



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

1 8 0 3

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS ELÉCTRICAS
REPOTENCIACIÓN SISTEMA ELÉCTRICO SEDE CENTRAL UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA
ETAPA 1**

**DIVISIÓN DE INFRAESTRUCTURA FÍSICA
UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA**

JUNIO DE 2019

Elaboró: Fernando Echeverri Velásquez.
Ingeniero Electricista División de Infraestructura Física

TABLA DE CONTENIDO

1	ALCANCE	4
2	DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	4
3	EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS	7
3.1	CONSTRUCCIÓN SUBESTACIÓN BLOQUE 5	7
3.2	CONSTRUCCIÓN SUBESTACIÓN BLOQUE 14	12
3.3	CONSTRUCCIÓN SUBESTACIÓN BLOQUE 26	15
3.4	MALLAS DE PUESTA A TIERRA	17
3.5	PLANOS	17
3.6	LOCALIZACIÓN DE SALIDAS ELÉCTRICAS	18
3.7	TUBERÍA EMT	19
3.8	CAJAS PARA SALIDAS ELÉCTRICAS Y DE PASO	19
3.9	TABLEROS	20
3.10	CONDUCTORES	20
3.11	PRUEBAS	21
3.12	PUESTA EN SERVICIO	22
4	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PRODUCTOS	23
4.1	PROTECCIONES TERMOMAGNÉTICAS	23
4.2	TABLEROS TIPO ML	25
4.3	ANALIZADOR DE REDES	25
4.4	DPS	26
4.5	TRANSFORMADOR	26
4.6	SECCIONADOR	27
4.7	CANALIZACIONES EN MEDIA TENSIÓN	29
4.8	ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN	30
5	REQUISITOS PARA LOS PROPONENTES	34
6	REQUERIMIENTOS PARA EL CONTRATISTA	35
6.1	PLANOS Y DOCUMENTOS	35
7	CONDICIONES PARA MEDIDA Y PAGO	36
8	REFERENCIAS	37

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. Listado de planos	18
TABLA 2. Código de colores.....	21
TABLA 3. Especificaciones técnicas transformadores.....	26
TABLA 4. Resistencia en Ω / km en función de las secciones de pantallas.....	32

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Sitios de intervención. (Triángulos ubicación subestaciones).....	4
FIGURA 2. Subestaciones existentes a repotenciar	6
FIGURA 3. Subestación proyectada con interconexión a 90°.....	7
FIGURA 4. Estado actual subestación bloque 5 vista en planta.....	8
FIGURA 5. Construcción previa en subestación bloque 5.....	9
FIGURA 6. Trabajos en maniobra de desconexión N°1 bloque 5.....	11
FIGURA 7. Subestación bloque 5 proyectada.....	12
FIGURA 8. Subestación bloque 14 existente.....	13
FIGURA 18. Trabajos de maniobra en desconexión.....	14
FIGURA 19. Subestación proyectada bloque 14.....	15
FIGURA 11. Estado actual subestaciones bloque 26.....	16
FIGURA 12. Proyección subestaciones bloque 26.....	17
FIGURA 13. Conexión a puesta tierra de equipos.....	19
FIGURA 14. Conexión a tierra de cajas metálicas.....	20
FIGURA 15. Accesorios de totalizadores de tableros principales.....	24
FIGURA 16. Accesorios de seccionador-fusible en SF6.....	29
FIGURA 17. Detalle cable monopolar XLPE.....	30

1 ALCANCE

En este documento al igual que en los ítems de pago y en los planos eléctricos (adjuntos), se especifican los materiales, equipos, mano de obra y servicios necesarios para la ejecución del contrato de la repotenciación del sistema eléctrico en la Universidad de Antioquia; dicho suministro se realizará acorde con lo estipulado en la Norma Técnica Colombiana – NTC 2050, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE y norma EPM.

Las especificaciones técnicas junto con el presupuesto y los planos que se mencionarán posteriormente, forman parte integral y complementaria de la documentación relacionada con la ejecución de los sistemas Eléctricos.

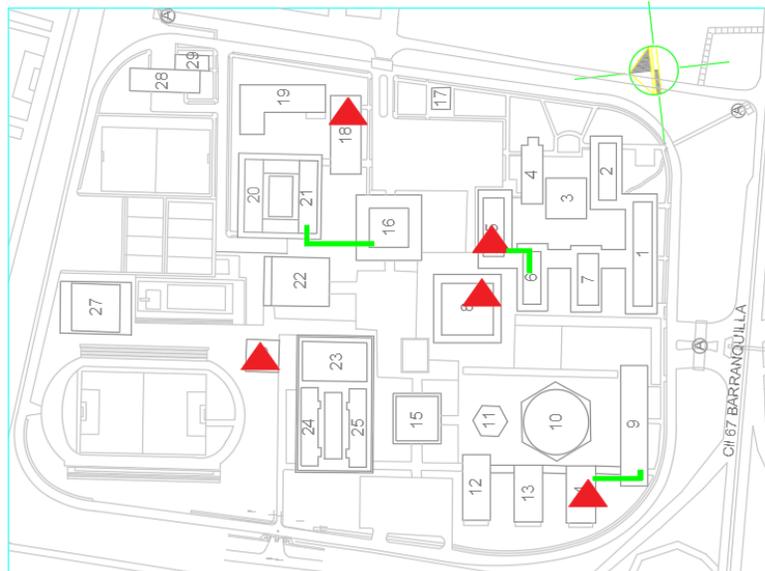


FIGURA 1. Sitios de intervención. (Triángulos ubicación subestaciones)

2 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

Muchas de las subestaciones que existen en la Universidad siguen siendo las mismas que se instalaron cuando se construyó el campus, lo que significa que los equipos como transformadores y protecciones eléctricas se encuentran en un estado obsoleto y no cumplen normatividad eléctrica vigente, como es el caso de los transformadores refrigerados en aceite en espacios interiores sin bóveda, sin celda y sin protección en el lado primario por medio de un seccionador-fusible. 1

Como mitigación a esta problemática, este proyecto en su etapa 1, pretende remodelar y cambiar los equipos eléctricos que mayor riesgo representan para la dinámica universitaria.

El alcance de la etapa 1 consiste en repotenciar la subestación de los bloques 5 y 14 completamente y cambiar el transformador de 800kVA y trasladar la carga del transformador de 112.5kVA al transformador existente de 700kVA en el bloque 26.

A continuación, se ilustran las subestaciones existentes que serán intervenidas. Las construcciones de estas nuevas subestaciones serán en el mismo cuarto eléctrico existente, por lo cual, para la ejecución se seguirán unas series de maniobras que serán descritas más adelante.



Transformador existente S/E bloque 5



Tablero ML existente bloque 5



Transformador existente S/E bloque 14



Tablero ML existente bloque 14



Transformadores existentes S/Es bloque 26 1 y 2



Tableros ML existentes bloque 26

FIGURA 2. Subestaciones existentes a repotenciar

El proyecto consta de **suministro, transporte, instalación**, chequeo y puesta en servicio de los elementos indicados en el formulario de cantidades de obra.

Básicamente las subestaciones antiguas existentes consisten en una conexión directa a los bujes primarios del transformador refrigerado en aceite sin celda ni bóveda y una interconexión con barras con el ML. Por tanto, las remodelaciones y repotenciaciones de las subestaciones mencionadas consisten en el retiro del transformador y ML existentes; ejecución de obra civil para adecuación del espacio, construcción de malla de puesta a tierra, construcción de rebanco o plataforma para instalar tren de gabinetes, instalación de celda de remonte, celda de seccionador-fusible en SF6, transformador seco encapsulado clase F con su celda, interconexión eléctrica en barras de cobre según diagrama unifilar, e instalación de ML nuevo con protecciones nuevas como se ilustra en la figura 3, existen casos en que la interconexión eléctrica con barras de cobre entre transformador y ML sea a 90° por el espacio del cuarto eléctrico. Se incluyen todas las maniobras adicionales en cableado para alimentación en media tensión y el traslado de circuitos de salida (cargas) de ML viejo a ML nuevo. También se instalarán las redes y salidas eléctricas para tomacorrientes e instalación de iluminación nueva.

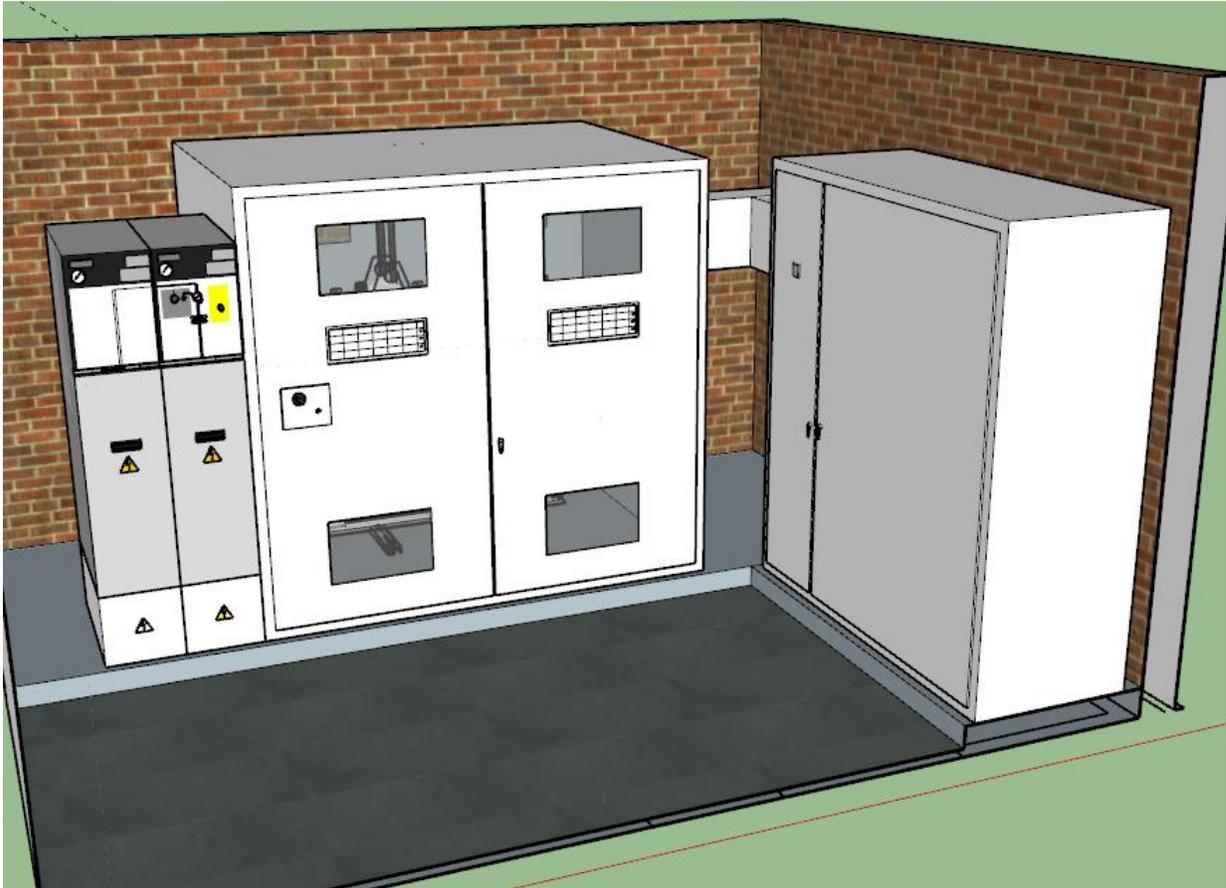


FIGURA 3. Subestación proyectada con interconexión a 90°.

3 EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

El diseño de las adecuaciones eléctricas; fue realizado cumpliendo lo establecido en el **Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, el Código Eléctrico Colombiano – NTC 2050 y Norma EPM** y su ejecución se hará de acuerdo a las especificaciones de los planos eléctricos y las normas técnicas mencionadas, teniendo en cuenta las restricciones particulares que tiene la universidad actualmente y el alcance del proyecto.

3.1 CONSTRUCCIÓN SUBESTACIÓN BLOQUE 5

La subestación del bloque 5, se encuentra como se observó en las 2 primeras imágenes de la figura 2, para mejor claridad la figura 4 muestra la vista en planta.

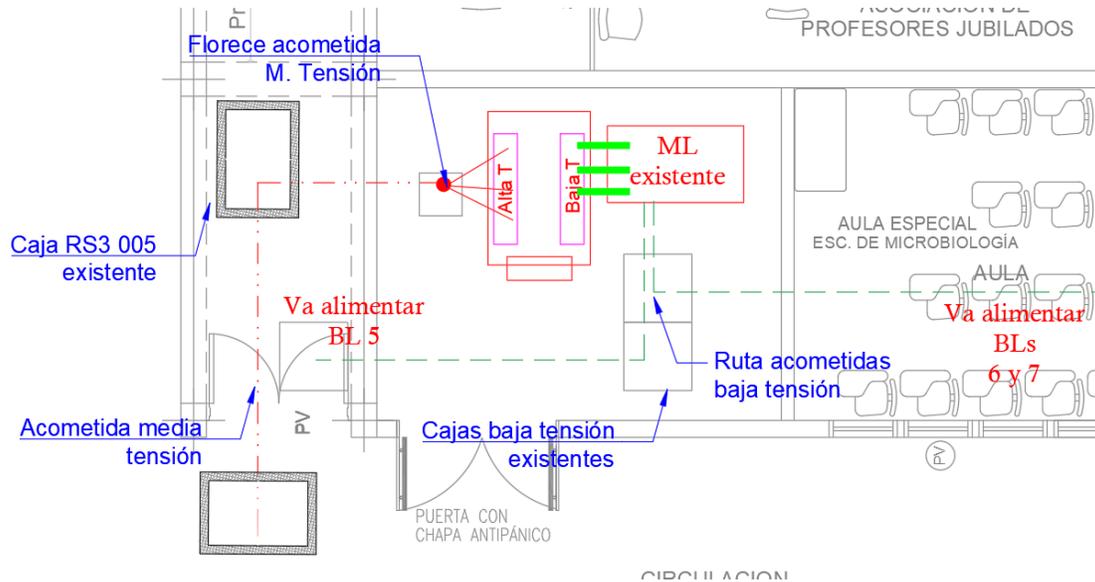


FIGURA 4. Estado actual subestación bloque 5 vista en planta.

En este punto se adelantarán las siguientes actividades:

- Trabajos de demolición de piso (Hasta donde sea seguro y no se generen accidentes por electrocución) para instalar el cable de cobre 4/0 desnudo para la malla de puesta a tierra que se alcancé a instalar.
- Demolición de piso en sitio de ubicación de ML proyectado para abrir espacio poder instalar las acometidas existentes al tablero nuevo.
- Construcción de tramo de rebanco donde será instalado el tablero principal proyectado.
- Instalación de ML nuevo, con todas las protecciones según diagrama unifilar.

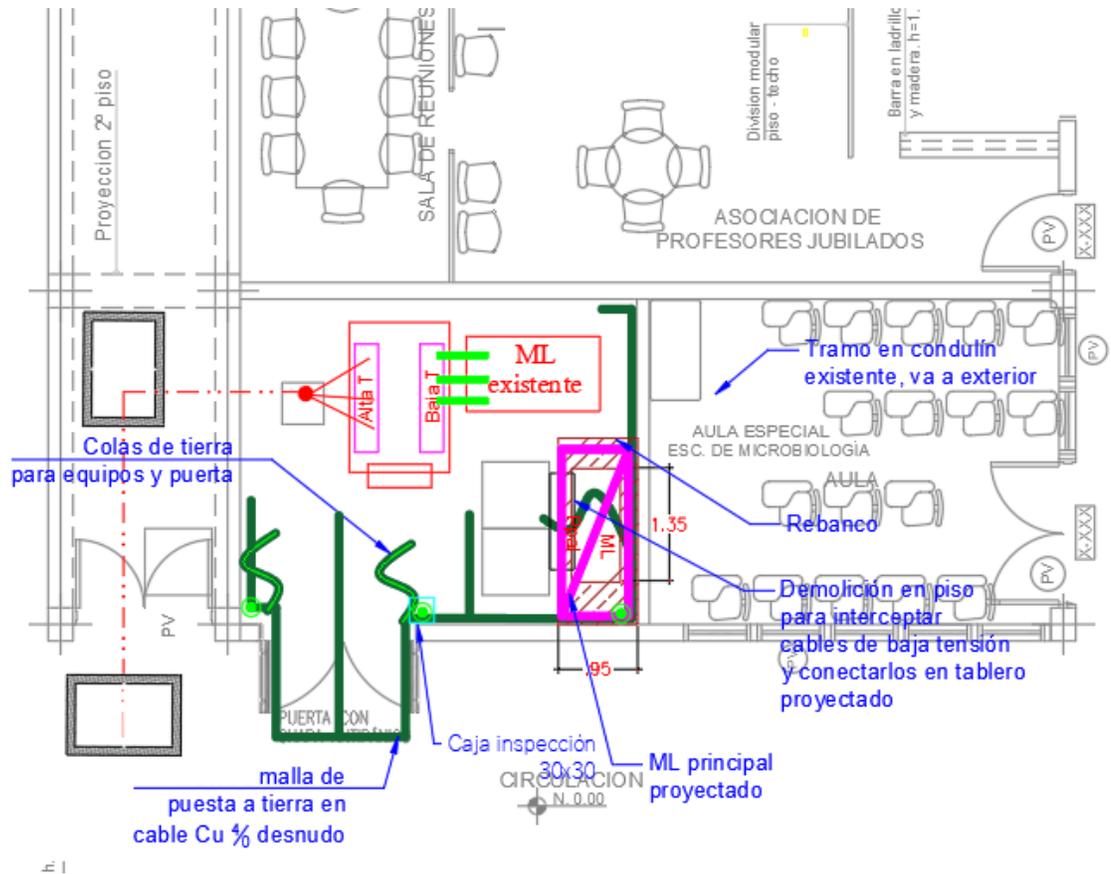


FIGURA 5. Construcción previa en subestación bloque 5.

Para el montaje de esta subestación, se alquilará un transformador refrigerado en aceite de 400kVA con relación de transformación de 13.2kV/220-127V Delta-Y, con medidas máximas de 1.443m de largo, 1.13m de ancho y 1.235m de alto, esto con el fin de minimizar el tiempo de las labores en corte de energía, debido a que esta subestación alimenta la gran mayoría de laboratorios de la Universidad, y un corte de energía muy prolongado significaría millonarias pérdidas en reactivos, muestras, etc.

Previo a la primera desconexión se realizarán las siguientes actividades:

- Transporte y puesta en sitio de transformador alquilado como lo indican los planos.
- Instalación de elementos de soporte en cielo, junto con la instalación de la acometida provisional desde el transformador alquilado al ML nuevo ya instalado.

- Instalación de extensión en barras de cobre para el ML, para conectar la acometida provisional desde el transformador alquilado, esto con el fin de no hacerle muchas perforaciones a las barras de cobre originales del tablero o barras de la interconexión eléctrica.
- Instalación de alimentador parcial entre ML nuevo y ML antiguo. Se conectarán estos cables a las barras de cobre del ML viejo cuando se corte la energía.
- Marcación de TODOS y cada uno de los cables que salen del ML antiguo, con el número de totalizador que tiene y la fase a la que pertenece, un error en esta marcación podría traer daños millonarios. Se debe tener especial cuidado.

En el primer corte de energía se realizarán las siguientes actividades:

- Desconexión de transformador en el lado primario, halado de cables XLPE hasta la caja de piso del buitrón eléctrico, para sacar estos alimentadores en esta caja y alimentar en el lado primario al transformador alquilado, junto con la maniobra en las terminales interiores.
- Desconexión de barras de cobre del ML antiguo para conectar los alimentadores parciales que vienen del ML nuevo en la extensión de barras de cobre.
- Paralelo a las 2 actividades anteriores, se debe realizar el traslado de alimentadores desde el ML antiguo al ML nuevo, (Todos los cables deben estar previamente marcados).
- Se realizarán algunos ajustes adicionales en las bandejas portacables de la subestación para acomodar la salida de cables aéreos desde el nuevo tablero principal.

Las desconexiones de esta maniobra se harán con un tiempo máximo de 3 horas, transcurridas las 3 horas se volverá a energizar el sistema durante 1 hora para que las neveras, congeladores y ultracongeladores vuelvan a su temperatura normal de operación para evitar daños en los insumos de laboratorios. Se hará esto hasta tener trasladadas todas las cargas del ML viejo al NUEVO, posterior a esto, se trasladará el transformador y el ML antiguo a la bodega de la Universidad donde lo indique la interventoría del proyecto. La figura 6 ilustra el espacio de trabajo durante la maniobra 1 de desconexión.

Se debe tener en cuenta que actualmente existe un alimentador que viene de la subestación del bloque 8 hasta el buitrón del bloque 5, atravesando la subestación de bloque 5. En este proyecto se pretende cortar este alimentador a la altura del ML proyectado del bloque 5 y alimentar esta carga desde esta subestación.

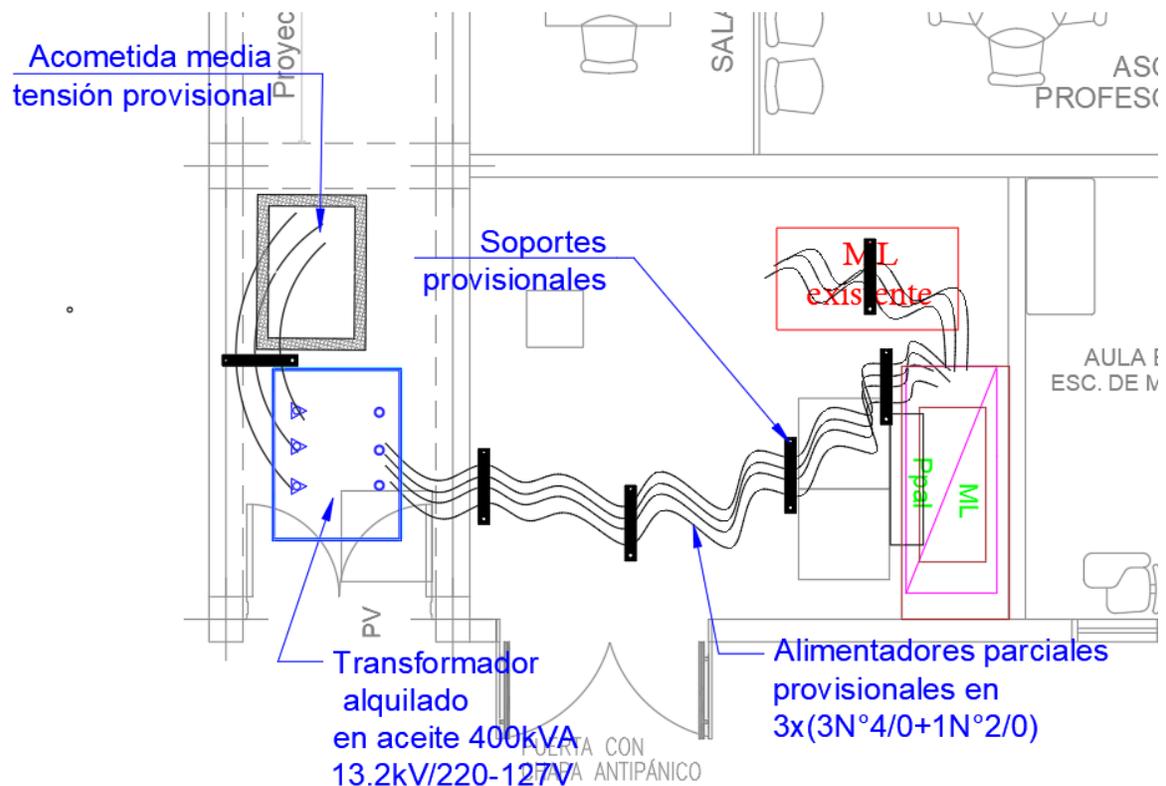


FIGURA 6. Trabajos en maniobra de desconexión N°1 bloque 5.

Después de retirar el ML y el transformador antiguos, y dejar el espacio como la figura 5 (sin el ML existente), se tendrá el espacio disponible para la construcción del resto de la malla de puesta a tierra, el rebanco, y la canalización para la acometida de media tensión desde la caja de piso existente del buitrón hasta la ubicación de la celda de remonte proyectada.

La segunda desconexión será solamente para meter el alimentador en media tensión por la ruta desde la caja de piso hasta la celda de remonte y conectar el sistema como va a quedar. La conexión entre seccionador en SF6 y celda de transformador ya debe estar ejecutado, al igual que la conexión a tierra de los equipos.

La subestación del bloque 5 debe quedar como lo muestra la figura 7, Se debe respetar las dimensiones del ML. Las medidas de las otras celdas se pueden maximizar sin desviarse de la norma.

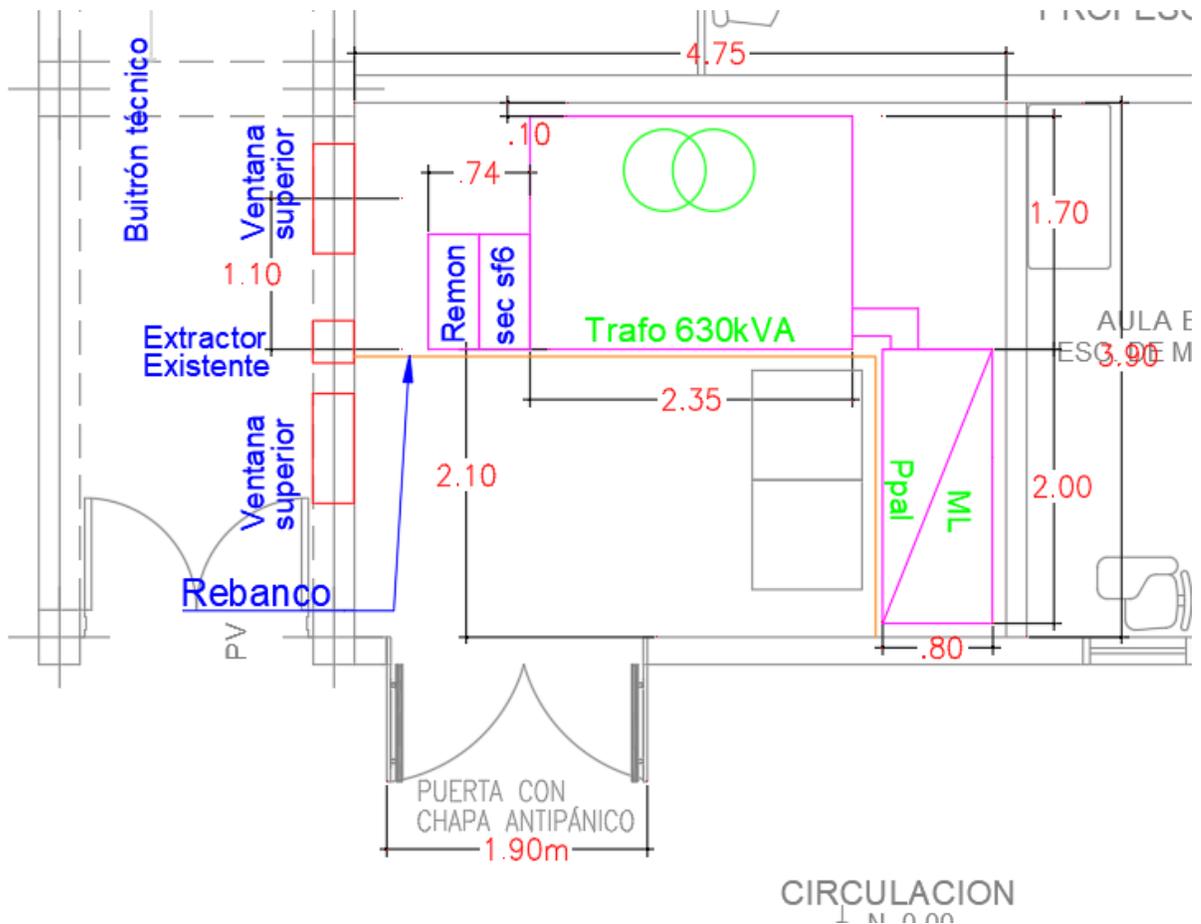


FIGURA 7. Subestación bloque 5 proyectada.

Se ejecutarán algunas labores extras como el mantenimiento a la puerta, instalación de chapa anti pánico, intervención en las bandejas portables para acoplar las acometidas aéreas a la nueva configuración de la subestación y demás actividades que se ilustran en planos y cantidades de obra.

3.2 CONSTRUCCIÓN SUBESTACIÓN BLOQUE 14.

La figura 8 ilustra el estado actual de la subestación del bloque 14.

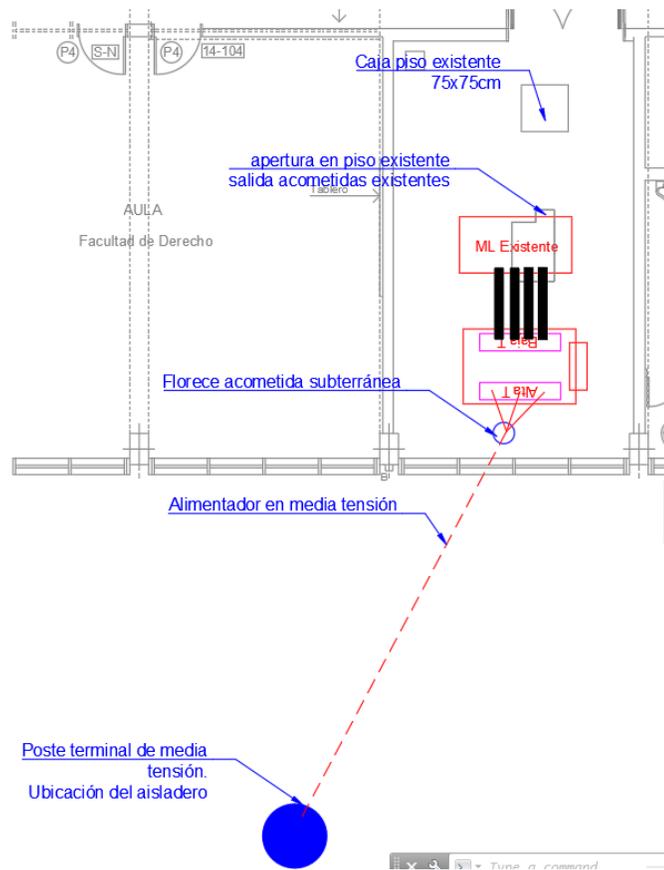


FIGURA 8. Subestación bloque 14 existente.

En este punto, se adelantarán las siguientes actividades:

- Construcción de campamento exterior para ubicar transformador.
- Instalación de soportes en cielo para instalar alimentador parcial desde transformador a ML.
- Excavación a las afueras de la subestación para interceptar tubería del alimentador de media tensión. Esta acometida deberá estar desenergizada para esta labor.
- Marcación de todos y cada uno de los conductores del ML con número de totalizador y fase a la cual pertenece.

Para ejecutar esta repotenciación, se trasladará el transformador para la zona verde trasera de la subestación, y se moverá el tablero ML existente sobre la caja de piso 75x75cm existente, como se

ilustra en la figura 18. Antes de la primera desconexión, se adelantarán trabajos de instalación de soportes en cielo para soportar el alimentador parcial desde el transformador y el tablero ML.

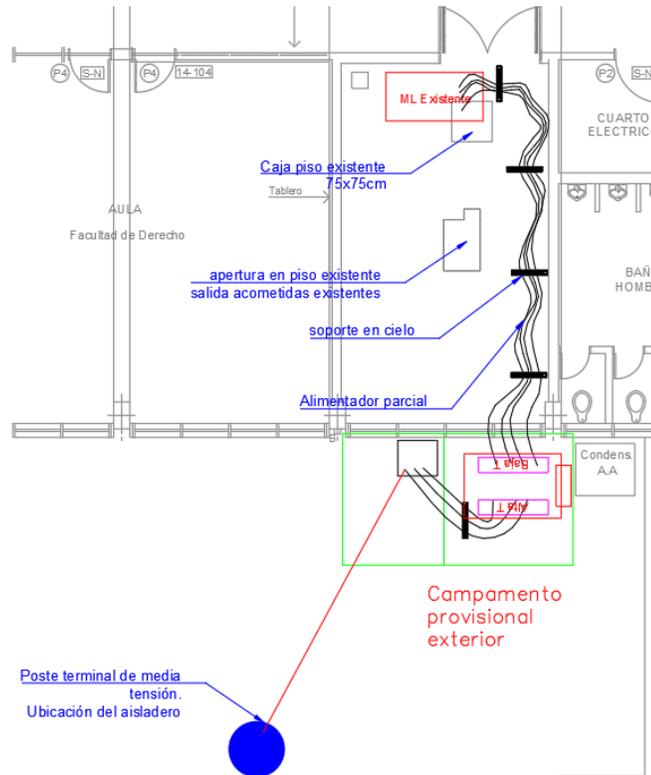


FIGURA 9. Trabajos de maniobra en desconexión

En la segunda desconexión se energizarán los elementos nuevos de la subestación, y se trasladarán las cargas del ML antiguo al ML nuevo, junto con las maniobras en bandeja portacables existente para conectar al nuevo tablero las acometidas aéreas. También se cambiarán los elementos del aisladero junto con el cableado XLPE desde el aisladero hasta la celda de seccionador. Finalmente se trasladarán el tablero ML antiguo y el transformador existente a la bodega de la Universidad que indique la interventoría.

La subestación proyectada para el bloque 14 se ilustra en la figura 19.

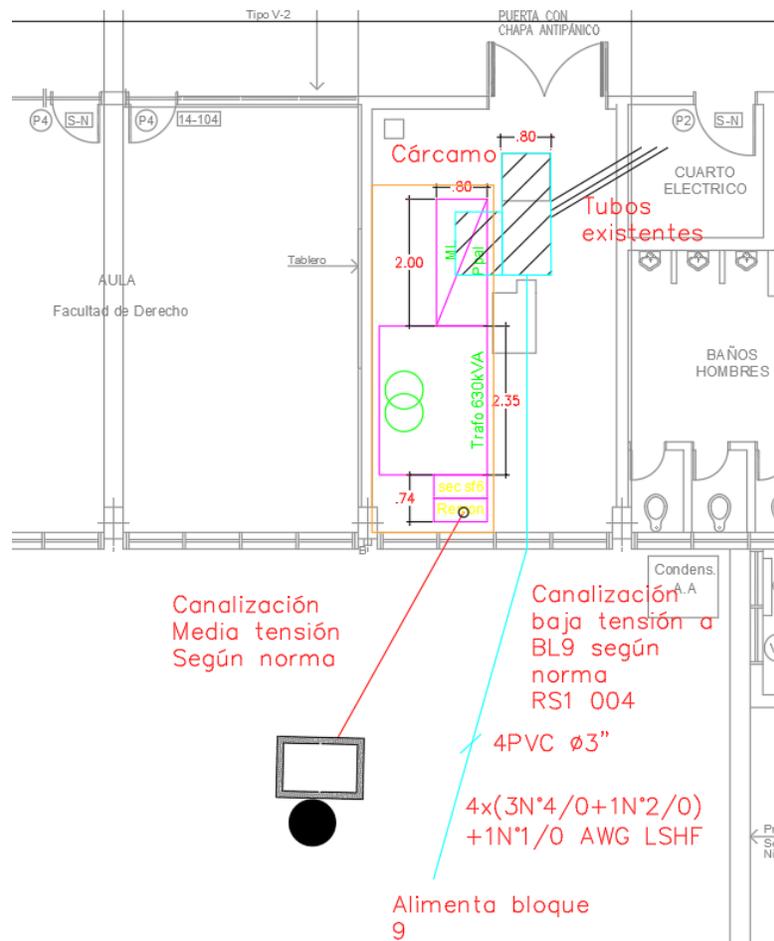


FIGURA 10. Subestación proyectada bloque 14.

Otra actividad que se llevará a cabo será la indicada en la figura 4, para alimentar el bloque 9 de la subestación del bloque 14. También en la subestación existente del bloque 9 se proyecta el retiro y traslado del transformador con su celda a la bodega de la Universidad que indique la interventoría, incluyendo la obra civil para instalar en este sitio un tablero tipo ML nuevo.

3.3 CONSTRUCCIÓN SUBESTACIÓN BLOQUE 26.

Como se ilustró en las 2 últimas imágenes de la figura 2, en el bloque 26 hay tres subestaciones, dos de estas son en transformadores refrigerados en aceite (112.5 y 800kVA) y la restante es en un

transformador clase H de 750kVA, para una mejor idea de este espacio se puede apreciar la vista en planta de este espacio en la figura 11.

En este espacio, se instalará un alimentador en 3N°4/0+1N°2/0 AWG THHN desde el tablero (1) para alimentar el ML (3) por medio de la bandeja escalera 10x8cm existente, para así, eliminar el transformador en aceite de 112.5kVA. Para esta labor se proyectan unos soportes adicionales para reforzar la bandeja teniendo en cuenta que se aumentará la carga mecánica que debe resistir.

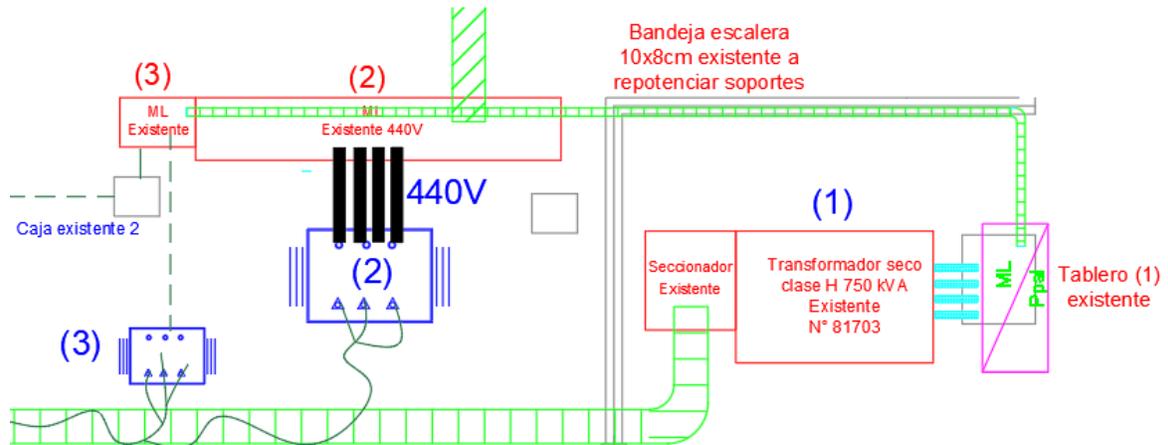


FIGURA 11. Estado actual subestaciones bloque 26.

El transformador 2 de 800kVA en aceite se retirará y en su lugar se instalará un transformador de 800kVA clase F con su respectiva celda. Se reutilizará el cableado de media tensión, y se conectará directamente el cableado a los bornes primarios del transformador, en la etapa 2 del proyecto de subestaciones se acomodará el espacio y se instalará su respectiva celda de seccionador.

El espacio de la subestación del bloque 26 deberá quedar como se ilustra en la figura 12.

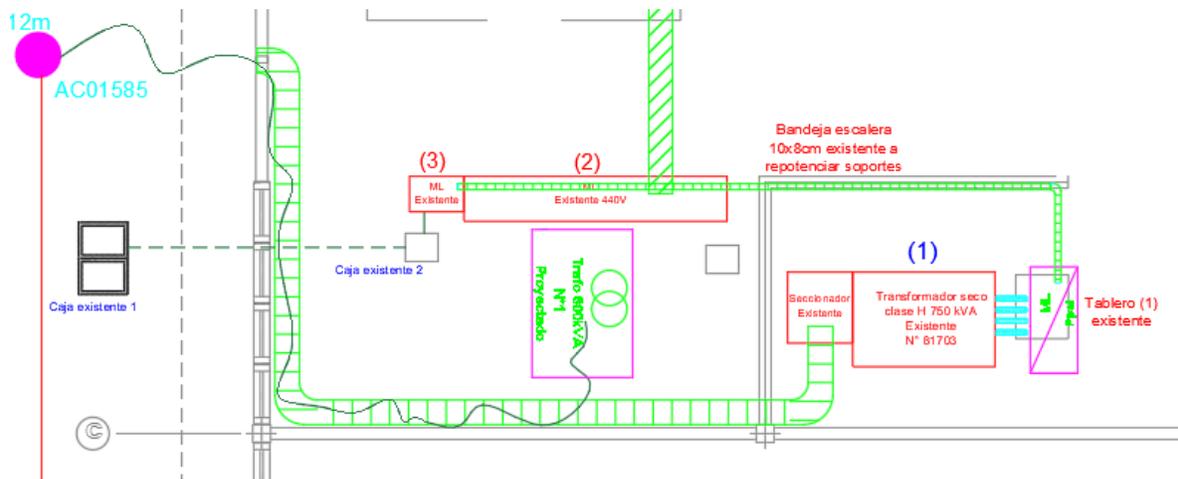


FIGURA 12. Proyección subestaciones bloque 26.

Los transformadores a retirar del sitio serán trasladados a la bodega de la Universidad que indique la interventoría.

3.4 MALLAS DE PUESTA A TIERRA.

Para la construcción de las mallas de puesta a tierra se usará cable de cobre desnudo calibre N°4/0 AWG para los conductores horizontales, varillas copperweeld para los elementos verticales. Las uniones entre elementos serán con conector en C 4/0- 4/0 de cobre.

Para los elementos horizontales de las mallas de puesta a tierra se usará tratamiento para el terreno, tipo fabigel o equivalente. Las mallas de puesta a tierra se instalarán a 50cm de profundidad.

Se usará una capa de 20cm de triturado de $\frac{3}{4}$ a 1" en todas las mallas de puesta a tierra.

La configuración se ilustra en los planos eléctricos. En las subestaciones de bloques 8 y 14 que ya existe malla de puesta a tierra, se excavará para interceptar la malla y derivar las "Colas" para equipotencializar los equipos, o para extender la malla si el cuarto de subestación crece.

3.5 PLANOS

Los planos eléctricos adjuntos a estas especificaciones, son indicativos en cuanto hace referencia a la localización y rumbo general de las canalizaciones para las diferentes salidas y acometidas, por lo tanto, el Contratista podrá hacer cambios menores durante el proceso de instalación para ejecutar sus rutas a

condiciones estructurales y detalles arquitectónicos de la edificación. Estos cambios serán previamente consultados.

A continuación, se hace la relación de planos entregados para el proceso de contratación y ejecución de la obra:

TABLA 1. Listado de planos.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN	ARCHIVO	LAYOUT
1	Diseño eléctrico S/E bloque 5	ELEC_SUBS	Bloque 5
	Diseño eléctrico S/E bloque 14	ELEC_SUBS	Bloque 14
	Diseño eléctrico S/E bloque 26	ELEC_SUBS	Bloque 26

3.6 LOCALIZACIÓN DE SALIDAS ELÉCTRICAS

La localización señalada en los planos para los tableros, salidas, cajas de paso, etc.; es aproximada, por lo tanto, el Contratista hará los desplazamientos necesarios para satisfacer las características arquitectónicas o estructurales; para este fin, se definirá con el interventor y arquitecto la ubicación exacta y altura de las salidas eléctricas.

Previamente a la instalación de los equipos de deberá verificar todas las dimensiones, accesibilidad y demás condiciones existentes en el sitio, teniendo en cuenta los tamaños y áreas libres para asegurarse que puedan ser instalados y operados satisfactoriamente en el espacio escogido, manteniendo las alturas recomendadas y la libre circulación. Para la instalación de equipos especiales que sean requeridos por parte del usuario, se realizará la conexión efectiva a tierra de su carcasa, esto para garantizar que no existan tensiones de contacto, en conformidad con la sección 250 de NTC 2050 y con el artículo 1 del RETIE.

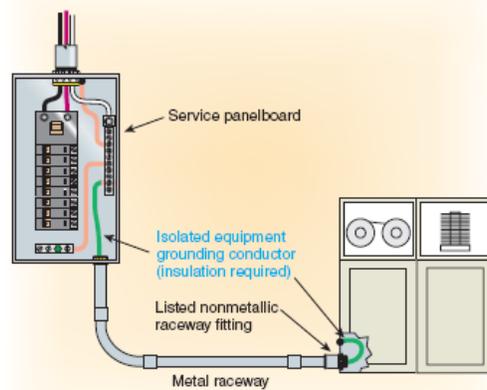


FIGURA 13. Conexión a puesta tierra de equipos.

3.7 TUBERÍA EMT

El suministro e instalación de la tubería eléctrica metálica tipo EMT, cumplirá con los requisitos establecidos en la sección 348 de NTC 2050.

Toda la tubería que sea cortada en el sitio de trabajo, será liberada de filos y asperezas que puedan causar daño al aislamiento de los conductores. Los empalmes se harán utilizando los elementos de unión de acuerdo a las instrucciones dadas por el fabricante.

Cuando se requieran curvas se debe utilizar el curvador con el diámetro adecuado, de tal manera que el tubo no sufra reducción en el diámetro interior y los conductores estén muy ajustados entre sí.

3.8 CAJAS PARA SALIDAS ELÉCTRICAS Y DE PASO

El suministro e instalación de cajas para salidas cumplirá con los requisitos establecidos en la sección 370 de NTC 2050.

Las cajas para salidas de iluminación, deberán ser del tamaño suficiente para proveer espacio libre a todos los conductores. Éstas estarán provistas de una caja metálica de 12x12x5cm desde la cual, a través de prensa estopa de 1/2", saldrá la alimentación a las luminarias en cable encauchetado 3x16AWG. Las salidas para el interruptor sencillo, doble o triple serán en caja metálica tipo Rawelt de 2x4" y tubería EMT.

Durante el empleo de las cajas se abrirán solamente las perforaciones que vayan a ser utilizadas y se pondrán efectivamente a tierra con el conductor de tierra de la salida eléctrica.

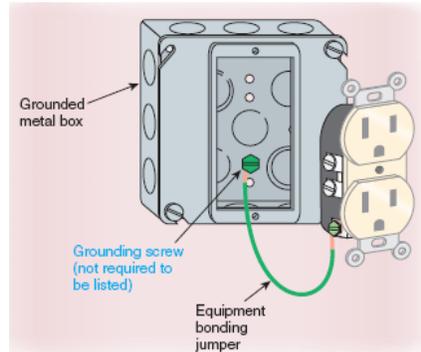


FIGURA 14. Conexión a tierra de cajas metálicas.

3.9 TABLEROS

El cableado de los tableros se hará en forma completamente ordenada dejando una longitud suficiente del conductor para efectos de permitir la adecuada conexión de los mismos a los interruptores automáticos.

Antes de hacer entrega de la instalación eléctrica, el Contratista deberá realizar la marcación adecuada del tablero y de sus salidas eléctricas respectivas, de acuerdo a la nomenclatura dada en los planos y a los circuitos del cuadro de cargas. Los tableros de distribución deben marcarse en la puerta o tapa exterior con placa de acrílico, con la nomenclatura y el nombre del tablero correspondiente.

Todos los conductores de neutro y tierra serán marcados con marcadores tipo anillo con el número del circuito al cual pertenecen.

3.10 CONDUCTORES

El suministro e instalación del cableado cumplirá con los requisitos establecidos en el capítulo 3 de la norma NTC 2050, en las secciones referentes a este producto.

Para este proyecto se usará cable libre de halógenos y retardantes en llama tipo AWG HFFR/LSHF 600V 75°C o equivalente en las acometidas nuevas. En los tramos que sea para extender acometidas existentes, o acometidas provisionales se podrá usar THHN/THWN.

Para el alambrado general se considerará el código de colores para conductores, establecido en la Tabla 6.5 del RETIE:

TABLA 2. Código de colores.

Sistema c.a.	1Φ	1Φ	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ-	3ΦY	3ΦY	3ΦΔ	3ΦΔ	3ΦY
Tensión nominal (voltios)	120	240/120	208/120	240	240/208/120	380/220	480/277	480 - 440	Más de 1000 V	Más de 1000 V
Conductor activo	1 fase 2 hilos	2 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 4 hilos	3 fases 3 hilos	3 fases	3 fases
Fase	Color fase o negro	Color fases o 1 Negro	Amarillo Azul Rojo	Negro Azul Rojo	Negro Naranja Azul	Café Negro Amarillo	Café Naranja Amarillo	Café Naranja Amarillo	Violeta Café Rojo	Amarillo Violeta Rojo
Neutro	Blanco	Blanco	Blanco	No aplica	Blanco	Blanco	Blanco o Gris	No aplica	No aplica	No Aplica
Tierra de protección	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	Desnudo o verde	No Aplica
Tierra aislada	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	No aplica	No aplica	No Aplica

Durante el proceso de cableado la tensión será aplicada gradualmente a los cables evitando jalones fuertes. La tensión máxima recomendada por el fabricante no será excedida en ningún caso.

Los calibres, voltaje nominal y el tipo de aislamiento para todos los cables son los que se indican en el diseño eléctrico (planos e ítems de pago).

La instalación de los conductores se hará tomando las precauciones necesarias para evitar daños en el aislamiento. La realización de los empalmes y derivaciones que sean estrictamente necesarios, deben hacerse dentro de las cajas, tableros y cualquier otro dispositivo terminal. Los conductores se empalmarán con conectores certificados de tal forma que queden mecánica y eléctricamente seguros, esto se acordará previamente con el interventor.

Los conductores para baja tensión de calibres N° 8 AWG y mayores, se empalmarán con conectores de compresión. Los conductores menores al N° 8 AWG, deberán unirse con dispositivos o elementos de empalmes certificados para tal fin.

3.11 PRUEBAS

A medida que se terminen las diferentes fases de la obra se llevarán a cabo las pruebas de funcionamiento que correspondan, cuyos resultados serán comunicados por escrito a la Interventoría mediante formularios y protocolos previamente aprobados.

Todos los ajustes necesarios que sean requeridos en los aparatos para una correcta operación, deberán ser hechos por el Contratista siguiendo las instrucciones del fabricante.

3.12 PUESTA EN SERVICIO

Tan pronto como se encuentre concluido el trabajo eléctrico, el Contratista llevará a cabo la puesta en servicio del sistema eléctrico en presencia de la Interventoría e impartirá instrucciones sobre la operación y mantenimiento del sistema al personal asignado por el usuario.

Los transformadores antiguos que serán retirados deberán llevarse a la bodega 4 de la Universidad, ubicada en la carrera 52 con calle 67.

4 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PRODUCTOS

El Contratista utilizará materiales totalmente nuevos, de marcas reconocidas para el uso especificado y que cumplan con los requisitos detallados en los numerales del artículo 20 del RETIE. Se deberá entregar el certificado RETIE de TODOS los elementos que se instalen en el proyecto.

Todos los equipos serán instalados en su totalidad acuerdo con las instrucciones de los fabricantes. El Contratista deberá obtener esas instrucciones y tales documentos serán considerados como parte de estas especificaciones:

4.1 PROTECCIONES TERMOMAGNÉTICAS

El suministro e instalación de las protecciones termo-magnéticas cumplirán con los requisitos establecidos en la sección 240 de NTC 2050.

El Contratista deberá suministrar las protecciones termo-magnéticas requeridas, las cuales deberán tener inscrito los datos de corriente nominal, voltaje, número de polos, capacidad mínima de interrupción, corriente de cortocircuito (10kA para el caso de las protecciones enchufables) y demás características indicadas en los planos y en los ítems de pago.

Las terminales de salida deberán ser del tipo presión por tornillos y adecuadas para conductores de cobre. Las protecciones deberán ser de operación manual para maniobras de apertura y cierre, y automáticas en condiciones de sobrecarga y cortocircuito. El mecanismo de operación será de disparo libre, de tal manera que los contactos no permanezcan cerrados en caso de falla.

Este proyecto fue diseñado en su coordinación de protecciones con interruptores automáticos marca Schneider con las familias y especificaciones que se detallarán más adelante, se podrán utilizar otras marcas que sean reconocidas en el mercado eléctrico que cumplan todas y cada una de las especificaciones ilustradas en este documento, y las ilustradas en los catálogos de la página web de esta marca y se deberá volver a realizar los estudios de coordinación de protecciones, esto con el fin de brindar una mayor confiabilidad al sistema eléctrico de la Universidad. Se deberá utilizar la misma marca para todo el proyecto con el fin de garantizar una correcta coordinación de protecciones.

Los totalizadores de los tableros se diseñaron con protecciones tipo abiertos de la familia **EasyPact MVS**, estos deberán tener las siguientes características:

- Capacidad de ruptura: 65kA.
- Completa selectividad $I_{cs} = I_{cu} = I_{cw}$ (1 s), $I_{cs} = 100\% I_{cu}$.
- Conformidad con la norma IEC 60947 - 2&3.
- Temperatura de operación entre -5°C y 60°C

Los totalizadores deberán tener los accesorios que se ilustran en la figura 28.

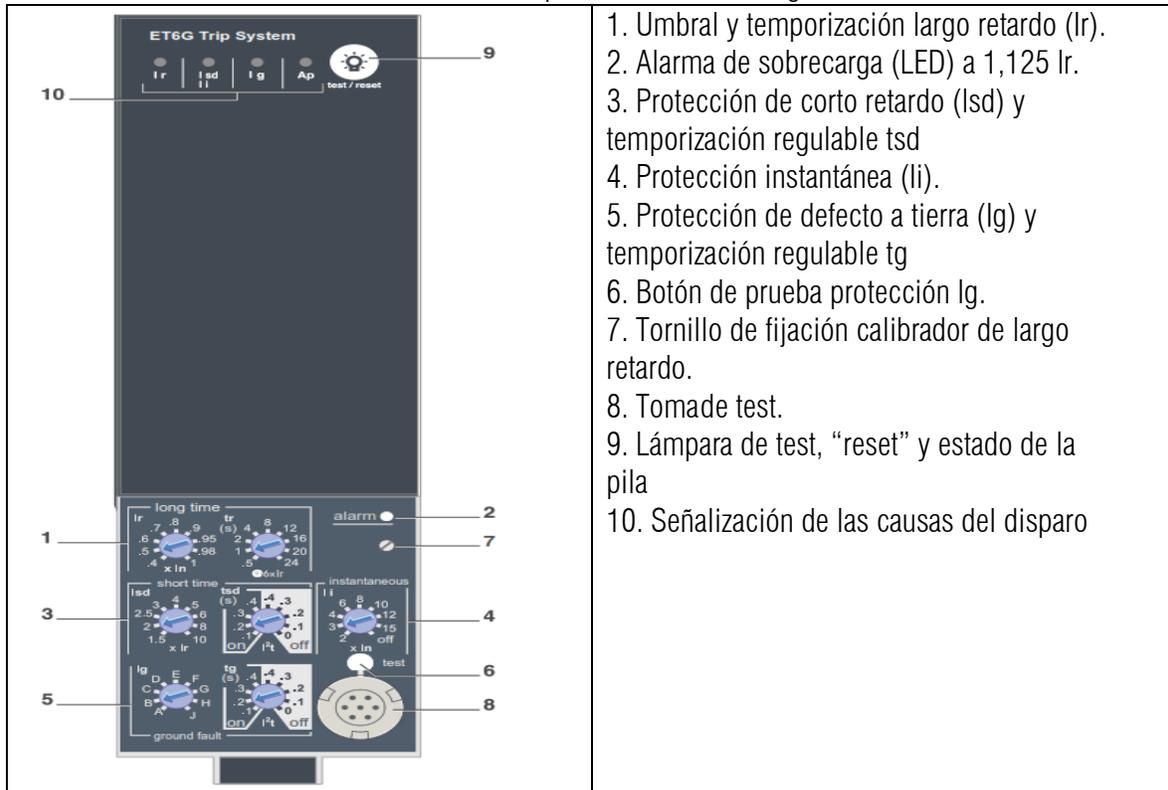


FIGURA 15. Accesorios de totalizadores de tableros principales.

Para la derivación de cargas de los tableros se diseñó con la familia **EasyPact CVS**, deberán contar con las siguientes especificaciones:

- $I_{cu} = 40kA$ a 220V.
- $I_{cs} = 100\%I_{cu}$
- Debe cumplir con las normas IEC 60947-1 (-2 y -3)
- Grado de contaminación: El funcionamiento de los interruptores automáticos EasyPact CVS ha sido certificado en entornos con un grado de contaminación III, según se define en las normas IEC 60947-1 y 60664-1 (entornos industriales).
- Resistencia ambiental: Los interruptores automáticos EasyPact CVS han superado con éxito las pruebas establecidas por las siguientes normas en relación con condiciones atmosféricas extremas:
 - IEC 60068-2-1: frío seco (-55 °C)

IEC 60068-2-2: calor seco (+85 °C)
IEC 60068-2-30: calor húmedo (95% de humedad relativa a 55 °C)
IEC 60068-2-52: nivel de intensidad 2: niebla salina

- Entorno: EasyPact CVS respeta la directiva ambiental europea CE/2002/95 en cuanto a la limitación de sustancias peligrosas (RoHS).
Todos los emplazamientos de producción de los dispositivos EasyPact CVS cuentan con un sistema de gestión ambiental certificado conforme a la norma ISO 14001.

4.2 TABLEROS TIPO ML

Los tableros a instalar serán de color RAL 7032 y deberán contar con las siguientes especificaciones técnicas:

- IP: 55.
- IK: 10.
- Deberá cumplir la norma IEC 61439.
- Color RAL7032
- Deberá contar con estudios de distribución térmica y superar los parámetros exigidos.
- Deberá contar con estudio de cortocircuito y superar los parámetros exigidos.
- Deberá contar con estudio electrodinámico del bus de barra y superar los parámetros exigidos.
- Fabricados en lámina Cold Rolled calibre 14 para perfilera y calibre 16 para láminas y tapas.
- Altura de 2m más zócalos de 0.2m, para una altura total 2.2m.
- Ancho 2m, y 0.8m de fondo, esto con el fin de tener el espacio suficiente para derivar cargas futuras y fácil maniobra en alimentadores.

El tablero deberá estar equipado con un analizador de redes con puerto de comunicación y 1 DPS con las especificaciones técnicas que se describen a continuación:

4.3 ANALIZADOR DE REDES

Los tableros tipo ML principales estarán equipados con un analizador de redes con puerto de comunicación ethernet para RJ45 de manera que se pueda monitorear remotamente las variables eléctricas de la subestación en baja tensión, y con la posibilidad de integrarse a una plataforma de gestión de energía PME (Power Monitoring Expert). Los analizadores de redes con que se diseñó el proyecto fueron de la marca Schneider referencia PM500 series - METSEPM5560, se podrá utilizar otra marca siempre y cuando se cumplan todas y cada una de las especificaciones técnicas de este producto.

4.4 DPS

Los DPS a instalar en los tableros ML serán tipo 1+2 en configuración TN-S, debe ser fabricado con módulos de protección independientes para la protección tipo I y la protección tipo II, incluyendo en redes trifásicas TNS, sin bobinas de acople. La protección debe estar compuesta por tres polos tipo 1 (Tipo spark gap, con cebado electrónico) y tres polos tipo 2 (Tipo varistor) dentro de la misma protección. Estas dos etapas de protección deben ser coordinadas por energía.

El fabricante de cada Protección debe garantizar que cuenta con un laboratorio de pruebas propio para pruebas de impulso alta corriente, en el cual se realizan las pruebas correspondientes a sus equipos. Y debe garantizar que cada equipo debe ser probado en fabrica antes de salir a la venta.

El proveedor debe entregar como mínimo una promesa de reemplazo de cambio de pastillas de protección para cada una de las líneas protegidas, por un periodo no menor a 5 años, sin importar si el daño ocurre en el correcto uso de la protección.

La referencia de DPS con que se diseñó el proyecto es FLT-SEC-T1+T2-3S-350/25-FM, código 2905470. Se podrán utilizar otras marcas o referencias siempre y cuando cumplan todas y cada una de las especificaciones ilustradas por el fabricante de este DPS.

4.5 TRANSFORMADOR

Los transformadores a instalar serán secos clase F, deberán tener certificado RETIE y cumplir con la norma EPM RA8-013. La tabla 3 contiene las principales características que debe cumplir el transformador.

TABLA 3. Especificaciones técnicas transformadores.

Potencia	500kVA	600kVA	800kVA
Tipo de conexión	DYn5	DYn5	DYn5
Clase de aislamiento primario	15kV	15kV	15kV
Clase de aislamiento secundario	1,1kV	1,1kV	1,1kV
Tensión primaria	13200V	13200V	13200V
Tensión secundaria	127-220V	127-220V	254-440V
Pérdidas en Vacío	1600W	1870W	2210W
Pérdidas en el devanado	6492W	7800W	9413W
Impedancia de cortocircuito	6%	6%	6%
Material de bobinado PRIM/SEC	AL-AL	AL-AL	AL-AL
Frecuencia	60Hz	60Hz	60Hz

Los transformadores a suministrar incluyen los siguientes elementos:

- Bornes de conexión de puesta a tierra, dispositivos de alzamiento.
- Placa de características.
- Aisladores del lado de media tensión.
- Salidas de baja tensión con barraje.
- Argollas de traslado.
- Ruedas orientables.
- Kit de termómetro digital 0-200°C 15kV con 3 PT100.
- 3 DPS tipo polimérico de media tensión 12kV 10kA.
- Regleta de conexión para regulación (Taps) de 5 posiciones con pasos de 2,5% ubicada la tensión nominal en el tap 3.
- Prueba con secuencimetro de fase para verificar correcta conexión en media tensión.

La celda para el transformador será en Cold rolled calibre 14 para perfilera y calibre 16 para láminas y tapas, deberá respetar los 40cm de distancia alrededor del transformador. Deberá cumplir norma EPM RA8-013, deberá ser color RAL7032.

El transformador deberá tener garantía mínimo 1 año.

Las pruebas que se deben realizar al transformador antes de energizar el sistema son las siguientes:

- Resistencia de aislamiento.
- Tensión Aplicada.
- Tensión inducida.
- Medida de resistencia en devanados.
- Pérdidas en vacío.
- Pérdidas bajo carga.
- Relación de transformación
- Medición de la tensión de cortocircuito.
- Comprobación del grupo vectorial.
- Descargas parciales.

4.6 SECCIONADOR

Los seccionadores usarán gas de baja presión SF6 para la interrupción de corriente y no requerirá mantenimiento.

El seccionador será instalado horizontalmente dentro de la celda y la posición de los contactos principales y los contactos de tierra serán claramente visibles desde el frente de la celda.

El indicador de posición será colocado directamente sobre el eje de operación de los contactos.

La envolvente del seccionador deberá ser fabricada en resina epóxica.

Los seccionadores serán del tipo de alta frecuencia de operación de acuerdo con los párrafos 3.104 de las recomendaciones IEC 265 - 1. Ellos tendrán tres posiciones (cerrado, abierto y aterrizado) y serán completamente ensamblados y probados antes de dejar la fábrica.

La presión relativa del gas SF6 dentro de la envoltura no excederá 0,5 bars (500 h Pa).

La envolvente será del tipo “sistema de sellado a presión” definido por la recomendación IEC 60298 actualizado de 1990 - 12 (apéndice G, párrafo 2.3 y 3.3), con una vida de servicio de al menos 30 años. Ningún rellenado de gas será requerido en éste período.

Unidades con polos que requieren mantenimiento ó rellenado de gas no serán aceptadas.

Las maniobras mecánicas del mecanismo de operación del seccionador deben asegurar mínimo 1000 operaciones.

Está compuesta básicamente por:

- Un Seccionador de operación bajo carga, 630A. Con posiciones de Cerrado, Abierto y de Puesta a tierra. Con mecanismo de mando manual tipo CI1.
- Sistema Portafusibles con mecanismo de disparo tripolar por fusión de al menos un fusible e indicación exterior de operación fusible. El sistema es apto para fusibles norma DIN 43.625 e IEC 282-1 (Tipo HH). La combinación seccionador – fusible deberá ser realizada de acuerdo a las recomendaciones de la norma IEC 62271-105.
- Un juego tripolar de barras.
- Sistema trifásico de indicación de presencia de tensión.
- Un juego de aisladores soporte para cables de MT.
- Un seccionador de puesta a tierra aguas-abajo de los fusibles.
- Indicador de presencia de voltaje.

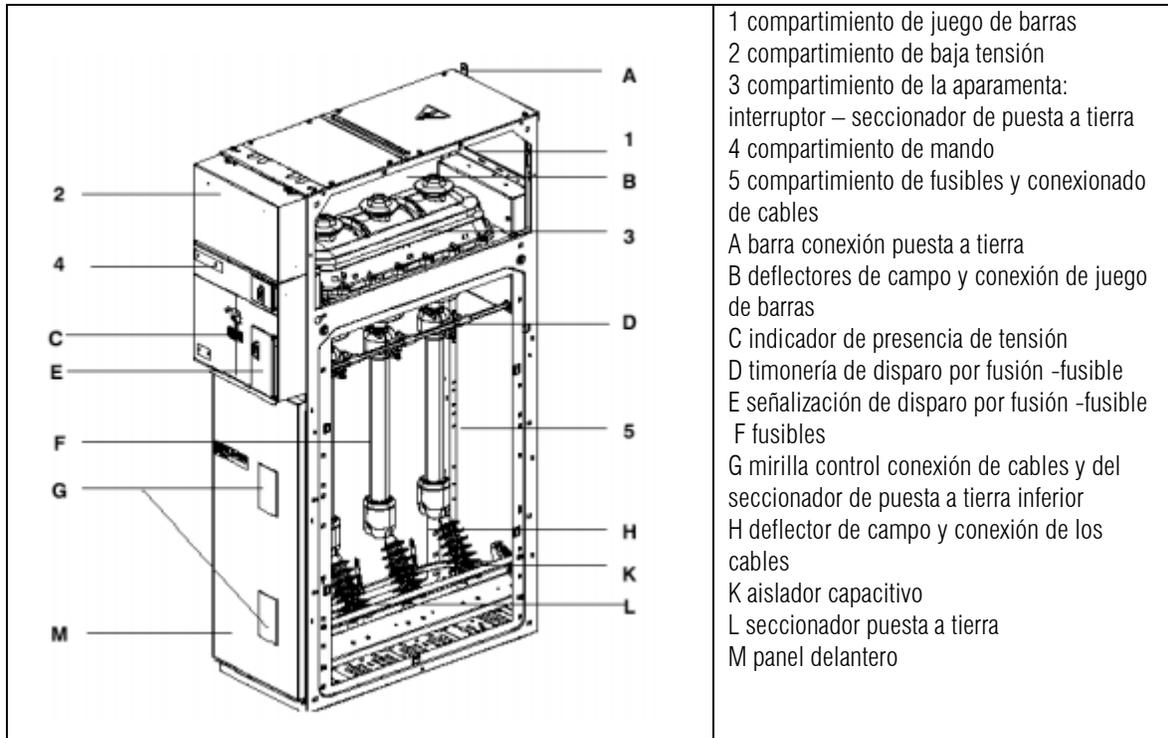


FIGURA 16. Accesorios de seccionador-fusible en SF6.

El seccionador con que fue diseñado el proyecto fue de la marca Schneider celdas SM6 referencia QM, debido a la compatibilidad en la coordinación de protecciones con los interruptores automáticos en baja tensión mencionados en el numeral 4.1 del presente documento. Se podrán usar otras marcas o referencias siempre y cuando cumplan con todas y cada una de las especificaciones técnicas que el fabricante ilustre de este producto.

4.7 CANALIZACIONES EN MEDIA TENSIÓN

Las canalizaciones subterráneas para acometidas en media tensión deberán cumplir a cabalidad la norma EPM RS1-005, teniendo en cuenta el tramo de recorrido, si es zona verde, andén o cruce de calzada, se debe tener en cuenta que si es cruce de calzada la tubería deberá ir atracada.

En los aisladeros se deberá cumplir la norma EPM RA2-017 para la derivación del alimentador.

Las cajas de paso deberán cumplir la norma EPM RS3 005.

4.8 ALIMENTADORES EN MEDIA TENSIÓN

El suministro e instalación del cableado cumplirá con los requisitos establecidos en las secciones referentes a este producto, contempladas en el capítulo 3 de NTC 2050.

Se usará un conductor compactado de cobre blando con pantalla semiconductora del conductor, aislamiento de XLPE al 133% calibre 1/0, pantalla semiconductora del aislamiento aplicados en triple extrusión y vulcanizado en seco. Pantalla de cinta de cobre y chaqueta de PVC-UV.

Características:

Tensión máxima de operación: 15kV, Temperatura máxima de operación normal: 90°C. En condiciones de emergencia: 130°C. En condiciones de corto circuito: 250°C; retardante a la llama, resistente a la luz solar, aislamiento XLPE al 133%, color negro. Que cumpla con las normas NTC 2186-2, ANSI/ICEA S93-639, NEMA WC74.



FIGURA 17. Detalle cable monopolar XLPE.

Se llevará a cabo las siguientes pruebas cuyos resultados serán comunicados por escrito a la Interventoría mediante formularios y protocolos previamente aprobados.

✓ Inspección visual

La inspección visual consiste simplemente en revisar el cable recorriendo su trayectoria minuciosamente buscando la presencia de algún posible daño que haya sufrido durante la instalación, lo cual sería indeseable, o algún otro elemento externo que pueda dañarlo a largo plazo como piedras, vidrios, etcétera. Así mismo, se revisa visualmente que los accesorios

hayan sido adecuadamente instalados y se encuentren en óptimas condiciones para ser puestos en servicio. La principal revisión que debe de hacerse en una inspección visual tiene que ver con los siguientes puntos:

- a. Identificación de la ruta del cable
- b. Placas de identificación de los cables
- c. Identificación de las terminales del circuito
- d. Identificación de los registros de paso
- e. Verificación de las conexiones de tierra
- f. Verificación de los soportes en los registros

Si se ha revisado que las condiciones de cada uno de los puntos anteriores son aceptables, entonces se procede con las demás pruebas.

✓ **Continuidad**

Ésta prueba permite confirmar que tanto el conductor como la pantalla electrostática no están interrumpidos a lo largo del circuito bajo prueba, en el caso de que existiera alguna discontinuidad en cualquiera de estos elementos existe entonces una posibilidad potencial de falla.

Esta prueba permitirá asegurar que el conductor y la pantalla electrostática (para el caso de cables con pantalla), son continuos a lo largo de la línea bajo pruebas (faseo).

La razón para realizar la prueba en el conductor, es la de comprobar que el cable es capaz de conducir la energía eléctrica entre sus dos puntos de conexión. Y en la pantalla electrostática, es la de asegurar que la pantalla sea continua a lo largo del cable, y en caso que estuviese interrumpida, nos indicará que tenemos un punto donde existe la posibilidad de tener una gran concentración de energía. La determinación de continuidad se realiza con un megger de características adecuadas.

✓ **Comprobación de la continuidad y resistencia de la pantalla.**

Para medir la resistencia óhmica de las pantallas, se utiliza un óhmetro con resolución suficiente para obtener valores de al menos centésimas de ohmio y se procederá a realizar y anotar los valores obtenidos en las medidas de las tres combinaciones posibles (fases 1-2, 2-3 y 3-1).

Llamaremos A, B y C a los tres valores (en ohmios) obtenidos en las correspondientes mediciones de resistencia:

A = valor medido entre las fases 1 + 2

B = valor medido entre las fases 2 + 3

C = valor medido entre las fases 3 + 1

Los resultados de las resistencias correspondientes a cada fase, se obtendrán de las siguientes expresiones:

$$R1 = (A + C - B) / 2$$

$$R2 = (B + A - C) / 2$$

$$R3 = (C + B - A) / 2$$

Se recuerda que las conexiones deben realizarse correctamente para no introducir una resistencia adicional.

Los resultados se considerarán correctos cuando el valor de la resistencia no difiera significativamente de los valores mostrados en la siguiente tabla.

TABLA 4. Resistencia en Ω / km en función de las secciones de pantallas.

Sección de la pantalla (mm²)	Resistencia Ω /km
16	1,240
25	0,779
75	0,259

✓ **Ensayo de rigidez dieléctrica de la cubierta. (ejecución bajo aprobación de interventoría)**

Durante el transporte, almacenamiento, manejo y tendido, el cable puede ser dañado accidentalmente; ya que los cables disponen de una protección exterior, se puede pensar que el aislamiento no estará dañado siempre y cuando la cubierta no lo esté.

Esto se puede verificar mediante un ensayo de tensión sobre la cubierta, después de tendido. Este ensayo se considera adecuado para detectar daños serios sobre la cubierta.

La realización del ensayo consiste en aplicar una tensión continua de 4 kV/mm de espesor de la cubierta, con un máximo de 10 kV entre la pantalla metálica y tierra, durante 1 minuto.

Para realizar el ensayo se desconectarán las pantallas metálicas de tierra y quedarán aisladas de la misma y entre sí, en ambos extremos. Se aplicará de forma progresiva la tensión hasta llegar al nivel establecido, entre la pantalla de cada una de las fases y la red de tierra de la instalación o en su defecto, de una toma de tierra provisional para el ensayo.

El nivel de tensión de ensayo se deberá mantener durante 1 minuto, resultando el ensayo superado si no se produce ninguna perforación en la cubierta y si la resistencia de fuga es menor a 1,5 mA/Km.

Es muy importante antes de acceder a las terminaciones de los cables, que se realice la descarga en los mismos de las cargas estáticas almacenadas en cada conductor. Esta descarga se realizará poniendo a tierra y en cortocircuito, o a través de resistencias de descarga, las terminaciones de los conductores y de las pantallas metálicas antes de cada actuación.

✓ **Comprobación del aislamiento principal: Ensayo de tensión soportada a muy baja Frecuencia (VLF).**

Es una prueba de alta tensión con ambas tecnologías (CC- CA) para todo tipo de cable, Se comprueba y evalúa en los cables su rendimiento de tensión aplicada. Principalmente la comprobación está basada en un cambio regular de polaridad en un intervalo de 5 segundos que produce una frecuencia de 0.1HZ, esta prueba es muy efectiva en la preservación del cable. La prueba con el sistema VLF es especialmente recomendada para cables aislados en PE y XLPE, también es aplicable a los cables de papel que han sido impregnados en aceite o cualquier otro componente como el EPR. Esto permite realizar pruebas a cables mixtos

El método operativo es la aplicación de una tensión alterna de prueba de frecuencia 0,1 Hz. y valor $3 U_0$ aplicada entre el conductor y la pantalla durante 15 minutos para cada una de las fases.

Cables tensión 12/20 kV $\rightarrow 3 \cdot U_0 = 36$ kV c.a. 0,1 Hz.

Cables tensión 18/30 kV $\rightarrow 3 \cdot U_0 = 54$ kV c.a. 0,1 Hz.

Para la realización del ensayo se aplicará la tensión alterna a 0,1 Hz. entre el conductor y la tierra de protección, estando las pantallas de los cables cortocircuitadas entre si y conectadas a la tierra de protección en ambos extremos. La tensión se irá aplicando de forma lenta en dos o tres escalones hasta llegar al nivel definido y en este, se mantendrá el ensayo durante 15 min.

Una vez alcanzado el nivel de la tensión de prueba se mantendrá durante el periodo definido para anotar el valor de la intensidad de fuga la cual deberá permanecer estable durante todo

este tiempo. Se considerará el ensayo aceptado siempre que no se produjera una perforación en el aislamiento.

Para cables de tensión asignada 18/30 kV esta prueba se realizará según uno de los siguientes criterios:

- Si se ensayan los cables sin conexión alguna en sus extremos la tensión U_0 puede llegar a $3U_0 = 54$ kV.
- Si se ensaya sobre los cables conectados a cabinas con corte en SF6, normalmente utilizadas en los Centros de Transformación actualmente, el ensayo se realizará a $3 \times 80\% U_0 = 45$ kV, siempre y cuando las cabinas tengan la presión suficiente del aislante y presenten un buen estado.

✓ Faseo

La prueba de faseo se realiza cuando un circuito de cables ha sido instalado es importante identificar perfectamente las fases A, B y C del circuito a lo largo de toda su trayectoria y evitar el cruzamiento de fases en los puntos de conexión a los demás equipos como lo son transformadores, interruptores, etcétera.

Las pruebas que no sean llevadas a cabo en sitio, deberán presentar un certificado del fabricante del cable que avale que el producto a suministrar cumple con todos los estándares de calidad.

5 REQUISITOS PARA LOS PROPONENTES.

En la invitación a cotizar se harán los siguientes requerimientos para los proponentes:

- Fecha y hora en la que los proponentes podrán asistir a una visita técnica y única de los espacios a adecuar, para resolver las inquietudes de los ítems a cotizar.
- Fecha límite y lugar de entrega de las propuestas.

En los valores de la cotización, los proponentes deben incluir la mano de obra (con todas las prestaciones sociales), herramienta menor, valor del material y transporte, así como la administración, utilidad e imprevistos del trabajo, por lo tanto, no habrá pagos extras por ningún concepto.

Tanto los trabajos como los materiales deben cumplir con las exigencias del RETIE y todo el personal que intervenga físicamente en la obra debe tener matrícula que lo acredite como ingeniero, tecnólogo o técnico electricista. Al final, se deberán entregar los certificados RETIE de los productos utilizados.

6 REQUERIMIENTOS PARA EL CONTRATISTA.

El Contratista deberá regirse, para la ejecución del proyecto, por los reglamentos aplicables para instalaciones eléctricas de la Norma Técnica Colombiana NTC 2050 y el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, RETIE.

De igual manera se hará cargo del suministro de mano de obra, de materiales necesarios para el montaje, del almacenamiento, conservación y vigilancia de los suministros, coordinación y disposición de las labores para el montaje eléctrico, de acuerdo a los requerimientos de la Universidad de Antioquia (U de A.). Para apoyar esta labor, el contratista deberá proponer un cronograma de ejecución de actividades por escrito, describiendo actividades y tiempo estimado de ejecución, éste deberá ser entregado al interventor junto con el contrato al inicio de obra.

En caso de que la Universidad de Antioquia facilite un lugar para el almacenamiento de materiales o de herramientas, ésta **NO** asume responsabilidad por la pérdida y deterioro de dichos elementos.

El contratista contará con el personal competente en su oficio y especializado en el ramo de las instalaciones, dispondrá de una persona encargada de la obra, quien estará al frente de la ejecución del proyecto y que debe acreditarse como tecnólogo(a) electricista o ingeniero(a) electricista, esta persona será el enlace entre el contratista y la Universidad para coordinar las labores de la ejecución.

Igualmente, el contratista debe cumplir con lo establecido en la ley 789 ART. 50 Y 828 ART.1, relacionado con la afiliación al sistema de seguridad social integral. Es decir, salud, pensión y riesgos profesionales;

Paralelamente los empleados en la obra deberán ceñirse al ambiente académico en el que se desenvuelve la Universidad y ella podrá solicitar el retiro de cualquier persona que considere perjudicial para el desarrollo tanto de las actividades eléctricas como académicas.

Por otro lado, el contratista no podrá modificar el precio establecido en los ítems de pago y si ocurriera algún daño o avería en las instalaciones de la Universidad ocasionado por las labores de este montaje, deberá repararlo sin cobro a la Universidad.

El contratista entregará al interventor las obras en buen funcionamiento y las instalaciones intervenidas deben permanecer y quedar limpias, demarcadas y bien presentadas durante y al final de su ejecución.

6.1 PLANOS Y DOCUMENTOS

Para la ejecución de los trabajos concernientes con las instalaciones eléctricas, el contratista se guiará por los siguientes documentos:

- **PLANOS ELÉCTRICOS**

Será responsabilidad del contratista familiarizarse a cabalidad con estos planos a fin de que pueda coordinar debidamente la ejecución de las instalaciones. Para efectos de la localización de las diferentes salidas, equipos y elementos, el contratista deberá ceñirse a lo indicado en los planos. En caso de que se requiera una modificación, ésta será socializada al interventor del proyecto, y será éste quien la avale o rechace.

Cualquier detalle que se muestre en los planos y que no figure en estas especificaciones, o que se encuentre en éstas pero no aparezcan en los planos, tendrá tanta validez como si se presentase en ambos documentos.

El Contratista deberá mantener en la instalación un juego de planos eléctricos, con el único fin de indicar en ellos todos aquellos cambios que sean menester hacer al proyecto durante su ejecución, de tal manera que se pueda realizar con mayor facilidad la actualización de los planos una vez terminada la ejecución del proyecto.

- **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

El Contratista cumplirá cabalmente con la totalidad de estas especificaciones, así como también con aquellas dadas por los fabricantes.

En caso de existir incongruencia entre los planos eléctricos y las especificaciones o existiesen dudas acerca de su significado o interpretación, el contratista deberá solicitar al interventor la aclaración respectiva, con la debida anticipación y antes de realizar cualquier actividad dentro de la obra donde esté involucrada dicha incongruencia o duda.

Por el hecho de haber presentado una propuesta se considerará que el contratista ha examinado el sitio de la obra y ha estudiado todos los planos, que conoce las especificaciones y acepta las condiciones contenidas en ellos.

7 CONDICIONES PARA MEDIDA Y PAGO

El contratista se ceñirá a lo estipulado en los ítems de pago y los planos eléctricos, y cualquier modificación será autorizada únicamente por la interventoría, previa presentación de un APU por parte del contratista, que soporte tal modificación, cuya aceptación o no, será emitida por la Universidad. La interventoría será quien realice la adición o retiro de los ítems de pago, con los mismos valores expresados en los precios unitarios suministrados por el contratista. Por lo tanto, estos precios unitarios

deberán contener los valores del suministro de materiales, herramienta, transporte, mano de obra, pólizas, administración, imprevistos y utilidad.

Al final de la obra, el Contratista deberá entregar a la interventoría la auto declaración de cumplimiento del RETIE, descrito en el artículo 44.6.1 del mismo, las certificaciones de producto (RETIE) de los elementos utilizados en la obra, registro fotográfico de las instalaciones intervenidas, manual de mantenimiento y planos “as built” de la obra ejecutada. Esta documentación se tomará como requisito para la aprobación de pagos por parte de la Interventoría.

Sólo se pagarán las cantidades ejecutadas e instaladas y el pago final se hará multiplicando la cantidad ejecutada por el valor unitario de la misma. La universidad se reserva el derecho de la no adquisición de todas las cantidades descritas en los ítems de pago.

Los pagos se harán de acuerdo con el avance de la obra, sustentado en actas (actas parciales o acta única) presentadas por el CONTRATISTA y aprobadas por la INTERVENTORÍA, o conforme con lo indicado en la invitación a cotizar.

8 REFERENCIAS

- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Ministerio de Minas y Energía, Resolución No. 90708 del 30 de Agosto de 2013.
- Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). Ministerio de Minas y Energía, Resolución No. 180540 del 30 de Marzo de 2010.
- Norma ICONTEC NTC 2050, 1998.
- 2011 NEC Handbook (National Electrical Code; NFPA 70).