.

- a. Sistema centralizado de bombas.

### **1.3 NORMAS, CÓDIGOS Y REGLAMENTOS**

El Contratista de estos sistemas deberá regirse para la ejecución de la obra eléctrica, por los reglamentos aplicables para instalaciones eléctricas en el "Código Eléctrico Nacional", Norma ICONTEC 2050. Deberá también regirse por el RETIE (Reglamento técnico de instalaciones eléctricas) expedido por el ministerio de minas y energía, y la Norma ICONTEC 4552 – “PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS”.

Además de los códigos anteriores se tendrán también en cuenta las exigencias que establezcan las normas para la construcción de redes aéreas y subterráneas e instalaciones internas del comercializador local (recomendamos el uso de la normatividad Codensa si el comercializador de energía local lo permite).

#### **1.3.1 RESPONSABILIDAD DEL CONTRATISTA**

El contratista de las instalaciones eléctricas de comunicaciones y afines asumirá total responsabilidad sobre los siguientes asuntos:

- a. Proyecto, ordenamiento y disposición de su trabajo.
- b. Daños causados a las instalaciones del propietario o de cualquiera otro subcontratista, por descuido en la ejecución de sus trabajos o por hechos imputables a su personal.
- c. Conservación de los materiales en sus bodegas, en forma nítida y ordenada evitando dejar equipos, materiales, herramientas y sobrantes de material en zonas de circulación de la obra.
- d. Consulta y familiarización con los planos arquitectónicos, hidráulicas y mecánicos a fin de localizar adecuadamente los equipos, aparatos, tuberías y salidas eléctricas.
- e. Cualquier desviación de las especificaciones deberá corregirlo a su propio costo.
- f. Instrucción a su personal y provisión a todos los elementos necesarios tendientes a evitar accidentes de trabajo.
- g. Con el fin de cuantificar las cantidades involucradas dentro de los análisis unitarios de cada una de las salidas, se deberán considerar como parte de los materiales de los cuales constan las salidas, la totalidad de la instalación eléctrica del circuito ramal desde que se inicia en el tablero de circuitos hasta llegar al último punto eléctrico de dicho circuito.
- h. El diseñador es el responsable de la aprobación del proyecto ante la empresa prestadora del servicio de energía eléctrica, pero el contratista está en la obligación de hacer la entrega de las obras ejecutadas a dicha empresa.
- i. Coordinación con la interventoría el recibo de las obras requeridas para la conexión en baja tensión y el suministro definitivo.
- j. Cumplimiento de las presentes especificaciones, los planos y las recomendaciones que durante el desarrollo de la obra, la Interventoría y/o la Dirección de Telecomunicaciones de la Aerocivil a través de la supervisión del contrato realicen.

## **1.4 ALCANCE DE LOS TRABAJOS**

El trabajo eléctrico cubierto por estas especificaciones comprende la provisión de la mano de obra, la dirección técnica, el suministro de materiales, equipos herramientas y servicios necesarios para llevar a cabo la totalidad de las instalaciones eléctricas de baja tensión, de comunicaciones, de detección de incendios y afines señaladas con los planos respectivos y entrega de las mismas en operación; excluyendo solamente los trabajos que se mencionen específicamente. En particular los trabajos que debe ejecutar el contratista abarcan lo siguiente:

- a. Sistema completo de sistema de distribución de alumbrado, tomacorrientes, acometidas eléctricas, tableros, circuitos ramales, interruptores de apague, con el cableado en la totalidad de las instalaciones.
- b. Suministro e instalación de armario grupo de medida y celda de transferencias; tablero general, cajas de paso y sus correspondientes elementos de fijación.
- c. Suministro e instalación de Subestación capsulada incluyendo interconexión entre celdas y puesta a tierra.
- d. Suministro e instalación de redes áreas y de tipo subterráneo necesarias para la alimentación del predio según las disponibilidad de redes existentes.

## **1.5 PLANOS Y DOCUMENTOS**

Para la ejecución de los trabajos el contratista se ceñirá a los siguientes documentos los cuales deben considerarse complementarios entre sí:

- a. Especificaciones: Estas especificaciones particulares, no constituyen un manual de construcción, es decir, son una guía de referencia y complementan la normatividad vigente expuesta en el ítem correspondiente.
- b. Presupuesto.
- c. Contrato
- d. Planos

## **1.6 INSTALACIONES TEMPORALES**

Para la realización de las instalaciones eléctricas, telefónicas y afines, el contratista suministrará los siguientes servicios:

- a. Provisión de un sitio apropiado dentro de la obra para la localización de las oficinas del contratista y para el almacenaje de sus materiales.
- b. Servicios sanitarios para el personal de trabajadores.
- c. Suministro de energía y de agua necesarias para la tarea de construcción en un punto determinado de la obra.
- d. Permiso de acceso a comunicación telefónica en el lugar de la construcción durante el tiempo que dure la realización de los trabajos.

- e. Suministro total de la ingeniería del proyecto y de las copias impresas de planos que sean requeridas durante la construcción.
- f. Pago de los derechos exigidos por el comercializador local para la acometida provisional.

## **1.7 PERSONAL DE CONTRATISTA**

Todo el personal empleado por el contratista, deberá ser competente en su oficio y especializado en el ramo de instalaciones eléctricas interiores. El contratista mantendrá durante toda la obra un capataz suficientemente competente para atender todas las necesidades de la instalación y, además deberá contar con los servicios de un Ingeniero Electricista matriculado, para que supervigile el desarrollo de las distintas fases técnicas del trabajo, coordine los diferentes aspectos del mismo con el Propietario o su representante y asista a todas aquellas reuniones de obra a las cuales se les cite.

## **1.8 PERMISOS Y LICENCIAS**

El contratista de las instalaciones eléctricas deberá ante el comercializador local tramitar, coordinar los trabajos y la entrega oficial de las respectivas instalaciones.

## **1.9 PRUEBAS Y AJUSTES**

El Contratista deberá realizar todas las pruebas y ajustes requeridos para una adecuada operación de los equipos, corrección de todos los defectos detectados y puesta en servicio de la totalidad de las instalaciones eléctrica y los equipos pasivos que dicho sistema requiera. Esta operación incluirá el suministro de todos los instrumentos que sean necesarios para la ejecución de pruebas y ajustes.

### **1.9.1 Pruebas generales**

En particular, el contratista deberá llevar a cabo las siguientes pruebas cuyos resultados serán comunicados por escrito a la interventoría:

- a. Se deberá medir la resistencia de aislamiento entre fase y fase, y tierra de cada una de las acometidas y de los circuitos. Los resultados de estas pruebas no deberán indicar valores menores que los exigidos por el “*National Electrical Code*”.
- b. Se deberá medir con equipo apropiado la resistencia de puesta a tierra. En caso de que esta prueba indique una resistencia superior a los 5 ohmios, el contratista deberá instalar electrodos adicionales hasta obtener un valor de resistencia no mayor de lo anotado, o aplicar suelo artificial para mejorar la resistividad del terreno.
- c. El contratista deberá comprobar que la carga de cada fase de los tableros no señale un desequilibrio mayor del 10% con respecto a otras fases. Esta comprobación se realizará con la totalidad de la carga conectada.
- d. La continuidad eléctrica de todos los ductos y bandejas debe ser verificada.



- e. Ensayos de Polaridad e Identificación de conductores de fases, neutros y tierras en todos los cuadros de distribución, Armarios de Medidores, Acometidas, Alimentadores y Paneles de distribución de circuitos ramales.
- f. Identificación de los circuitos que alimentan en los cuadros de distribución, Armarios de Medidores y Paneles de distribución de circuitos ramales.
- g. Prueba funcional del sistema de Bomba contra incendios de acuerdo al protocolo de Inspección de Bombas contra Incendio NFPA 20.
- h. Niveles de Iluminación de acuerdo a los requisitos establecidos por el RETIE de acuerdo a los diferentes tipos de ocupación de los recintos.

### 1.9.2 Pruebas a los transformadores de potencia

El Contratista, efectuará como mínimo las siguientes pruebas a los transformadores de potencia:

- a. Polaridad.
- b. Resistencia del aislamiento de los devanados principales.
- c. Continuidad de todos los devanados y medida de resistencia.
- d. Relación de transformación en cada posición del cambiador de tomas.
- e. Comprobación del grupo vectorial (relación de fases).
- f. Verificación del funcionamiento del cambiador de Tomas, las protecciones, ventiladores (si son Previstos) y accesorios del transformador.
- g. Verificación de continuidad, aislamiento y conexiones de los circuitos de control y fuerza.
- h. Verificación de conexiones de puesta a tierra.
- i. Inyección de corriente primaria, y verificación de la Impedancia.

## 1.10 RECIBO DE LAS INSTALACIONES

Las instalaciones eléctricas serán oficialmente recibidas por los propietarios y/o el Interventor, cuando el total de ellas se encuentre en funcionamiento en perfectas condiciones, se hayan balanceado completamente los circuitos y estén ajustados todos los dispositivos de protección. Como requisito previo para el recibo final de las instalaciones el contratista deberá entregar la siguiente comunicación:

- a. Un juego de planos modificado "según obra realizada" y visto bueno de la interventoría
- b. Informes escritos sobre el total de las pruebas realizadas a las instalaciones eléctricas.

## 1.11 MATERIALES

El contratista de las instalaciones Eléctricas y afines, utilizará materiales totalmente nuevos, de la mejor marca obtenible para el uso especificado y que cumplan con los requisitos detallados en estas especificaciones.

Todos los equipos serán instalados en total acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. El Contratista deberá obtener esas instrucciones y tales documentos serán considerados como parte de estas especificaciones. Tanto el tipo como la capacidad y la aplicación de cada equipo y material, deberá estar garantizado en su operación, satisfactoria, para la aplicación dada en el sistema correspondiente.

### **1.12 CALIDADES DE MATERIALES Y EQUIPOS**

Todos los materiales y equipos estipulados bajo estas especificaciones están limitados a productos regularmente manufacturados y recomendados por los fabricantes para la aplicación que se les intenta dar. Estos materiales y equipos tendrán capacidades y características suficientes para cumplir ampliamente con las especificaciones y requisitos del proyecto.

### **1.13 DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS**

La localización indicada en los planos para los equipos, aparatos, rutas de acometidas y salidas es aproximada, por lo tanto el contratista deberá hacer los desplazamientos requeridos para satisfacer las características arquitectónicas o estructurales de la edificación; sin que ello implique costo adicional para el Propietario; por consiguiente, será necesario que el Contratista se familiarice completamente con los detalles arquitectónicos, estructurales y mecánicos y con las fichas técnicas que se den para cada espacio.

Para la instalación de los equipos, el Contratista deberá verificar todas las dimensiones y condiciones existentes en el sitio, teniendo en cuenta los tamaños y áreas libres para asegurarse de que los aparatos y materiales que se propone suministrar puedan ser instalados y operados satisfactoriamente en el espacio escogido. El equipo deberá ser instalado de tal manera que se preserven las alturas y libre circulación. Los equipos y las cajas de paso deberán ser localizados en sitios accesibles.

Los constructores fijarán los ejes y niveles principales y el Contratista hará todos los replanteos necesarios a partir de ellos.

El Contratista deberá ejercer especial cuidado en la colocación de la salida de tal manera que se permita dar un acabado impecable entre las placas de los diferentes acabados y las superficies finales de acabado.

### **1.14 MARCAS DE IDENTIFICACIÓN**

El contratista suministrará y colocará placas plásticas con grabado en bajo relieve de color negro y letras blancas de una altura no inferior a un centímetro, a todos los equipos principales de distribución tales como: tableros y distribuidores telefónicos y de datos. Estas placas deberán indicar la destinación dada a cada equipo o elemento según el diagrama unifilar y además su voltaje; su precio debe incluirse en el análisis unitario.

Cuando un juego de alimentadores, circuitos para motores o conductores de control, pasen a través de la misma caja de tiro o empalme deberán ser identificados con un rótulo o placa plástica grabados con el número del circuito. Estas placas de identificación o rótulos que se usen serán de material plástico y sus detalles tendrán que contar con la aprobación previa de la Interventoría.

Todos los tableros deberán ser identificados por medio de etiquetas en acrílico de fondo negro de min 4 cm de ancho remachadas a la tapa del tablero, con letras en bajo relieve tipo imprenta en color blanco de 8mm de alto para las iniciales de tres a cuatro caracteres (Ejemplo: TG) y de 5mm de alto para la descripción completa del área que atiende en cada caso (Ejemplo: "Tablero General") según se aprecia en el cuadro de carga.

Todos las tomacorrientes e interruptores llevarán en el wallplate respectivo una etiqueta autoadhesiva plastificada de 1 cm de ancho (fondo amarillo y letras tipo imprenta en color negro de 6 cm de alto), él (los) número(s) de circuito (s) y la inicial del tablero del cual se derivan. Cuando se trate de salidas de fuerza de sistemas en canaleta, estas marcas se ubicarán en el troquel respectivo.

Dentro de los diferentes tableros, cofres, strip, panel, cajas distribuidoras, se deberán agrupar por circuitos o alimentadores parciales, amarrándolas con correas plásticas e identificándolas de acuerdo a los planos, colocándolos ordenadamente con trayectoria paralela a los perfiles del tablero o caja respectiva.

La identificación y organización estará incluida dentro de los costos del ítem respectivo.

### **1.15 PLAZO DE ENTREGA**

Previamente a la iniciación de las instalaciones se convendrá un programa de trabajo definitivo entre el contratista y la firma encargada de la programación, señalando el tiempo requerido para la ejecución de cada una de las actividades contempladas y su secuencia en la relación con las demás. Cada vez que se registre un atraso o adelanto, el programa reajustará de acuerdo con los programadores.

### **1.16 MEDIDAS Y PAGOS**

El propietario pagará al contratista las diferentes cantidades de obra ejecutada según el cuadro de precios y cantidades de obra que aparecen en el APUS.

## 2 REDES ELECTRICAS INTERNAS

### 2.1 ESPECIFICACIONES DE MATERIALES

#### 2.1.1 GENERALIDADES

Todos los materiales que se empleen en la construcción de las instalaciones eléctricas deben ser totalmente nuevos de igual o mejor calidad a los recomendados en estas especificaciones. Respecto a los tipos de materiales a usar durante la ejecución de la obra, el contratista deberá tener en cuenta los puntos indicados a continuación:

- a. Los materiales deberán estar certificados bajo el sello RETIE por un organismo certificador debidamente registrado para tal fin.
- b. El contratista informará y documentará a la Interventoría, al Constructor y/o al Propietario de la obra de los materiales que se proponga utilizar, con el fin de obtener la aprobación definitiva, antes de ejecutar la actividad respectiva.
- c. Esta información incluirá marca, descripción, tipo, modelo y número de catálogo; esto con el fin de poder confrontar los materiales a utilizar en la obra con los presentados en la propuesta
- d. El contratista deberá garantizar para cada equipo y material de cada sistema la operación y funcionamiento satisfactorio.
- e. El contratista se ceñirá a las recomendaciones de los fabricantes respectivos para la instalación de los distintos materiales y equipos. Así mismo, deberá obtener las instrucciones y recomendaciones de los fabricantes mencionadas; y estos documentos serán considerados como parte de estas especificaciones.

#### 2.1.2 TUBERÍA

En todos los trabajos se empleará tubería eléctrica plegable no metálica (ENT) excepto en los casos que se especifique otro tipo de tubería. Tubería ENT se define como una canalización corrugada y plegable de sección circular, con acoplamientos y accesorios integrados, certificada para la instalación de conductores eléctricos hasta 600V.

Se puede utilizar empotrada protegida contra daño físico u oculto dentro de paredes, pisos y techos.

La tubería eléctrica plegable no metálica no se debe emplear como soporte de artefactos o equipos; ni donde este expuesta a daño físico a menos que esté marcada para soportar impactos; ni sometida a temperaturas mayores a las especificadas por el fabricante o para temperaturas menores a las especificadas para el aislamiento de los conductores; tampoco se debe instalar en lugares clasificados peligrosos, excepto lo permitido en el Artículo 504-20; ni en teatros, excepto lo permitido en las Secciones 518 y 520 de la NTC 2050.

Los tamaños comerciales normalizados están entre 21 mm (1/2") y 60 mm (2").

El número de conductores permitidos debe cumplir con los porcentajes de ocupación indicados en la Tabla No 1, del Capítulo 9 de la NTC 2050. Las dimensiones y las secciones útiles correspondientes a cada tamaño comercial aparecen en la Tabla 4 del Capítulo 9. El número máximo de conductores para cada tipo de recubrimiento y cada diámetro de tubería aparece en las Tablas C2 del Apéndice C de la misma norma y en las tablas comerciales suministradas por los fabricantes.

En los trabajos que se especifique se utilizará tubería metálica, La tubería, será tipo metálica EMT galvanizada electrolíticamente y consistente en lámina de acero formada en frío (CR), según AISI 1008 respecto a su composición química y ASTM A-568 en relación con el ancho y el espesor. Su peso y su dimensión son los exigidos por la norma ANSI C80.3. En cuanto a las uniones codos y accesorios en general, estos deben ser del mismo tipo.

Las abrazaderas serán tipo conduit para tubería descolgada o adosada a estructura según el caso.

La tubería que será cableada con cableado estructurado será del mismo tipo, así como los accesorios

DIÁMETRO NOMINAL PULGADAS	ESPESOR DE LA PARED MILÍMETROS	DIÁMETRO EXTERIOR mm
1/2	1.52	21.34
3/4	1.52	26.67
1	1.52	33.4
1 1/4	1.78	42.16
1 1/2	2.03	48.26
2	2.54	60.33
2 1/2	3.18	88.9
3	4.29	88.9
4	4.39*	114.3

Los accesorios para la tubería Conduit deberán ser del mismo tipo de tubería. Con el fin de evitar la oxidación, solo en los tramos de tubería que queden directamente enterrados en tierra, usados para alimentar luminarias exteriores de piso y en las acometidas eléctricas de 11.4 kV., se utilizará tubería Conduit PVC.

### 2.1.3 CAJAS PARA SALIDAS O PASOS

Las cajas para salidas de lámparas, toma corrientes, toma telefónica, swiches de control de alumbrado serán galvanizadas calibre 20 de profundidad no inferior a 45 mm.

Las dimensiones de las cajas a utilizar serán:

- a. Cajas galvanizadas de 4x4" (Ref: 2400) para interruptores y tomas provistas del correspondiente suplemento.

- b. Cajas galvanizadas octagonales de 4" para todas las salidas de lámparas empotradas, bien sea en el techo o en el muro, a excepción de los sitios donde figure tubería sobrepuesta, de los cuales llevarán cajas Ref: 2400.
- c. Cajas de doble fondo galvanizadas para tomas trifásicas de 50A, donde se especifique en planos o donde sea necesario.

#### **2.1.4 CONDUCTORES PARA BAJA TENSIÓN**

Todos los conductores que se utilicen serán del tipo THW 75°C – TC o THHN/THWN 90°C – TC en alambre o cable de cobre suave, aislado con PVC y con un recubrimiento de Nylon (poliamida), con aislamiento para 600 voltios, sobre el cual deberán estar debidamente marcados a todo lo largo de su longitud, el tamaño del conductor y el voltaje de su aislamiento.

Los materiales y las pruebas de estos conductores corresponderán a requisitos aplicables según normas americanas IPCEA-S-61-402 última revisión. Los conductores hasta el calibre # 10 inclusive, podrán ser de un solo hilo; del calibre AWG # 8 inclusive, hasta el calibre AWG 2 inclusive, deberán ser de siete (7) hilos; del calibre AWG # 1 al calibre AWG # 4/0, deberán ser de diecinueve (19) diecinueve hilos. Para el sistema de tierra se utilizarán conductores desnudos de calibre especificado en los planos.

#### **2.1.5 TABLEROS DE EQUIPOS ESPECIALES**

Los tableros de equipos especiales como los de ascensores, aires acondicionados, bombas de incendio, entre otros, deben ser suministrados por el contratista de la especialidad, por lo tanto, el alcance del presente diseño solo contempla las acometidas y sus cálculos.

#### **2.1.6 TABLEROS DE ALUMBRADO Y TOMAS**

Los tableros de control y protección para alumbrado estarán conformados por interruptores automáticos, termo magnéticos ensamblados en una unidad con barraje tripolar, neutro, aislado, con capacidad para 240 amperios y recubierta en lámina de acero para ser incrustada en muro. Estos tableros estarán dotados del número de circuitos que aparecen en los cuadros de carga y serán aptos para operación en un sistema trifásico, tetrapolar, 208 voltios, 60 ciclos. La caja será fabricada en lámina de acero calibre americano no inferior al # 18 y su ejecución será del tipo para " Uso General NEMA 1" presentando un acabado en esmalte gris al horno, especial para clima tropical, aplicado sobre un inhibidor de corrosión. Estos tableros estarán dotados de un barraje de tierra aislado, que permita recibir el cable de tierra de la acometida y hacer una derivación por cada circuito. Los tableros tendrán en su mayoría espacio para totalizador de la capacidad indicada en los cuadro de carga y barra de tierra para el barraje para el aterrizaje del chasis.

#### **2.1.7 INTERRUPTORES PARA CIRCUITOS DERIVADOS**

Estos interruptores se incorporarán en los tableros de alumbrado y tomas, serán automáticos con disparo libre, de tipo en caja moldeada plástica, enchufable, con mecanismo operación para cierre y apertura rápidos. Estarán provistos de elementos termomagnéticos que permitan

una característica de tiempo inverso y disparo instantáneo. Tendrán una capacidad de interrupción en corto circuito no inferior a 10.000 amperios RMS a 240 voltios; serán individuales, intercambiables, y se suministrarán en las cantidades y capacidades de carga continua indicadas en los cuadros de cargas correspondientes a cada tablero.

### 2.1.8 SALIDAS EN PISO

Las salidas en piso se utilizarán cuando no existan muros ni otro objeto que permita la instalación de tomacorrientes empotrados. Esta constará de una prolongación de 10 cm de la tubería sobre el nivel del piso.

El número máximo de tomacorrientes en cada salida en piso será el permitido por la norma y la distribución física y la instalación de los mismos, se acordará con el diseñador del mobiliario.

### 2.1.9 INTERRUPTORES PARA CONTROL DE ALUMBRADO

Interruptores para uso general, tipo de incrustar, apropiados para ser instalados en un sistema de corriente alterna, con capacidad para 10 amperios continuos, 120 voltios A.C., unipolar, de contacto mantenido, dos (2) posiciones abierto cerrado, con terminales de tornillos, aptos para recibir alambres de cobre hasta el calibre AWG #10, completos con herrajes, tornillos, y placas plásticas. Los interruptores dobles y conmutables deberán cumplir también con estas especificaciones.

### 2.1.10 TOMACORRIENTES

Los Tomacorrientes serán dobles con polo a tierra de incrustar normal, 2 polos 15 amperios (NEMA 5-15R), 250 voltios con terminales de tornillo apropiados para recibir alambre sólido de cobre hasta el calibre AWG # 10, completos con herrajes, tornillos y placa plástica. Para los diferentes tipos de red el color de las tomas se darán por la siguiente Tabla

RED	COLOR
Normal	Blanco
Regulada	Naranja

Para Conectar las UPS´s de la red, se utilizarán tomas Nema L21-30, capacidad 30 A, 120/208 Voltios, tipo Leviton 30 AMP o mejor, 120/208V, *Single Flush Receptacle with Isolated Ground*

Para las instalaciones de baños y zonas con posible contacto de agua se utilizarán tomas GFCI.

### 2.1.11 LUMINARIAS

En la iluminación de cada una de las zonas se tomará en cuenta su entorno, condiciones de polvo y de niveles de iluminación. Las marcas que se especifican corresponden a las fotometrías de las respectivas memorias de cálculo.

### 2.1.12 SUBESTACIÓN

La subestación para su fabricación, construcción y montaje, deberá cumplir con las normas del comercializador local y debe ajustarse en un todo al diagrama unifilar.

## 2.2 NORMAS TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

### 2.2.1 TUBERÍA CONDUIT

- a. Todas las canalizaciones internas para los conductores de los sistemas de alumbrado, teléfonos y demás que se instalen serán construidas en tubería EMT.
- b. Los planos indican el rumbo general de las canalizaciones de las diferentes salidas. Se pueden hacer cambios menores durante el proceso de instalación para que el sistema se adapte a los detalles arquitectónicos y a las condiciones estructurales y mecánicas de los equipos, pero ningún cambio puede hacerse sin previa autorización de la interventoría.
- c. La tubería quedará incrustada en muros y descolgada de placas, junto con los tramos de acometidas que se coloquen a lo largo de los ductos verticales.
- d. Cuando sea necesario utilizar tubería PVC será cortada en el sitio de trabajo y será liberada de filos y asperezas que puedan causar daño al aislamiento de los conductores. Los empalmes se harán utilizando uniones con soldadura PVC aplicada de acuerdo a las instrucciones del fabricante.
- e. Cuando se requieran curvas se permitirá doblado en caliente de la tubería PVC siguiendo las instrucciones del fabricante, de tal manera que el tubo no se lastime o sufra reducción en su diámetro interior. Un tendido de tubería entre dos cajas consecutivas no debe tener más curvas que el equivalente cuatro (4) codos en ángulo recto.
- f. La tubería que termine en tableros, cajas de paso, de empalme o salidas, deberá hacerlo en ángulo recto a los laterales de estos elementos, terminando a nivel por la parte interior con la lámina de su cara y coincidiendo con las perforaciones en esta, siendo asegurada por intermedio de accesorios o adaptadores terminales apropiados.
- g. Toda la tubería que quede incrustada, será inspeccionada antes de la fundición de la placa correspondiente, con el fin de asegurar su continuidad y correcta localización. Durante la construcción todos los extremos de la tubería permanecerán cerrados con tapones.
- h. Toda la tubería llevará un conductor adicional para garantizar la continuidad del sistema de tierra. Este conductor será conectado en un punto al sistema de tierra y su continuidad se asegurará en la totalidad del sistema.
- i. Toda la tubería será soplada y limpiada con anterioridad a la instalación de los conductores.
- j. La tubería que vaya incrustada en placas, pisos y muros, deberá quedar a una profundidad no menor de un centímetro desde la superficie terminada, excepto en aquellos puntos de ingreso a cajas de salida o tableros. La tubería que alimenta algunos tomacorrientes o cajas de derivación de tomacorrientes y que ha de quedar incrustada



en la afinada de piso, se revisara antes de la fundición para garantizar la correcta ubicación de las salidas y se taponará para evitar que entre mortero y piedras en la tubería.

- k. El tapón podrá ser un niple de tubo aplastado en la punta con unión en el otro extremo o una boquilla con un disco ("KO" desprendido de las cajas) y en ningún caso se aceptará simple papel como tapón.
- l. Toda la tubería se fijará en las cajas y tableros por medio de adaptadores metálicos, de tal forma que se garantice una buena fijación mecánica y una buena continuidad eléctrica a lo largo de toda la instalación.
- m. La tubería que quede descolgada en los techos, será fijada en forma adecuada por medio de grapas galvanizadas y pernos de fijación. Cuando vayan varios tubos, se acomodarán en soportes estructurales adecuados (con las separaciones dadas en el artículo 346-12 NTC 2050

### 2.2.2 CAJAS DE PASO

- a. El tubo de la acometida y aquellos de las parciales se colocarán sobre las caras laterales y se fijarán con tuercas, contratueras y boquillas roscadas.
- b. La terminal de puesta a tierra se debe sujetar firmemente a los elementos metálicos, a las líneas de continuidad y al barraje de neutros.

### 2.2.3 CAJAS PARA SALIDA

La instalación de cajas para salidas deberá cumplir con los requisitos de la sección 370 del "NEC".

- a. Todas las cajas para salidas de lámparas, aparatos, etc. serán del tamaño suficiente para proveer espacio libre, a todos los conductores contenidos en las cajas. Las salidas para lámparas en donde la tubería esté incrustada, deberán estar provistas de una caja octogonal de 4" X 1.1/2". Las salidas para interruptores sencillos serán dotadas de una caja rectangular de 2" x4" x 1.1/2"; para los interruptores dobles se instalarán cajas cuadradas de 4" x 4" x 1.1/2" con suplemento. Las salidas que reciban dos o más tubos tendrán en todos los casos, cajas cuadradas de 4"x4"x1.1/2" con suplemento correspondiente al tipo de aparato que se vaya a utilizar. Durante el empleo de estas cajas se abrirán solamente aquellas perforaciones que vayan a ser utilizadas.
- b. A menos que se indique lo contrario, las cajas deberán ser colocadas a las siguientes alturas, medidas sobre el nivel del piso fino hasta el centro de la caja:
  - Interruptor de pared, 1.20 metros
  - Tomacorrientes por encima de mesones y escritorios, 1.20 metros
  - Tomacorrientes exclusivos de TV o CCTV, 2.20 metros
  - Tomacorrientes utensilios varios , 0.30 metros
  - Tomacorrientes equipos de computo, 0.30 metros
  - Tableros, 1.40 metros

- c. Nota: estas alturas son generales, para cada espacio en particular se deben consultar las alturas dadas en la ficha técnica correspondiente. Para alturas especiales se indican en los planos al lado de la salida correspondiente.
- d. Todas las cajas de salidas estarán firmemente aseguradas en su lugar y quedarán un centímetro por fuera de la mampostería a fin de que cuando se pañeten las paredes y techos, al borde de las cajas quede a ras con los terminados.
- e. En todas las cajas se fijará la línea de tierra por medio de un tornillo.
- f. En los casos en que se requieren cajas de empalmes o de tiro, se utilizarán cajas cuyas dimensiones dependerán del calibre y número de tubos que recibe, así como el número de conductores que se vaya a empalmar. Según artículo 370 de la NTC 2050.
- g. En el desarrollo de precios unitarios de los ml de tubería de acometida, se deberá incorporar una incidencia correspondiente a las cajas de paso, las cuales no han sido específicamente detalladas en planos, teniendo en cuenta que su ubicación definitiva, dada la complejidad del proyecto, no es posible delimitarla exactamente en la representación gráfica y dependerá en muchas circunstancias de utilizar caja de para sortear interferencias insalvables en otras instalaciones.

#### **2.2.4 TABLEROS**

- a. La totalidad de los tableros se colocarán incrustados dentro de los muros en forma tal que sus lados queden completamente nivelados. Su instalación deberá ser coordinada con el constructor de la obra civil.
- b. El cableado de los tableros se hará en forma completamente nítida dejando una longitud suficiente de conductor, para efectos de permitir la adecuada conexión de los mismos a los interruptores automáticos.
- c. Al hacer entrega de la instalación eléctrica. El contratista imprimirá en el tarjetero del tablero la nomenclatura de los interruptores de acuerdo con la nomenclatura señalada en los planos.
- d. Los tableros se identificarán de acuerdo al diagrama unifilar con una placa acrílica tamaño 8x2 cm.

#### **2.2.5 CONDUCTORES**

- a. Durante el proceso de cableado, se utilizará un lubricante apropiado para el conductor especificado. No se permitirá el empleo de grasa mineral. En el momento de introducir los conductores dentro de la tubería se tendrá el cuidado de evitar la formación de ángulos agudos en el cable.
- b. No estarán permitidos, en ningún caso, los empalmes de cable y alambres dentro de la tubería conduit y por lo tanto los conductores deberán ser continuos desde la salida de los interruptores en su correspondiente tablero, hasta las cajas de salida, derivación o empalme.
- c. Todas las conexiones para empalmes y derivaciones en conductores hasta el calibre AWG # 10 inclusive, que deban hacerse dentro de las cajas de paso, se ejecutarán por

- medio de conectores de baquelita, del tipo de presión con resorte, sin soldadura, iguales o similares al tipo "Scotchlock" distribuidos por 3M de Colombia S.A.
- d. Los empalmes en conductores calibres AWG # 2 y superiores, se harán utilizando conectores del tipo de compresión apropiados y recubiertos con cinta aislante marca scotch # 33 en un espesor de 1.1/2 veces el aislamiento del conductor.
  - e. Todos los conductores de calibre AWG # 8 y mayores, deberán tener sus terminaciones en un conector del tamaño apropiado y del tipo de compresión hechos con herramienta adecuada.
  - f. Cuando sea necesario cambiar la dirección de los cables, se tendrá extremo cuidado de hacer curvaturas suaves, considerando necesario no exceder un radio mínimo de curvatura de 20 veces el diámetro del cable.
  - g. Código de colores: para la alambrada general se tendrá en cuenta la utilización de conductores con los siguientes colores:
    - Conductor de puesta a tierra Verde
    - Conductor Neutro Blanco
    - Conductores de fases Cualesquiera colores diferentes a Blanco o Verde
  - h. La totalidad de los cables que conforman las acometidas deberán ser plenamente identificados con la nomenclatura señalada en los planos. Para este propósito el Contratista presentará para aprobación de la Interventoría, muestra de rótulos en material aislante e incombustible que se proponga utilizar.
  - i. Durante el cableado la tensión será aplicada gradualmente a los cables evitando halones fuertes. La tensión máxima recomendada por el fabricante del cable y por la buena práctica, no deberá ser excedida para ningún cable. Los cables serán empalmados a los dispositivos de tensionamiento de tal manera que los esfuerzos se transmitan uniformemente.
  - j. Ningún cable o alambre será introducido dentro de la tubería hasta que ésta no esté limpia y seca.
  - k. Las acometidas serán del mismo tamaño a través de toda su longitud y los alimentadores para motores, paneles, interruptores, etc., deberán ser continuos sin empalmes en su trayecto.
  - l. El tamaño del conductor más pequeño que se permitirá será el AWG # 14, excepto en donde se indique lo contrario.
  - m. Cada fase tendrá su propio neutro en cuanto a las salidas se refiere.
  - n. En todas las cajas deben dejarse por lo menos 20 cm para las conexiones de los aparatos correspondientes.
  - o. Las puntas de cables que entran al tablero se dejaran de suficiente longitud (medio perímetro de la caja), con el fin de que permita una correcta derivación del mismo.

### **2.2.6 APARATOS**

- a. Todos los aparatos quedarán nivelados. Los conductores que terminen en los sellos se conectarán en forma rígida, de tal manera que se evite el aflojamiento y las desconexiones de los mismos o recalentamiento en los puntos de contacto.

- b. Los interruptores de apague interrumpirán las fases. Cuando estén conectados en posición vertical, quedarán encendiendo cuando la palanca se encuentre en la parte superior y apagando cuando este en la posición inferior. Cuando los interruptores de apague se coloquen en posición horizontal quedarán encendidos hacia la derecha y apagados hacia el lado izquierdo.
- c. Cada una de los tomacorrientes ira marcado de tal forma que indique el tablero el subsistema y él número del circuito al cual pertenecen.

### 2.2.7 TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN

Estos tableros contienen todas las protecciones para los tableros parciales de alumbrado y tomacorrientes normales.

Contiene la transferencia automática y todos los elementos de protección según diagrama Unifilar.

### 2.2.8 SISTEMA DE TIERRA

El sistema de tierra se ejecutará de acuerdo con lo estipulado en el "IEE STD 80-2000 y NTC 4552".

El sistema de tierra para la edificación tendrá una resistencia máxima de 5 ohmios; podrá conformada por varillas de 5/8" de diámetro y de 8 pies de longitud, enterrada directamente debajo del tablero general e interconectada con el barraje de tierra de este equipo a través de un conductor de cobre desnudo No 2/0 AWG, según se indica en los planos.

En caso de que al medirse la resistencia a tierra su valor sea mayor a 5 ohmios, el contratista deberá colocar varillas de *copperweld* adicionales y/o realizar tratamiento del suelo con elementos químicos hasta obtener el valor deseado.

Todas las cajas y partes metálicas de los equipos eléctricos serán puestos a tierra de acuerdo con las estipulaciones del NEC; las derivaciones de la malla de tierra serán hechas por medio del proceso del termo soldadura *cadweld* o similar.

Todas las derivaciones de la malla de tierra subterránea, serán hechas por medio del proceso de termosoldadura *Cadweld* o similar; los empalmes con soldadura blanda no serán permitidos.

Cada equipo o parte que deba ser aterrizada, irá conectada a la red colectora o malla de tierra, por medio de una unión directa individual y continua. Para la conexión del cable de tierra a los equipos propiamente dichos, se emplearán conectores, tornillos y tuercas de bronce fosfatados. En caso de que el equipo se encuentre bajo tierra, como por ejemplo un tanque subterráneo, su conexión al sistema de tierra se hará con soldadura exotérmica.

La continuidad del sistema de tierra deberá mantenerse a través de todo el sistema de distribución para asegurar la operación de los elementos de protección y eliminar voltajes peligrosos causados por altas corrientes de corto circuito.

Los empalmes en los conductores de tierra no serán más frecuentes que los que se crean absolutamente indispensables y todas sus uniones y empalmes serán soldadas exotérmicamente.

Cuando un conductor de tierra vaya con aislamiento dentro de un tubo conduit o ducto, debe ser de color verde.

Todos los materiales para puesta a tierra y de los equipos deberán ser suministrados por el Contratista.

### 2.2.9 BARRAJE EQUIPOTENCIAL

O punto de puesta a tierra (*Ground Busbar* o *Ground Bar* o *Ground Bus*). En él se conectarán físicamente las partes de los circuitos correspondientes, de tal forma que garantice el mismo potencial, independientemente de la condición de corriente en los conductores y concebida para el objeto del suministro como una barra de cobre de dimensiones 40cmx3"x1/4", dotado con las perforaciones que permite la conexión de las bajantes y de todas las partes no portadoras de corriente existentes en las mismas, así como la instalación mediante aisladores separadores. Incluye caja metálica con tapa abisagrada de 0.6x0.6x0.15 con aisladores para soporte de barraje y *knockouts* para ducto entre 1/2" y 1 1/2". Se instalarán en los cuartos técnicos establecidos en el proyecto tal como se puede observar en los planos.

### 2.2.10 PROTECCIÓN CONTRA DESCARGAS ELÉCTRICAS ATMOSFÉRICAS

Los pararrayos y la puesta a tierra se dispondrán según el diseño realizado siguiendo la norma NTC 4552 Su instalación deberá hacerse sobre la cubierta de la edificación. Para su instalación deben seguirse todas las instrucciones y recomendaciones del fabricante.

## 3 REDES ELÉCTRICAS EXTERIORES

### 3.1 DUCTOS

Los ductos serán de material aislante al calor, impermeable, incombustible, mal conductor de electricidad; tendrán su superficie interior completamente lisa para no causar daño al aislamiento de los conductores. Químicamente serán inactivos y no serán susceptibles de descomposición u oxidación en forma que ataquen el aislamiento de los conductores aún en el caso que se encuentren sumergidos en soluciones salinas. Su resistencia a la tracción axial será igual o mayor a 250 KG/cms<sup>2</sup>, al aplastamiento igual o mayor a 450 KG/cms<sup>2</sup> y a la flexión igual o mayor a 250KG/cms<sup>2</sup>.

En el diseño se han empleado ductos de PVC tipo DB de 4" de diámetro interior para las redes de distribución primarias y ductos de 3" para las redes de distribución secundarias, de acuerdo a las especificaciones del comercializador local.

Para los sistemas telefónicos y afines se utilizarán tuberías PVC en los diámetros indicados en los planos.

### **3.2 CAJAS Y CÁMARAS DE INSPECCIÓN**

Las cajas de inspección estarán conformadas por paredes construidas en ladrillo tolete recocado colocado en forma “trabada” y tendrán las superficies internas pañetadas. El piso se formará con una capa de recebo compactada sobre la cual se fundirá una placa de concreto de 2.500 PSI.

Las cajas estarán provistas en su fondo de un sistema de drenaje (caja o tubería) el cual será opcional a juicio del comercializador local, dependiendo del nivel freático de la zona.

Las tapas para las cajas de inspección serán, prefabricadas cumpliendo en un todo con lo especificado por el comercializador local por tamaño y localización de la caja.

El proyecto contempla tres tipos de cajas de inspección a saber:

- a. Cámara de inspección sencilla para canalizaciones de MT y BT según los detalles constructivos del comercializador local.
- b. Cámara de inspección doble para canalizaciones de MT y BT según detalle constructivo del comercializador local.
- c. Cámara de inspección para acometidas de BT y alumbrado público según detalle constructivo del comercializador local.

### **3.3 NORMAS TÉCNICAS PARA LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

Los trabajos serán ejecutados en un todo de acuerdo con los reglamentos del comercializador local. Las presentes instrucciones se escriben a manera de guía y en ningún momento podrán interpretarse como sustitutivas de los reglamentos de dicha Empresa.

### **3.4 CANALIZACIONES**

#### **3.4.1 DUCTERÍAS**

La canalización en ductos de PVC para la red primaria y las de los tamaños señalados en los planos para la Red de Baja Tensión y para los demás sistemas, cumplirán con las siguientes condiciones de instalación:

- a. Cada tramo de canalización se colocará en línea RECTA, en su proyección horizontal y tendrá una pendiente de 0.3% longitudinalmente hacia cualquiera de las cajas en donde terminan.
- b. Las uniones de los ductos deberán ser rígidas, herméticas y de suficiente resistencia para efectos de impedir el ingreso de humedad hacia su interior.
- c. Los tramos de canalización no excederán de 40m de longitud.

- d. Todo tramo terminará en una caja de inspección o de tiro, utilizando en la llegada campana terminal de PVC.
- e. Las excavaciones y el tendido de la tubería serán hechas en un todo de acuerdo con los detalles constructivos del comercializador local.
- f. Los ductos descansarán uniformemente sobre el terreno a fin de evitar esfuerzos de flexión. En donde existan uniones, se excavará en el fondo de la zanja una pequeña caja de 30 cm de longitud por 10 cm de profundidad, permitiendo así espacio libre para trabajar por debajo de cada collar.
- g. En caso de encontrar en el fondo de las excavaciones, materiales de mala calidad, tales como arcillas expansivas, estos se extraerán y se hará un relleno con recebo en una profundidad de sobre-excavación de 30 cm.
- h. El fondo de la excavación será uniforme y debidamente compactado para evitar asentamientos diferenciales de la canalización. Se tenderá sobre ella una capa de arena de peña con un espesor no menor de 4 cm.
- i. Los espacios entre los ductos serán llenados con arena lavada de peña libre de piedras y con un contenido máximo de finos.
- j. La separación entre los ductos se mantendrá mediante el empleo de guías de madera colocadas con una interdistancia aproximada de 3 m; las cuales serán retiradas una vez anclada la tubería.
- k. En ningún se deben apoyar los extremos de los tubos sobre piedras o material que pueda dañarlos. El relleno de las zanjas por encima de la arena que cubre los ductos se hará con materiales escogidos de la misma excavación y en capas sucesivas de 20 cm.
- l. Los ductos que no se utilicen deberán ser taponados en sus extremos dentro de las cajas de inspección.

### 3.4.2 CÁMARAS DE INSPECCIÓN Y DE TIRO

Serán construidas siguiendo los detalles indicados en los planos en las presentes especificaciones, realizando las modificaciones que se consideren convenientes de tipo civil o estructural pero con previa aprobación de la interventoría.

En cada caja se dejarán desagües de acuerdo a los planos de detalle. Estos desagües podrán ser conectados a la red de cañerías o desembocando en zonas de menor nivel en caso de que no pasen tuberías de alcantarillado cerca.

### 3.4.3 INSTALACIÓN DE CABLES SUBTERRÁNEOS

Antes de proceder a la colocación de los cables en general, se deberá seleccionar el tramo completo de los ductos que serán ocupados por los diferentes circuitos, debiendo ser mantenida la posición del cable a todo lo largo del trayecto seleccionado. Como criterio general para la escogencia de los ductos, se tendrá en cuenta que los trayectos de cable más cortos ocuparán los ductos superiores, permitiendo en esta forma, que los ductos vacíos queden en la parte superior del banco de ductos a fin de que en su futura utilización, no sea necesario intervenir los cables existentes.



Antes de iniciar la colocación de los cables, los ductos seleccionados se limpiarán completamente en forma adecuada, de tal manera que queden libres de obstrucciones y asperezas que puedan dañar los aislamientos de los cables.

Durante la colocación de los cables, el contratista proveerá los medios necesarios para evitar que los cables sufran daños o rapaduras en su aislamiento, por rozamiento contra las paredes de las cámaras de inspección y/o en la entrada de los ductos.

Para los cambios de dirección de los cables, se tendrá extremo cuidado en que estos cambios se hagan por medio de curvaturas suaves, considerándose necesario no exceder un radio mínimo de curvatura de 20 veces el diámetro exterior del cable.

El carrete de cable será convenientemente localizado en el extremo de alimentación, sobre el lado de la cámara hacia el cual se jale el cable, de tal manera que se cause una curvatura no mayor que la indicada.

Para guiar el cable de media tensión durante su introducción a los ductos subterráneos, se utilizará un aparejo adecuado y colocado de tal manera, que el diámetro de la polea inferior quede al nivel con el ducto que se va a alambrear.

Para el cable de media tensión, no se permitirá la utilización de empalmes y por lo tanto el Contratista deberá coordinar los pedidos de tal manera, que las longitudes del cable sean suficientes para trayectos completos.

Al finalizar la colocación del cable de media tensión, dentro del correspondiente cubículo en las subestaciones tipo capsulada, se conectarán sus extremos a los terminales premoldeados suministrados por el fabricante de la subestación, ejecutando los correspondientes conos de alivio en cada una de las fases y la puesta a tierra de las pantallas de acuerdo a lo recomendado por el fabricante del cable que se suministre. Por tanto, el Contratista proveerá un operario calificado, con experiencia comprobada ante la Interventoría.

No se permitirá en ningún caso hacer empalmes en los cables de Baja Tensión dentro de los ductos y por lo tanto todos los conductores serán continuos, desde la salida en los interruptores instalados en el transformador de Pedestal hasta su correspondiente tablero.

Las derivaciones y empalmes en los cables subterráneos de baja tensión, con el objeto de alimentar las luminarias de alumbrado público, se efectuarán dentro de las cajas de paso, en la base de cada poste.

Para la ejecución de la derivación se utilizarán empalmes con resina encapsulado, y a prueba de humedad, iguales o similares al tipo 91-B-1 "Scotchcost" producido por la firma 3M Colombia S. A.



### **3.5 BARRAJES AISLADOS DE DERIVACIÓN**

Los conductores a instalar estarán completamente rectos en una longitud de 30 cm. Aquellos que conformen los circuitos de entrada y salida, se ubicarán preferiblemente en la primera y última posición del barraje (1 y 6).

El aislamiento de los conductores se recortará en una longitud aproximada de 1.1/8 a 1.1/4”.

A cada cubierta protectora debe recortársele el anillo correspondiente a la dimensión de cable que se va a instalar. Para aquellos cables de 250 MCM y mayores no se utilizará la cubierta y el conductor se introducirá al conector directamente.

## **4 GRUPO ELECTRÓGENO**

### **4.1 OBJETO**

Las presentes especificaciones contemplan las características de los materiales, equipos y condiciones para el suministro, instalación, conexión, prueba y puesta en funcionamiento de una planta generadora de energía, el aeropuerto de IBAGUE.

### **4.2 GENERALIDADES**

La planta suministrará energía en condiciones de falla en el sistema de suministro de energía del sistema normal de la red del comercializador local.

La planta suministrará energía a 208/120V., la cual será transportada mediante un alimentado hasta el tablero general de acometidas, donde se encuentra el conmutador de transferencia automática.

#### **4.2.1 NORMALIZACIÓN DEL EQUIPO**

Todos los componentes de la planta, así como sus equipos accesorios, deberán ser nuevos y de una línea de producción comercialmente normalizada por un fabricante de amplia experiencia.

La planta deberá ser fabricada de acuerdo con los requisitos específicos, aplicables a las normas ASA, ASTM, NEMA, SAE, o DIN

#### **4.2.2 5.2 EXPERIENCIA**

El fabricante, deberá tener experiencia en la fabricación de equipos equivalentes, no menor de veinte (20) años, y representantes en Colombia que brinden asesoría y puedan suministrar repuestos para su mantenimiento y que se encuentren establecidos en Colombia, con un tiempo no inferior a cinco (5) años.

### **4.2.3 ELEMENTOS Y MATERIALES**

En las páginas siguientes se describe cada ítem del equipo mencionado, indicando las especificaciones y las normas que deben cumplir.

Cualquier elemento no mencionado específicamente, pero que sea de manifiesta necesidad para el correcto funcionamiento de la planta, deberá ser suministrado y debidamente instalado por el fabricante de la misma.

El proponente podrá presentar como alternativas para cada ítem, equipos de diseño reciente y avanzado, siempre y cuando cumplan o excedan las especificaciones y normas indicadas para el mismo.

### **4.2.4 DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO DE EMERGENCIA**

La planta eléctrica estará construida por un Motor Diesel, unido directamente a un generador eléctrico, a través de un acoplamiento semiflexible de disco de acero, incluyendo sus correspondientes controles y equipos de protección. Este grupo motor generador será apto para operación de un sistema de (3) fases, 4 hilos, 208/120 V., 60 Hz. bajo carga.

### **4.2.5 CONDICIONES DE SERVICIO**

La planta de emergencia se instalará en IBAGUE, TOLIMA , a una altura de 305 m. sobre el nivel del mar, con una temperatura media de 30 grados centígrados (30°C.) en una instalación bajo techo.

La planta de emergencia suministrará la energía eléctrica en caso de que falte el servicio de energía de la red normal, para el funcionamiento de los equipos especificados en el diagrama unifilar anexo.

## **4.3 ALCANCE DEL TRABAJO.**

El Constructor de obra civil construirá para la planta de emergencia desagües y una llave de suministro de agua.

El Constructor efectuará todas las obras de mampostería y concreto y acondicionará el local de acuerdo con las solicitudes oportunas del suministrador de la planta así:

- a. Base antivibratoria en concreto (si fuere necesario).
- b. Rejillas de ventilación y puertas, según solicitud del suministrador de la planta.
- c. Base en mampostería, para el tanque de combustible.
- d. Pases en la placa o muros, para el ducto de salida de gases.

El suministrador de la planta se encargará a partir de este punto del suministro y montaje de :

- a. Grupo de motor generador
- b. Baterías

- c. Cargador de baterías
- d. Acople a rejilla de entrada de aire
- e. Silenciador y ductos de escape
- f. Conexión de los cables de fuerza
- g. Precalentador de las camisas del motor.
- h. Tanque de 1000 galones de combustible y tanque diario de nivel constante.
- i. Cabina de insonorización.

Coordinación con el instalador del conmutador de transferencia automática para la conexión de los cables de fuerza.

Conectar el grupo motor generador, tanque de combustible a la puesta a tierra suministrada.

Si el montaje del grupo motor generador se va a efectuar sobre una base antivibratoria, suministrar oportunamente los amortiguadores con una plantilla para el montaje de éstos.

#### **4.4 CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO.**

##### **4.4.1 GENERADOR.**

El generador será sincrónico, de cuatro (4) polos, sin escobillas, con una capacidad de 600kVA (500 kW) al nivel de la ciudad de IBAGUE. Funcionará en servicio auxiliar, con un factor de potencia de 0.80, frecuencia 60 Hz., 3 fases, 4 hilos, para trabajar con tensión de servicio de voltaje a plena carga 208/120V., velocidad 1800 RPM. Es importante tener en cuenta que la mayoría de equipos que se van a conectar al sistema son CARGAS NO LINEALES tales como UPS, Reguladores, Computadores, Alumbrado con balasto electrónico, por lo cual el PROVEEDOR del Equipo deberá certificar su compatibilidad con este tipo de carga. El rotor deberá estar dinámicamente balanceado con sistema de uno o dos cojinetes y permanentemente alineado, con acople flexible al motor.

La excitatriz deberá ser trifásica con rectificación de onda completa y componentes de estado sólido. Deberá ser del tipo estático, montada sobre el eje común del rotor y de fácil acceso para su inspección y mantenimiento.

El regulador de voltaje deberá mantener la tensión de servicio dentro de un rango no mayor de  $\pm 2\%$  de variación del voltaje nominal de todo el rango de cargabilidad.

La caída instantánea del voltaje, no deberá ser mayor del 20% al aplicar el total de la carga con un factor de potencia 0.80.

El alternador deberá permitir una recuperación del voltaje en un lapso no mayor de dos (2) segundos, después de haber sucedido el cambio abrupto entre el 25% y el 100% de la capacidad del alternador. Estará provisto además de un reóstato para hacer ajustes del voltaje de un 5%.

El enfriamiento del alternador se hará mediante un ventilador centrífugo que tenga bajo nivel de ruido y proporcione el enfriamiento necesario para el rotor y estator. El aislamiento del alternador será NEMA clase F, mediante resinas epóxicas que le den adecuada protección del medio ambiente y a la abrasión.

El alternador deberá poder suministrar sin sobrecalentamiento que pueda ser dañino, una capacidad auxiliar de 110% de la capacidad nominal con factor de potencia 0.80.

#### **4.4.1.1 ELEMENTOS DE CONTROL DEL GENERADOR.**

El tablero de instrumentos del generador debe estar cableado, probado y montado en el grupo electrógeno y contendrá los siguientes elementos, los cuales deberán ser aptos para soportar las vibraciones normales durante la operación del Equipo:

- a. Amperímetro Digital AC
- b. Selector de fases Amp.
- c. Voltímetro Digital AC
- d. Selector de fases voltímetro
- e. Frecuencímetro Digital
- f. Reóstato para ajustar voltaje
- g. Interruptor automático para salida

#### **4.4.2 MOTOR DIESEL.**

El motor Diesel, con aspiración natural o turbocargado de arranque en frío, de dos o cuatro tiempos, con disposición de cilindros en línea o en V, velocidad normal de operación 1800 RPM, con las características y capacidad necesaria para impulsar el generador bajo las condiciones de funcionamiento establecidas.

Estará provisto de un sistema de regulación automático durante su operación. Su suministro deberá incluir base metálica y pernos de anclaje para el grupo motor generador total.

#### **4.4.2.1 SISTEMA DE COMBUSTIBLE.**

El combustible a utilizar para su correcto funcionamiento a las condiciones climatológicas mencionada, será para motores Diesel, que se fabrique en Colombia.

El motor deberá estar capacitado para utilizar combustible de fabricación Nacional y garantizar un correcto funcionamiento a las condiciones climatológicas mencionadas.

El motor deberá estar en capacidad de operar durante periodos largos con cargas bajas, por lo tanto deberá contar con los elementos necesarios para prevenir la carbonización.

Cada cilindro deberá poseer su propia bomba de inyección de combustible controlada por el gobernador, válvula de inyección y filtro de elementos reemplazables. Es igualmente aceptable el sistema con una bomba común.

El oferente deberá suministrar un tanque de combustible de nivel constante, para procurar alimentación a la planta por gravedad, mediante el principio de los vasos comunicantes y un tanque principal de 1000 galones, que contará, con un sistema de indicación de nivel de combustible.

#### **4.4.2.2 SISTEMA DE LUBRICACIÓN.**

La lubricación del motor será de tipo forzado, mediante una bomba de engranajes de desplazamiento positivo, que permita lubricar, todas las partes móviles, con filtro de flujo total, el cual deberá ser de elementos reemplazables.

El sistema de lubricación deberá contar con un sistema de enfriamiento mediante agua o aire y estará provisto de un termómetro, manómetro e indicador visual de nivel.

#### **4.4.2.3 GOBERNADOR DE VELOCIDAD.**

El motor deberá estar equipado con un gobernador de velocidad del tipo electrónico, de construcción totalmente cerrado, capaz de ejercer un control de velocidad con una precisión del 1%, en todo el rango de cargabilidad como mínimo.

Deberá interrumpir el suministro de combustible cuando la máquina alcance la sobrevelocidad limite garantizada por el fabricante.

#### **4.4.2.4 SISTEMA DE ENFRIAMIENTO.**

El motor deberá poseer un sistema de enfriamiento por agua, que tenga suficiente capacidad para mantener una temperatura adecuada del motor cuando este funciona en plena carga.

Estará equipado con una bomba de recirculación de agua de tipo centrífugo y válvula termostática.

El sistema de enfriamiento del agua será por RADIADOR. El fabricante suministrará el sistema de enfriamiento con todos los dispositivos requeridos para su óptimo funcionamiento tales como : bombas, válvulas, solenoides, termostatos , etc.

#### **4.4.2.5 SUMINISTRO DE AIRE.**

La toma de aire del motor, deberá estar provista de uno o más filtros de tipo seco, de elemento recambiable y deberá contar con un medidor de restricción de admisión de aire.

El fabricante deberá suministrar todos los elementos tales como mangueras, soportes y tomas de incrustar en el muro para dejar el sistema de toma de aire fuera del recinto.

#### **4.4.2.6 SISTEMA DE ESCAPE.**

El fabricante deberá diseñar, construir y montar el sistema completo para la evacuación de los gases de desfogue de la planta.

Los ductos de escape deberán ser de tal tamaño, que la contrapresión sobre el sistema de escape, no sobrepase la que permita producir al motor la máxima capacidad requerida para su correcto funcionamiento.

Este sistema deberá estar provisto de un sistema de silenciador del tipo amortiguador para uso "CRÍTICO" con mangueras de metal flexibles para facilitar su instalación.

Toda tubería o ductos que queden dentro de la edificación deberán ser cubiertos con aislante térmico, recubierto con lámina de aluminio, de magnífica presentación estética. El CONTRATISTA verificará las medidas en los planos y en el sitio del Equipo a suministrar y brindará todas las informaciones necesarias al Arquitecto Diseñador para la complementación arquitectónica del Equipo y una instalación eficiente de sus componentes.

#### **4.4.2.7 SISTEMA DE ARRANQUE.**

El motor deberá estar equipado con un sistema eléctrico de arranque con la suficiente capacidad para acelerar al motor hasta una velocidad que permita su arranque, bajo las condiciones estipuladas para el sitio de operación de la planta.

El motor eléctrico deberá ser alimentado por baterías y tendrá un solenoide para arranque y embrague tipo BENDIX.

#### **4.4.2.8 7.2.8 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.**

El motor estará equipado con controles automáticos con indicación de alarma tanto visual como audible, de tal manera que pare la máquina en cada una de las siguientes faltas:

- a. Baja presión de aceite de lubricación
- b. Elevada temperatura en el agua de refrigeración
- c. Sobrevelocidad del motor
- d. Apagado automático por falta de combustible y sobre carga

#### **4.4.3 TABLERO DE INSTRUMENTOS**

Los siguientes elementos a prueba de vibraciones, deberán ser montados en un tablero para el control del motor:

- a. Manómetro de presión de lubricación
- b. Termómetro para la temperatura del agua de refrigeración
- c. Amperímetro de carga de baterías
- d. Pulsadores de arranque y parada del motor
- e. Un horómetro para indicar el tiempo de funcionamiento de la máquina.
- f. Control de arranque y parada : junto con la planta, se suministrará un panel para la operación de arranque y parada de la planta. Este panel, deberá incluir Un dispositivo, para que al recibir la señal de suspensión del flujo de energía, proporcione una serie adecuada de ciclos de arranque y parada. Varios impulsos de arranque (5 ó 6) que

garanticen el encendido de la planta y que tan pronto como el motor entre en funcionamiento, suspenda la alimentación del circuito de la batería

Un interruptor selector de cuatro (4) posiciones a saber:

- a. Posición una : MANUAL - con la cual se anulen las características de automatismo y permita el arranque manual de la planta.
- b. Posición dos : APAGADO - con la cual se desconecta la característica de automatismo del sistema de arranque.
- c. Posición tres : AUTOMÁTICO - con el cual se desconecta la secuencia de operación automática.
- d. Posición cuatro : PRUEBA - con la cual se simula falla en la red normal y permita poner en marcha el grupo generador

Este control de arranque y parada debe tener además, dispositivos que permitan ajuste rápido y automático :

- a. En repetición de prueba de arranque
- b. En repetición de arranque automático
- c. En cambio de operaciones

EJEMPLO : Se arranca la planta en forma manual y se pasa a automático. En este caso el equipo inicia el retardo de la conexión de emergencia.

EJEMPLO : Se apaga la planta por normalización de la red y falla nuevamente la red. Si la planta no se ha detenido, ajusta su velocidad sin dar ningún arranque.

Regulación interna del voltaje, libre de interferencias por variaciones del voltaje de la batería en el momento de arranque.

Señalización propia de :

- a. Fin de arranque . Se da cuando la planta enciende o se han completado todos los impulsos del ciclo de arranque.
- b. Arranque. Se da cuando la planta recibe un impulso de arranque.
- c. Generador. Indica que la planta está generando.
- d. Transferencia y protecciones. Indica la transferencia y conexión de protecciones de la planta.
- e. Protecciones adicionales :
- f. De frecuencia. Para protección de sobrevelocidad de la máquina.

Alarmas :

- a. Acústicas. Sirena
- b. Ópticas. Mediante lámparas de señalización que indiquen :
- c. Baja presión de aceite.

- d. Exceso de temperatura en la máquina
- e. Sobrevelocidad de la máquina
- f. Sobrecarga de la máquina
- g. Voltaje anormal de la planta
- h. Falla de arranque automático

PROGRAMADOR AUTOMÁTICO. Adicionalmente se suministrará un programador automático, conectado al circuito de arranque del motor, que contenga todos los elementos necesarios para que cada siete (7) días, la planta sea automáticamente arrancada, puesta en operación por un intervalo de 15 minutos y luego vuelta a posición de espera (STANDBY)

#### **4.4.4 EQUIPO DE BATERÍAS Y RECTIFICADORES.**

El fabricante de la planta, deberá suministrar un sistema propio de acumuladores de baterías, con capacidad suficiente que permita operaciones de arranque del motor por un periodo hasta de dos minutos.

El equipo de baterías será suministrado con un cargador automático tipo rectificador por semiconductor, con una capacidad para suministrar la carga continua de las baterías, más un 25% y deberá permitir que las baterías tomen energía tanto de la fuente normal como de la fuente de emergencia.

Su compensación deberá permitir variaciones en la tensión de alimentación de  $\pm 10\%$  sobre el voltaje de 120 Voltios y variaciones de  $\pm 5\%$  sobre el valor nominal de 60 ciclos.

El cargador, provisto de: Un amperímetro, un voltímetro, un interruptor automático, un interruptor selector y luces indicadoras para carga lenta y carga rápida.

El conjunto de baterías y rectificador, será suministrado completo, para su instalación con soporte para las baterías, cable para conexión, terminales y demás elementos necesarios.

#### **4.5 CABINA INSONORIZADA.**

El Grupo Motor Generador, estará ensamblado dentro de una cabina insonorizada, construida por el mismo fabricante del Equipo, que obtenga una atenuación del ruido producido a un nivel de 80 dB a dos metros de distancia.

Esta cabina será construida en lámina metálica, con cubiertas de material acústico interno, con rejillas de ventilación que permitan una adecuada refrigeración y atenuación del ruido.

Deberá contar como mínimo de los siguientes accesorios:

- a. Puertas abatibles y controladas por amortiguadores hidráulicos, que permitan una apertura suave y retengan las puertas abiertas, sin necesidad de colocar varillas de soporte.
- b. Argollas de izamiento para transporte del Equipo.



- c. Ventanas en vidrio inastillable, para la observación de los instrumentos de control y alarma, sin necesidad de abrir las puertas.
- d. Base con amortiguadores de caucho de doble efecto, que disminuyan la vibración del conjunto y prevengan su desajuste. En la parte interna de la Base deberá estar alojado el tanque diario, con sus respectivos grifos de desagüe y boca de llenado. Tendrá tapones roscados que permitan la conexión a un sistema de llenado mediante bomba eléctrica, con control de flotador de llenado, mediante dos bornes de conexión especiales libres de Potencial.