



**UNIVERSIDAD  
DE ANTIOQUIA**

**APOYO EN EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, CERTIFICACIÓN Y  
MANTENIMIENTO DE REDES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y BAJA  
TENSIÓN EN LA EMPRESA RENDÓN INGENIERÍA ELÉCTRICA  
S.A.S.**

**MICHELL ALEXANDRA RADA AGUDELO**

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería, Departamento Ingeniería Eléctrica

Medellín, Colombia

2021



APOYO EN EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN, CERTIFICACIÓN Y MANTENIMIENTO  
DE REDES ELÉCTRICAS DE MEDIA Y BAJA TENSIÓN EN LA EMPRESA  
RENDÓN INGENIERÍA ELÉCTRICA S.A.S.

**Michell Alexandra Rada Agudelo**

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título de:

**Ingeniera electricista**

Asesores (a):

Juan David Saldarriaga Loaiza, docente universitario

Heriberto De Jesús Rendón Varela, técnico electricista

Línea de Investigación:

Instalaciones eléctricas de uso final

Universidad de Antioquia

Facultad de ingeniería, Departamento de ingeniería eléctrica.

Medellín, Colombia

2021.

## **CONTENIDO**

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN .....	2
3. OBJETIVO GENERAL .....	2
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	2
5. MARCO TEÓRICO.....	3
6. METODOLOGÍA .....	5
7. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	6
7.1. Levantamiento de información y presentación de propuesta técnica.....	6
7.2. Actualización de planos eléctricos y gestión de documentación RETIE .....	10
7.2.1. Descripción del proyecto.....	10
7.2.2. Planos eléctricos.....	11
7.2.3. Documentación requerida para certificación RETIE .....	14
7.2.3.1. Memorias de cálculo .....	14
7.2.3.2. Declaración de cumplimiento.....	17
7.2.3.3. Declaración de responsabilidad.....	18
7.2.3.4. Certificados de conformidad RETIE.....	18
7.2.3.5. Matricula profesional .....	18
7.2.3.6. Registro ante la SIC.....	18
7.2.3.7. Protocolo de transformador .....	19
7.3. Trámites ante EPM.....	19
7.3.1. Punto de conexión .....	19
7.3.2. Servicio provisional.....	20
7.3.3. Interrupción del servicio de energía .....	20
7.4. Mantenimiento de equipos .....	21
8. CONCLUSIONES .....	23
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	23

## **INDICE DE FIGURAS**

<i>Figura 1.</i> Convenciones plano parcelación Bosques de Berlín. ....	6
<i>Figura 2.</i> Plano red aérea Parcelación Bosques de Berlín. ....	7
<i>Figura 3.</i> Tomas de grado hospitalario proyecto Somer fisiatría. ....	11
<i>Figura 4.</i> Planos iluminación y potencia proyecto Somer fisiatría. ....	12
<i>Figura 5.</i> Plano cargas y diagramas proyecto Somer fisiatría. ....	13
<i>Figura 6.</i> Valores de energía facturados por Biorgánicos S.A entre agosto y septiembre. ....	21

## **INDICE DE TABLAS**

<i>Tabla 1.</i> Lista de materiales para construcción de red eléctrica subterránea. ....	9
<i>Tabla 2.</i> Tabla de ítems diseño detallado Somer fisiatría. ....	14
<i>Tabla 3.</i> Ajuste de parámetros DCRL5 Lovato. ....	22

## **1. RESUMEN**

En este informe se presentan algunas de las actividades realizadas durante el periodo de prácticas en los diferentes proyectos ejecutados por la empresa Rendón Ingeniería Eléctrica S.A.S.

Dentro de estas labores, se documenta el apoyo en el levantamiento de las redes de distribución aéreas y posterior cotización de las redes subterráneas de la parcelación Bosques de Berlín del municipio de Sabaneta, Antioquia. Del mismo modo, se describe de manera concisa cómo se asistieron actividades como el diseño de instalaciones eléctricas de usuario final por medio de la actualización de planos eléctricos, realización de cuadros de carga, memorias RETIE, RETILAP y simulación de cálculos de iluminación de una instalación de asistencia médica llamada Somer Fisiatría. Además, se reseñan los documentos que deben ser diligenciados y entregados previamente para la aprobación de visitas de certificación plena RETIE y las gestiones o tramites más frecuentes realizados ante el operador de red de Antioquia (EPM), debido a que la mayoría de los proyectos llevados a cabo por la empresa fueron dentro del departamento.

Por último, se detalla el problema de facturación de energía reactiva presentado en la empresa Biorgánicos S.A. por el mal funcionamiento en el gabinete o banco de capacitores implementados y el posterior proceso de identificación de falla y mantenimiento del controlador de factor de potencia.

## **2. INTRODUCCIÓN**

La empresa Rendón Ingeniería Eléctrica S.A.S. cuenta con servicios de diseños de redes y sistemas eléctricos, montajes eléctricos de baja y media tensión, mantenimiento industrial y de subestaciones, sistemas de puesta a tierra y apantallamientos contra descargas atmosféricas, diseño y construcción de sistemas de iluminación e instalaciones de uso final, así como protecciones eléctricas, tales como acondicionadores de tensión y DPS (TVSS).

Para la prestación de servicios como los mencionados anteriormente, se hace importante el uso seguro y confiable de cada uno de los elementos implementados en una instalación o sistema eléctrico, asegurando que estos cumplan con los estándares y normatividades vigentes. De la misma forma, se requiere personal calificado que garantice que el sistema funcione correctamente y que, además, no supongan un riesgo para la integridad física de quien lo está instalando y de los usuarios que posteriormente tendrán contacto directo o indirecto con éste. Adicionalmente, se requiere que el personal trabaje de manera coordinada y detallada en cada una de las etapas de los proyectos de instalaciones eléctricas; esto con el fin de optimizar el tiempo de trabajo, el uso de materiales y minimizar los costos de la empresa.

De esta forma, la empresa Rendón Ingeniería Eléctrica S.A.S. ofrece en su portafolio servicios eléctricos eficientes, cumpliendo con los lineamientos establecidos por el RETIE, RETILAP y NTC 2050. Para cumplir con la prestación de este portafolio, se propuso por medio de la práctica profesional, el apoyo en las etapas de diseño, construcción, certificación y mantenimiento de redes eléctricas en media y baja tensión, implementando mejoras en la gestión de cada uno de los procesos técnicos involucrados en los proyectos, fortaleciendo a su vez los conocimientos adquiridos en la academia y obteniendo nuevos conocimientos técnicos y administrativos basados en la experiencia de los integrantes que componen la empresa.

## **3. OBJETIVO GENERAL**

Apoyar las diferentes etapas de los proyectos de instalaciones eléctricas llevadas a cabo por la empresa Rendón Ingeniería Eléctrica S.A.S.

## **4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Apoyar el diseño de redes y sistemas eléctricos mediante el uso de AutoCAD y DIALux.
- Apoyar la construcción de redes y sistemas eléctricos por medio de la realización de cotizaciones y supervisiones de obra.
- Apoyar el proceso de certificación RETIE y trámites ante el respectivo operador de red según la localización del proyecto en ejecución.
- Apoyar el mantenimiento de equipos industriales y subestaciones de media y baja tensión.

## 5. MARCO TEÓRICO

A continuación, se abordan los principales conceptos teóricos que se utilizaron durante la práctica académica.

**Acometida:** Derivación de la red local del servicio respectivo que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general (Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2013).

**Alta concentración de personas u ocupación para reuniones públicas:** Cuando se pueden concentrar 50 o más personas, según NFPA 101 (Código de seguridad humana) pero no limitado a este número, con el fin de desarrollar actividades tales como: trabajo, deliberaciones, comida, bebida, diversión, espera de transporte, culto, educación salud o entretenimiento (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

**Capacidad o potencia instalada:** también conocida como carga conectada, es la sumatoria de las cargas en kVA continuas y no continuas, previstas para una instalación de uso final. Igualmente, es la potencia nominal de una central de generación, subestación, línea de transmisión o circuito de la red de distribución (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

**Carga continua:** carga cuya corriente máxima se prevé que circule durante tres horas o más (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC], 1998).

**Certificación plena:** Proceso de certificación del cumplimiento de los requisitos establecidos en el RETIE a una instalación eléctrica, el cual consiste en la declaración de cumplimiento suscrita por el profesional competente responsable de la construcción de la instalación acompañada del aval de cumplimiento mediante un dictamen de inspección previa realización de la inspección de comprobación efectuada por inspector(es) de un organismo de inspección debidamente acreditación (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

**Comercializador de electricidad:** Persona natural o jurídica que comercializa electricidad, bien en forma exclusiva o combinada con otra u otras actividades del sector eléctrico, cualquiera de ellas sea la actividad principal. (Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2013).

**Cuarto eléctrico:** Recinto o espacio en un edificio dedicado exclusivamente a los equipos y dispositivos eléctricos, tales como transformadores, celdas, tableros, UPS, protecciones, medidores, canalizaciones y medios para sistemas de control entre otros (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

**Curva isolux:** Línea que une todos los puntos que tengan la misma iluminancia en el plano horizontal, para una altura de montaje de 1 m o 10 m y un flujo luminoso de 1.000 lm (Ministerio de Minas y energías, 2010).

**Deslumbramiento:** Sensación producida por la luminancia dentro del campo visual que es suficientemente mayor que la luminancia a la cual los ojos están adaptados y que es causa de molestias e incomodidad o pérdida de la capacidad visual y de la visibilidad. Existe deslumbramiento cegador, directo, indirecto, incómodo e incapacitivo (Ministerio de Minas y energías, 2010).

**Distancia de seguridad:** Distancia mínima alrededor de un equipo eléctrico o de conductores energizados, necesaria para garantizar que no habrá accidente por acercamiento de personas, animales, estructuras, edificaciones o de otros equipos (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

**Equipotencializar:** Es el proceso, práctica o acción de conectar partes conductivas de las instalaciones, equipos o sistemas entre sí o a un sistema de puesta a tierra, mediante una baja impedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

**Factor de uniformidad de iluminancia:** Medida de la variación de la iluminancia sobre un plano dado (Ministerio de Minas y energías, 2010).

**Iluminancia:** Es la densidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie. Su unidad, el lux, equivale al flujo luminoso de un lumen que incide homogéneamente sobre una superficie de un metro cuadrado (Ministerio de Minas y Energía, 2013) .

**Mantenimiento:** Conjunto de acciones o procedimientos tendientes a preservar o restablecer un bien, que le permita garantizar la máxima confiabilidad (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

**Nivel de riesgo:** Equivale a grado de riesgo. Es el resultado de la valoración conjunta de la probabilidad de ocurrencia de los accidentes, de la gravedad de sus efectos y de la vulnerabilidad del medio (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

**Panel de distribución (panelboard):** un solo panel o grupo de paneles diseñados para ensamblarse en forma de un solo panel, que incluye elementos de conexión, dispositivos automáticos de protección contra sobrecorriente y puede estar equipado con interruptores para accionamiento de circuitos de alumbrado, calefacción o fuerza; está diseñado para ser



instalado en un armario o caja colocado en o sobre una pared o tabique y es accesible sólo por su frente (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC], 1998).

**Punto de conexión:** Es el punto eléctrico en el cual el equipo de un usuario está conectado a un STR o SDL para propósito de transferir energía eléctrica entre las partes. El punto de conexión indica la frontera respecto a la propiedad de los activos entre el Operador de Red y el cliente (EPM (Empresas Publicas de Medellin), 2017).

**Sistema de Puesta a Tierra (SPT) (GROUNDING SYSTEM):** Conjunto de elementos conductores de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones ni fusibles, que unen los equipos eléctricos con el suelo o terreno. Comprende la puesta a tierra y todos los elementos puestos a tierra (EPM, 2008).

**Subestación:** Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

**Tableros de medida:** Estructuras metálicas o no metálicas que cumplen con condiciones mecánicas y de seguridad, construidos para instalarse generalmente de manera empotrada, sobre puesta en los muros o paredes o autosoportados y destinados a encerrar equipos de baja tensión como medidores de energía, equipos de protección y transformadores de medida (EPM, n.d.-b).

## 6. METODOLOGÍA

Las siguientes actividades se realizaron con el apoyo y seguimiento de personal calificado de la empresa Rendón Ingeniería Eléctrica S.A.S.

1. Estudio de las normas técnicas que aplican al diseño, construcción y mantenimiento de redes eléctricas de media y baja tensión.
2. Realización de visitas en campo para hacer el levantamiento de información con el fin de cotizar preliminarmente los proyectos con base en los materiales o recursos necesarios para su construcción.
3. Actualización y corrección de los diseños de la instalación o sistema eléctrico del proyecto a certificar.
4. Solicitud de certificación RETIE, diligenciamiento y entrega de documentación requerida por el ente certificador.
5. Solicitud de trámites como puntos de conexión, provisionales, aumento de capacidad y mantenimientos.
6. Mantenimiento de equipos industriales y subestaciones de media y baja tensión.









## 7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

### 7.1. Levantamiento de información y presentación de propuesta técnica

Dentro de las principales actividades realizadas como auxiliar de ingeniería, se encontraba el acompañamiento para llevar a cabo el levantamiento de información y la posterior cotización de los proyectos eléctricos. Entre las obras cotizadas se tiene la parcelación Bosques de Berlín ubicada en La Doctora, Sabaneta, Antioquia. En este lugar, por medio de la administración se solicitó a la empresa Rendon Ingeniería Eléctrica S.A.S., la cotización del reemplazo de las redes eléctricas que actualmente son redes aéreas por subterráneas. Para ello, inicialmente, se realizó un recorrido por toda la parcelación, realizando la medición entre tramos de red primaria, secundaria, iluminación y red de comunicación. También, se realizó un inventario de los postes, medidores y los transformadores que alimentaban los diferentes usuarios de la urbanización, tomando información como su número, capacidad en kVA, tensión de operación y número de fases.

Una vez realizado el inventario de los activos de la red eléctrica de la parcelación, se dibujó el plano de la red actual que se muestra en la **Figura 2**, con el fin de hacer mucho más práctico el proceso de diseño de la red eléctrica subterránea y a su vez consignarlo para su posterior uso en el informe entregado al cliente y como memoria de cálculo.

En la **Figura 1**, se observan las convenciones utilizadas para la realización del plano de la red aérea de la parcelación Bosques de Berlín.

CONVENCIONES	
Poste de madera	 Altura
Poste concreto	 Altura
Línea secundaria aérea trenzada	
Transformador monofásico	 N° KVA
Línea primaria aérea desnuda 7.62 kV.	
Medidor de energía activa	
Luminaria de poste	
Cable de comunicaciones	

*Figura 1.* Convenciones plano parcelación Bosques de Berlín.

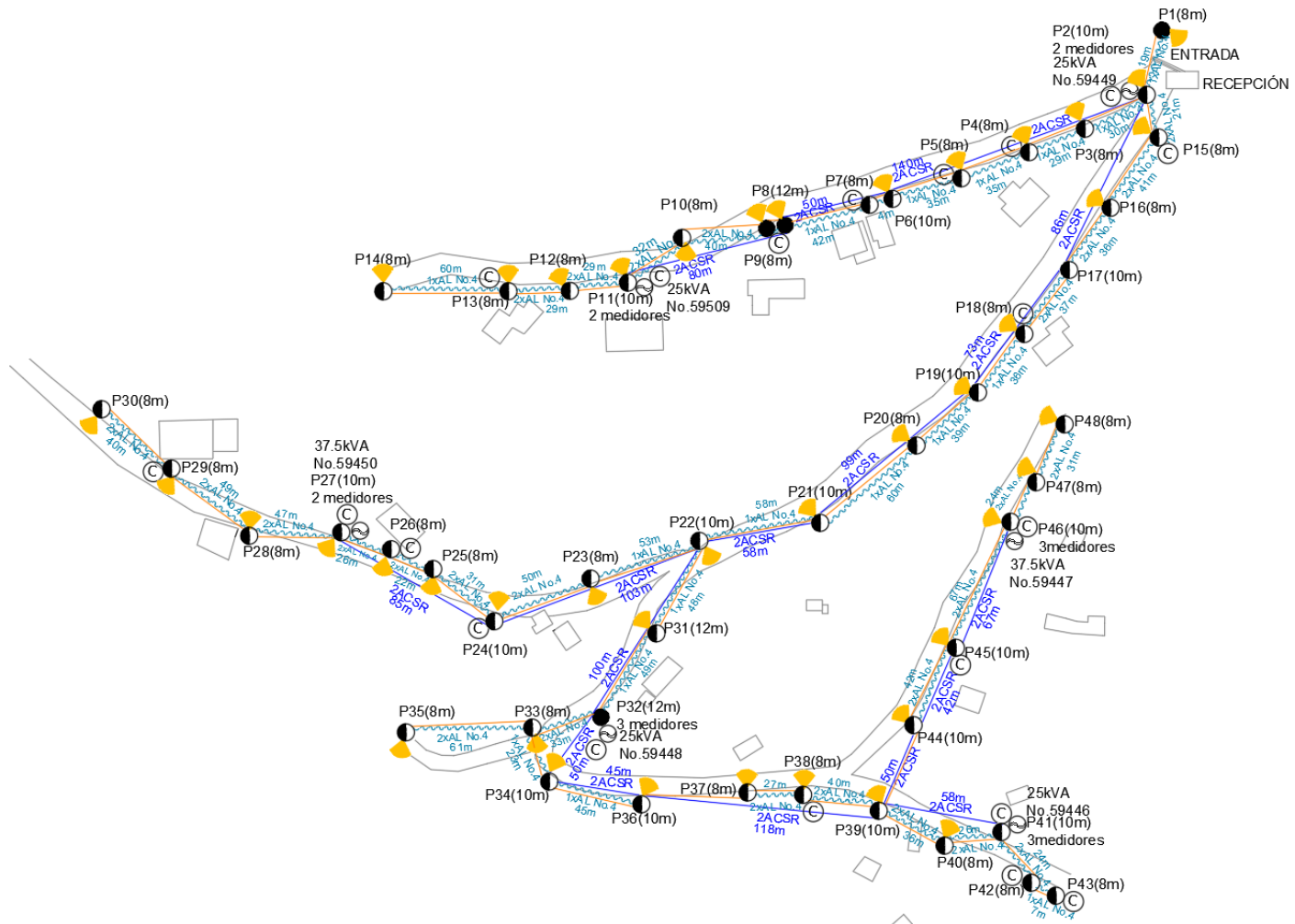


Figura 2. Plano red aérea Parcelación Bosques de Berlín.

Para proceder a realizar la propuesta técnica del diseño de la red subterránea en la parcelación Bosques de Berlín, se tuvieron en cuenta las siguientes observaciones:

Para el caso de la red primaria

- Los tramos de cable ACSR 2 AWG de línea primaria aérea se reemplazan por cable primario canalizado AL 1/0 AWG (neutro) y XLPE 133% 1/0 AWG (fase).
- Uso de cajas de 1.20x0.80m para poste donde hay red primaria y transformadores.
- Por cada tramo de red primaria se utilizan dos tubos PVC de 4" que alojan el cable AL 1/0 AWG y XLPE 133% 1/0 AWG.
- Postes a los que llega tramo de red primaria, se reemplazan por cajas de paso y se utilizan terminales tipo campana de 4" en la entrada y salida de la tubería, es decir, 2 terminales por caja, basado en norma (EPM, 2013a, 2017).

Para el caso de la red secundaria e iluminación

- En los postes a los que llega red secundaria aérea se reemplazan por cajas de 0.60x0.60m, construidas según las normas (EPM, n.d.-a, 2013b, 2013e).
- Los tramos de red secundaria se canalizan mediante tubería PVC de 2".
- Postes a los que llega cableado de iluminación, serán reemplazados por cajas de 0.30x0.30m y su construcción se realiza según norma (EPM, 2013a, 2013d, 2013c).
- Para los tramos de cableado de luminarias en poste, se utiliza tubería PVC de pulgada y media.
- Por cada lámpara o luminaria se utiliza tubo IMC de media pulgada de 6 metros de largo.
- Por cada lámpara o luminaria se calculan 9 metros de cable encauchado 3xNo. 14 AWG (para subida desde tubo IMC hasta luminaria)
- Previamente calcular para red de iluminación y secundaria cable AL No.4 AWG.
- Postes a los que llega tramo de red secundaria e iluminación, se reemplazan por cajas de paso y se utilizan terminales tipo campana de 2" y 1 1/2" respectivamente, en la entrada y salida de la tubería, es decir, 2 terminales por caja, basado en norma (EPM, 2013a, 2017).

Finalmente, con base en las observaciones descritas anteriormente, se realizó la propuesta técnica de la *Tabla 1*, para la construcción de la red subterránea en la parcelación Bosques de Berlín.

*Tabla 1.* Lista de materiales para construcción de red eléctrica subterránea.

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD MEDIDA	CANT
<b>REDES PRIMARIAS</b>			
1	Cable Al. No.1/0 AWG	ml	1364
2	Cable XLPE 133% 1/0 AWG	ml	1364
3	Tubería PVC 4"	ml	2568
4	Transformador tipo pedestal de 37.5kVA, monofásico, 7620/240/120V	un	3
5	Terminal tipo campana 4"	un	36
<b>REDES SECUNDARIAS</b>			
6	Tubería PVC 2"	ml	1001
7	Cable Al. No.4 AWG	ml	3003
8	Terminal tipo campana 2"	un	60
<b>REDES ILUMINACIÓN</b>			
9	Cable encauchetado 3x14 AWG	ml	432
10	Cable Al. No.4 AWG	ml	5028
11	Tubería PVC 1 1/2"	ml	1677
12	Terminal tipo campana 1 1/2"	un	96
13	Tubo IMC 1/2"	ml	288
<b>OBRAS CIVILES</b>			
16	<b>EXCAVACIONES DE BRECHAS Y LLENOS</b>		
16,1	<b>Brecha Jardín</b>		
16.1.1	Corte de grama, retiro de césped para reinstalación, colocación de protección sobre grama para colocación de material de excavación, excavación en sección de 35-40 x 60 cm	ml	1.480
16.1.2	Lleno compactado de brecha con material proveniente de las excavaciones hasta nivel para colocación de grama recuperada.	ml	1.480
16.1.3	Colocación de grama retirada y recuperada para realización de trabajos de instalación de redes. La grama que no se recupere será suministrada por el cliente o cotizada por aparte. (se estima un 10% para reposición de grama).	ml	1.337
16.1.4	Suministro e instalación de grama	ml	143
16,2	<b>Brecha Concreto</b>		
16.2.1	Corte de concreto para demolición, demolición de concreto, desembombe y retiro de material demolido. Transporte y disposición de material a sitio de acopio para botada. Se estima un espesor de 10 cm.	ml	267
16.2.2	Botada de material resultante de las demoliciones	ml	267
16.2.3	Excavación brechas en sección de 35x60 cm	ml	267
16.2.4	Lleno de brecha con material proveniente de las excavaciones	ml	267
16.2.5	Vaciado de concreto f'c=210 Mpa espesor 10-12 cm	ml	267

<b>16,3</b>	<b>Brecha Triturado</b>		
16.3.1	Retiro de triturado para excavación de brechas	ml	18
16.3.2	Excavación brechas en sección de 30x60 cm	ml	18
16.3.3	Lleno compactado de brecha con material proveniente de las excavaciones	ml	18
16.3.4	Suministro, riego y compactación de triturado una vez conformado	ml	18
<b>17</b>	<b>CAJAS</b>		
17,1	Excavación para construcción de cajas eléctricas	m3	42,20
17,2	Construcción de cajas de piso de 60x60cm (medidas internas), según norma de E.P.M RS3-003. Incluye tapa según norma EPM RS4-001 de material compuesto, cama de triturado en el fondo de e=0.30m, herraje tipo pesado, tapa tipo pesado y demás elementos necesarios para su correcta instalación y funcionamiento. La excavación y el acero de refuerzo se pagará en sus respectivos ítems.	un	48
17,3	Caja 60x120cm con profundidad de 100 cm	un	9
17,4	Caja 40x40cm (área útil) con profundidad de 50cm	un	48
17,5	Botada de material resultante de las excavaciones	m3	53

## **7.2. Actualización de planos eléctricos y gestión de documentación RETIE**

Entre otras actividades como auxiliar de ingeniería también se encontraba la actualización y verificación de la información contenida en los planos eléctricos de proyectos que habían sido modificados en obra pero que por diferentes motivos no habían sido corregidos y, requerían de la gestión de documentación RETIE y posterior certificación.

### **7.2.1. Descripción del proyecto**

Entre estos proyectos se tenían los consultorios de fisioterapia de la Clínica Somer ubicados en el centro comercial Reserva Plaza del municipio de Rionegro, Antioquia. El área de fisioterapia se encuentra alojada en el tercer piso del centro comercial y consta de tres puestos de atención o recepciones con sus respectivas salas de espera, una de las recepciones es la principal y se encuentra en la entrada de la planta; la segunda se ubica en la zona oeste y recibe a los pacientes que se dirigen a la sala de fisioterapia; la tercera se encuentra en la zona este y en esta se realiza el control de citas hacia los 25 consultorios con los que se cuenta en este piso y que se encuentran alrededor de este punto de atención. Se cuenta además con una sala de terapia respiratoria, dos auditorios, cada uno de aproximadamente 32 m<sup>2</sup>, tres baños para hombres y tres para mujeres ubicados en diferentes zonas de la planta. Adicionalmente, en esta planta se cuenta con un cuarto técnico en el que se aloja un total de cinco tableros de distribución trifásicos trifilares y un gabinete principal donde se encuentra la protección de cada uno de estos tableros y la protección principal o totalizador. Dos de los tableros, denominados como tableros normales TN(24 circuitos) y TN2(12 circuitos), cuentan con los circuitos de los tomacorrientes a 120 V que se encuentran distribuidos en la distintas áreas de la planta, los tomacorrientes a 208 V que alimentan los circuitos de las caminadoras de las salas de fisioterapia, el aviso de iluminación exterior, los circuitos de rack de comunicaciones y la UPS que alimenta el tablero de respaldo de fisioterapia, odontología y vacunación que se encuentran en el segundo piso; también se tiene un tablero de iluminación TI (18 circuitos)

que alimenta todas las lámparas ubicadas en la planta, un tablero de aires acondicionados TA (34 circuitos) para los consultorios, auditorios y salas de espera y un tablero de respaldo en el que se tienen los tomacorrientes regulados y los circuitos de emergencia asociados a cada una de las camillas según lo exige la sección 517-18 literal A de la NTC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC], 1998).

### 7.2.2. Planos eléctricos

Al realizar una revisión detallada del diseño que se tenía para fisiatría clínica Somer, se observó que existían algunas diferencias entre la información que se tenía consignada en los cuadros de carga y en los planos eléctricos, por lo que se procedió a realizar una visita con un técnico calificado con el que se revisó la correspondencia entre circuitos de cada tablero con tomacorrientes, suiches y demás salidas; se realizaron las respectivas correcciones en plano y se llevó a cabo una marcación, como se observa en la **Figura 3** de cada uno de los tomacorrientes, suiches y tableros especificando a qué circuito correspondían, tal y como lo exige el artículo 28.3.2 literal S del RETIE para instalaciones especiales como las clínicas o áreas de atención hospitalaria y los circuitos de emergencia que deben ser implementados en estos lugares (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

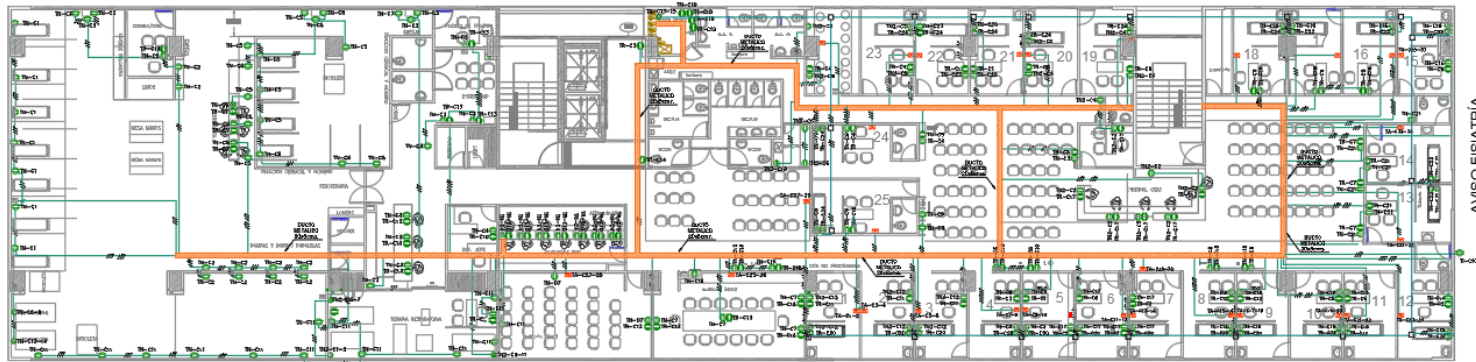
Es importante resaltar que todos los tomacorrientes instalados en la planta cuentan con el círculo verde de la **Figura 3** que indica que son de grado hospitalario como se menciona en la sección 517-18 literal b de la NTC (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC], 1998).



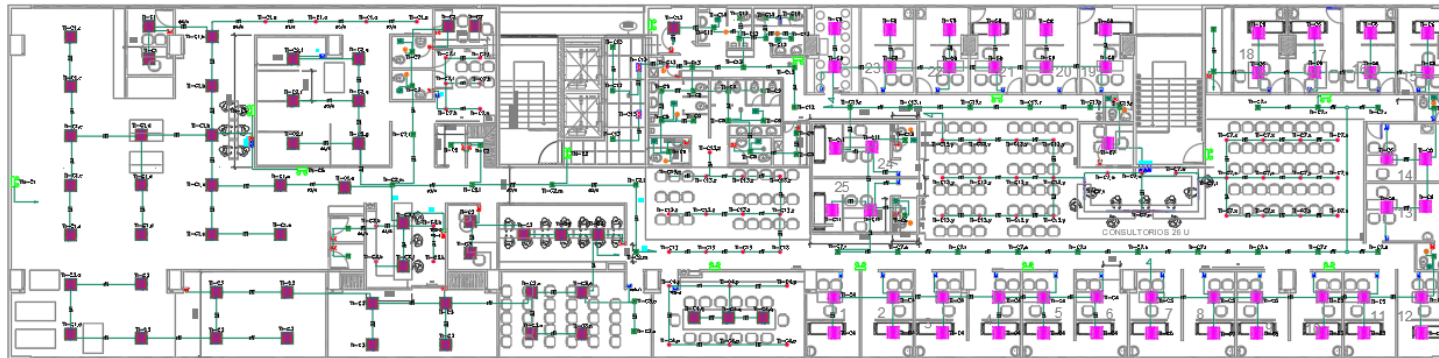
*Figura 3.* Tomas de grado hospitalario proyecto Somer fisiatría.

Dentro de las correcciones o actualizaciones que también se realizaron en los planos eléctricos con respecto a lo que se tenía en obra, también se encuentra la adición del recorrido de la tubería EMT independiente para los circuitos de emergencias pues según el artículo 28.3.2 literal W, los conductores de los sistemas normal, de emergencia y aislado no puesto a tierra no podrán compartir las mismas canalizaciones y según el literal p de este mismo artículo, los circuitos de la red de emergencia deben ser protegidos mecánicamente mediante canalización metálica no flexible (Ministerio de Minas y Energía, 2013).





PLANTA PISO 3 POTENCIA NORMAL Y REGULADA



PLANTA PISO 3 ILUMINACION

NOTAS

1. Diámetro de tubería eléctrica no especificada será de  $\varnothing 1/2"$ .
2. Diámetro de tubería de televisión y teléfonos será de  $\varnothing 3/4"$ .
3. Calibre del cable no especificado será No.12THHN/THWN para los circuitos protegidos por breaker de 20A.
4. Calibre del cable no especificado será No.14THHN/THWN para el circuito protegido por breaker de 15A.
5. El conductor de puesta a tierra no especificado será en alambre No.12THHN/THWN verde para 20A y No.14THHN/THWN verde para 15A.
6. Utilizar estricto código de colores en la alambrada, así:  
 Conductor Fase: Amarillo, Azul, Rojo. Válido para sistemas 3 $\varnothing$  208/120V  
 Conductor Neutro: Blanco. Válido para sistemas 3 $\varnothing$  208/120V  
 Conductor Tierra: Verde  
 En circuitos monofásicos derivados del sistema trifásico se deberá conservar el color asignado a la fase en el sistema trifásico.
7. Las instalaciones deberán realizarse de acuerdo al Código Eléctrico Nacional (NTC2050) y RETIE actualización 30 de agosto de 2013.
8. Los recorridos de las tuberías son sólo indicativos, estos serán definidos en obra.
9. Donde lleuen 3 o más tuberías se instalará una caía 4x4" con tapa flux.

NOTAS

10. Los suiches serán instalados a 1m de altura del N.P.A (Centro de caja). Del tipo leviton blancos 15A, 120V. Serán instalados en caja 2x4" O 4X4". Todas las cajas eléctricas metálicas y PVC (suiches, tomas, de paso, etc), deberán llevar el respectivo polo a tierra, debidamente conectado.
11. Toda la tubería será del tipo EMT expuesta y SCH 40 embebido en paredes y cielos falsos, del diámetro especificado en el plano. Tubería no especificada será 1/2".
12. Todas las partes metálicas de las redes eléctricas tales como cajas eléctricas, equipos, ductos, bandejas portacables, etc., deberán estar correctamente aterrizadas.
13. Todos los elementos eléctricos en zonas expuestas a intemperie o zonas húmedas deberán tener una protección tipo IP55 certificada para el uso en este tipo de zonas.
14. Toda la tubería EMT instalada, será conectada con sus respectivas cintas color naranja.
15. Todos los empalmes se harán con conectores certificados, preferiblemente conectores del tipo resorte.
16. Los circuitos de iluminación serán cableados en calibre N° 14 AWG - LSHF, a menos que se especifique un calibre diferente en el cuadro de cargas.
17. No se compartirán neutros ni tierras.
18. Todos los elementos y materiales empleados serán nuevos y deberán cumplir con la certificación RETIE.

Figura 4. Planos iluminación y potencia proyecto Somer fisiatría.



TABLERO DE NORMAL 2 (TN) - 30										CALCULOS									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

TABLERO DE NORMAL 2 (TN) - 30										CALCULOS									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

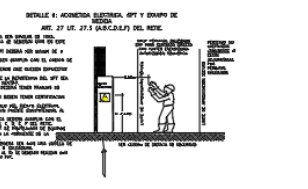
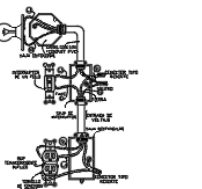
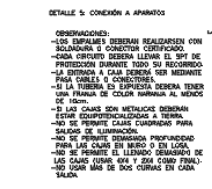
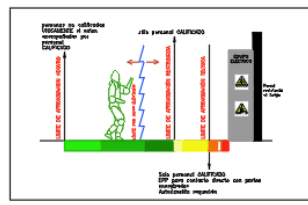
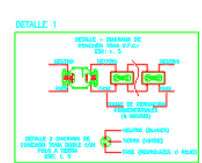
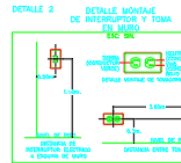
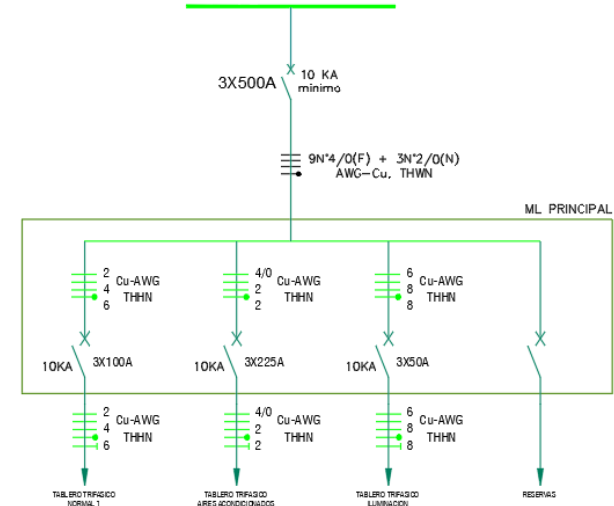
TABLERO DE NORMAL 2 (TN) - 30										CALCULOS									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

TABLERO DE NORMAL 2 (TN) - 30										CALCULOS									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

TABLERO DE NORMAL 2 (TN) - 30										CALCULOS									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20



CONVENCIONES	
[Symbol]	LUMINARIA APLIQUE 20W
[Symbol]	LUMINARIA DE TECHO 80W6 ems.
[Symbol]	PANEL LED 12V
[Symbol]	EXTRACTOR
[Symbol]	LUMINARIA TIPO OAS DE BUEY
[Symbol]	LUMINARIA DE EMERGENCIA
[Symbol]	DUCTO METALICO
[Symbol]	SENSOR DE MOMENTO
[Symbol]	DETECTOR DE HUMO
[Symbol]	SWITCHEO - SENCILLO, DOBLE, TRIPLE
[Symbol]	TOMACORRIENTE 120V - 15A
[Symbol]	TOMACORRIENTE 075C
[Symbol]	TOMACORRIENTE REGULADO
[Symbol]	TOMACORRIENTE 220V
[Symbol]	TOMACORRIENTE TRIFASICO
[Symbol]	TUBERIA POR MUROLORA/TECHO
[Symbol]	TUBERIA POR PISO
[Symbol]	CONDUCTORES FASE/NEUTRO TIERRA
[Symbol]	INTERRUPTOR TERMOMAGNETICO
[Symbol]	MEDIDOR DE ENERGIA
[Symbol]	SPT TIERRA
[Symbol]	TBM TABLERO MULTIBREAKER
[Symbol]	CAJA DE PASO 12x12
[Symbol]	SAIDA AIRE ACONDICIONADO
[Symbol]	LUMINARIA LINEAL LED 35W
[Symbol]	LUMINARIA LED CUADRADA DOBLE 7W

- NOTAS
1. Diámetro de tubería eléctrica no especificado será de Ø 1 1/2".
  2. Diámetro de tubería de televisión y telefonía será de Ø3/4".
  3. Calibre del cable no especificado será No.14TH9H/TH9N para los circuitos protegidos por breaker de 20A.
  4. Calibre del cable no especificado será No.14TH9H/TH9N para el circuito protegido por breaker de 15A.
  5. El conductor de puesta a tierra no especificado será un alambre No.12TH9H/TH9N verde para 20A y No.14TH9H/TH9N verde para 15A.
  6. Utilizar estricto código de colores en la alambreado, así:  
Conductor Fase: Amarillo, Azul, Rojo. Válido para sistemas 3Ø 208/120V  
Conductor Neutro: Blanco. Válido para sistemas 3Ø 208/120V  
Conductor Tierra: Verde
  7. En circuitos monofásicos derivados del sistema trifásico se deberá conservar el color asignado a la fase en el sistema trifásico.
  8. Las instalaciones deberán realizarse de acuerdo al Código Eléctrico Nacional (NTEC2050) y RETIE, actualización 30 de agosto de 2013.
  9. Donde lleguen 3 o más tuberías se instalará una caja 4x4" con tapa fija.
  10. Los switches serán instalados a 1m de altura del N.P.A (Centro de caja) del tipo leviton blancos 15A, 120V. Serán instalados en caja 2x4" o 4x4". Todos los cajas eléctricas metálicas y PVC (cañuchas, tomas, de paso, etc), deberán llevar el respectivo polo a tierra, debidamente conectado.
  11. Toda la tubería será del tipo EMT expuesta y SCH 40 embebido en paredes y cielos falsos, del diámetro especificado en el plano. Tubería no especificada será 1/2".
  12. Todos los partes metálicas de las redes eléctricas tales como cajas eléctricas, equipos, ductos, bandejas portacables, etc., deberán estar correctamente aterrizados.
  13. Todos los alambres eléctricos en zonas expuestas a intemperie o zonas húmedas deberán tener una protección tipo IP55 certificado para el uso en este tipo de zonas.
  14. Toda la tubería EMT instalada, será marcada con sus respectivos datos color naranja.
  15. Todos los empalmes se harán con conectores certificados, preferentemente conectores del tipo resorte.
  16. Los circuitos de iluminación serán cableados en calibre N 14 AWG - 158F, o menos que se especifique un calibre diferente en el cuadro de cargas.
  17. No se compartirán neutros ni tierras.
  18. Todos los alambres y materiales empleados serán nuevos y deberán cumplir con la certificación RETIE.

Figura 5. Plano cargas y diagramas proyecto Somer fisiatría.

Una vez realizadas las actualizaciones de los planos eléctricos como se observa en la **Figura 4** y **Figura 5** conforme la obra quedó construida, se procedió a apoyar la documentación de las memorias de cálculo de conformidad con lo establecido por el RETIE en el artículo 10.1 y demás documentos que serán abordados posteriormente.

### 7.2.3. Documentación requerida para certificación RETIE

Para el proyecto Somer fisiatría, según el artículo 34.4 del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas, las instituciones de asistencia médica deben contar con Certificación Plena y por ende Declaración de Cumplimiento y Dictamen de Inspección (Ministerio de Minas y Energía, 2013). Dentro de los requisitos para obtener el dictamen de inspección y antes de realizar la visita, deben diligenciarse los documentos que se mencionaran a continuación:

#### 7.2.3.1. Memorias de cálculo

Documento realizado y firmado por el diseñador del proyecto de acuerdo con el artículo 10.1 del RETIE, este a su vez debe ser entregado en formato PDF para evitar su modificación. Para el proyecto de Somer fisiatría, el centro comercial otorgo una capacidad nominal de 150kVA, de los cuales se calculó una potencia instalada de 140kVA; por lo que se requirió realizar un diseño detallado, abarcando los ítems de la A a la W del artículo 10.1 del RETIE.

En la **Tabla 2** se muestra un resumen de cada uno de los ítems y se especifica si aplica o no para el proyecto de Somer fisiatría.

*Tabla 2.* Tabla de ítems diseño detallado Somer fisiatría.

	Ítem	Aplica	Observación
a	Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos	x	Se presenta un cuadro de cargas general en el que se muestra la potencia instalada y diversificada, corriente demandada, corriente al 125%, factor de potencia y voltaje de fase.
b	Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico	x	Se cita la tabla de la NTC 4552-1 del 2008 en la que se muestra el BIL según nivel de tensión y la categoría de los equipos. También se menciona el aislamiento requerido del cableado.

c	Análisis de cortocircuito y falla a tierra	x	Se calcula la corriente de cortocircuito según el calibre del cable de la acometida para tener en cuenta al seleccionar el valor de la protección principal de la instalación
d	Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos	x	En el caso de este proyecto, se aclara que la instalación eléctrica es existente y que el Mall comercial ya cuenta con un sistema de apantallamiento.
e	Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos	x	Se exponen algunos de los factores de riesgo eléctrico más comunes, sus posibles causas y algunas medidas de protección mediante la matriz de la tabla 9.3 del RETIE.
f	Análisis del nivel de tensión requerido	x	Se mencionan los dos niveles de tensión a los que opera la instalación (Nivel III y Nivel IV).
g	Cálculo de campos electromagnéticos		No se aplica este ítem, debido a que no cuenta con subestación eléctrica, no está ubicado en una zona donde se encuentren líneas de transmisión ni de otros sistemas que puedan generar efectos electromagnéticos, por lo cual no supera el límite que exige el reglamento para la aplicación del cálculo del artículo 14.4 del RETIE.
h	Cálculo de transformadores		No aplica, el proyecto se encuentra en un centro comercial que cuenta con su propia subestación desde la cual se deriva la carga proyectada para el local.
i	Cálculo del sistema de puesta a tierra	x	La tierra de protección será común al centro de transformación del centro comercial y al centro de seccionamiento independiente.
j	Cálculo económico de conductores	x	Se calcula la pérdida de energía diaria en pesos dependiendo del conductor que se está usando en la instalación.

k	Verificación de los conductores	x	Las protecciones fueron seleccionadas con la capacidad de corriente comercial inmediatamente menor a la capacidad de corriente de los conductores eléctricos que fueron seleccionados.
l	Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos		Este cálculo no aplica a este proyecto debido a que no se cuenta con equipos especiales ni estructuras que tengan que soportar pesos de los sistemas eléctricos.
m	Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes	x	Se tiene el esquema general y se presentan las curvas de las protecciones elegidas y la coordinación de estas en el momento de falla.
n	Cálculos de canalizaciones	x	Mediante una macro se ingresan los datos de los cables que van por canalización y se calcula el porcentaje de ocupación.
o	Cálculo de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos armónicos y factor de potencia.	x	Las pérdidas de energía se analizan según calibres de cables y acorde a las caídas de tensión. No se generan efectos armónicos relevantes.
p	Cálculos de regulación	x	El cálculo se realizó al cable de media tensión entre el punto de conexión y el transformador y al puente entre el transformador y la medida.
q	Clasificación de áreas		No aplica, debido a que la instalación no cuenta con áreas clasificadas (no posee depósito de combustibles, ni de elementos con fácil propagación de llamas entre otras similares).
r	Elaboración de diagramas unifilares	x	Se encuentran relacionados en el documento en la <b>Figura 5</b> .
s	Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción	x	Los planos eléctricos se encuentran en el ítem 6.2.2 de este documento <b>Figura 4 y Figura 5</b> .

t	Especificaciones de construcción complementarias a los planos	x	Este proyecto no cuenta con la instalación de equipos especiales ni de elementos especiales, por lo que no se anexan especificaciones técnicas de construcción.
u	Establecer las distancias de seguridad requeridas	x	Las distancias establecidas en este proyecto son las consideradas en el RETIE, con consideración especial a las áreas de trabajo en los tableros de protecciones.
v	Justificación técnica de desviación de la NTC2050 cuando sea permitido	x	No hay ninguna desviación de la norma en este proyecto.
w	Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación		No aplica para este proyecto.

Para este proyecto, según el artículo 820.4.2 del RETILAP, se requirió también de un dictamen de inspección de las instalaciones de iluminación pues es una misma área cerrada y cubierta en la que se pueden concentrar simultáneamente más de 50 personas (Ministerio de Minas y energías, 2010). Por esta razón, se apoyaron también actividades como la gestión de las Memorias descriptivas y de cálculos fotométricos mediante el software DIALux. Este archivo no es necesario para la programación de la visita o asignación del inspector por lo que se puede entregar durante el proceso de inspección.

### 7.2.3.2. Declaración de cumplimiento

Este documento es diligenciado y firmado por el constructor eléctrico de la obra, en concordancia con el artículo 34.1 del RETIE. Para instalaciones especiales como el proyecto que se aborda en este informe, el constructor no puede ser un técnico o tecnólogo, deberá ser un ingeniero con las competencias para este tipo de instalaciones.

Por otra parte, es importante mencionar que en el caso en que se tenga un proyecto con las tres etapas, es decir, transformación, distribución en media y/o baja tensión y uso final, será necesario diligenciar una declaración de cumplimiento por cada una de estas y por cada unidad con medida independiente; del mismo modo se emitirá un dictamen por cada unidad. Sin embargo, cuando existe el caso en el que un proyecto cuenta con las tres etapas y solo se tiene una unidad de medida se podrá presentar una declaración de cumplimiento para usuario final que será válida para la etapa de distribución.

Es importante considerar que cuando se realiza la visita de inspección RETIE, el constructor eléctrico encargado de firmar la o las declaraciones de cumplimiento debe encontrarse en la visita y en caso de no poder presentarse debe llenar un formato de autorización a terceros que deberá presentar la persona que le represente y que cuenta con la misma competencia o

superior, de no ser así no podrá ejecutarse la visita y quedará como realizada. Este formato se encuentra en el artículo 34.9 del RETIE (Ministerio de Minas y Energía, 2013).

#### **7.2.3.3. Declaración de responsabilidad**

La declaración de responsabilidad de diseños eléctricos entregados por medio magnético es un documento que, como su nombre lo dice, debe ser diligenciado y firmado por el diseñador cuando la documentación técnica solicitada por el ente certificador se entrega en formatos digitales. En esta declaración se deben especificar los archivos que serán entregados por medios magnéticos y la misma deberá entregarse de manera física y con firma original.

#### **7.2.3.4. Certificados de conformidad RETIE**

Estos certificados de conformidad son requeridos dentro de la documentación RETIE con el fin de garantizar que los materiales utilizados en la instalación cumplen con la normatividad según pruebas de laboratorio y, por ende, serán seguros tanto para instalaciones como para las personas; estos a su vez son emitidos por entidades autorizadas por la ONAC. La lista de los productos que requieren certificado RETIE por ser los más usados y estar directamente relacionados con el objeto y campo de aplicación del reglamento, se encuentran en la tabla 2.1 del mismo (Ministerio de Minas y Energía, 2013). Para verificar la validez y vigencia de un certificado de conformidad de producto, usualmente los entes acreditados por la ONAC cuentan en su página web con la opción de consulta pública, donde el usuario ingresa el código de registro único que se encuentra en el certificado.

#### **7.2.3.5. Matricula profesional**

Con el objetivo de garantizar que el constructor encargado de llevar a cabo el proyecto cuenta con las competencias apropiadas para realizarlo, se solicita dentro de la documentación requerida por el ente certificador, el envío de una copia de la matricula profesional emitida por el Consejo Profesional Nacional de Ingenierías Eléctricas, Mecánica y Profesiones Afines y si aplica, la matricula profesional del interventor eléctrico. En los casos en los que sea necesario se deberá anexar también soportes de experiencia.

#### **7.2.3.6. Registro ante la SIC**

Dentro de las responsabilidades descritas en el artículo 10.2.2 del RETIE para el constructor del proyecto de instalaciones eléctricas, se encuentra el estar inscrito en el Registro de Productores e Importadores de Productos (bienes o servicios) sujetos al cumplimiento de reglamentos técnicos de la SIC (Ministerio de Minas y Energía, 2013). El certificado de registro ante la SIC debe tener una vigencia inferior a tres meses.

### **7.2.3.7. Protocolo de transformador**

Para los proyectos en los que se cuenta con etapa de transformación, es indispensable, dentro de la documentación presentada al ente certificador, el envío del protocolo del transformador. En este archivo se evidencian las características principales del transformador como la norma aplicada para su diseño, potencia nominal, frecuencia de operación, tensión nominal, tipo de refrigeración, etc. Adicionalmente, se encuentra información de las pruebas realizadas en laboratorio y se registran datos como la tensión de ruptura, ensayos de aislamiento, tensión según posición de TAP del transformador, ensayos de cortocircuito, etc.

### **7.3. Trámites ante EPM**

Dentro de los trámites o gestiones realizadas ante EPM como practicante se encontraban las solicitudes descritas a continuación:

#### **7.3.1. Punto de conexión**

Entre principales razones por las que se solicita un punto de conexión ante EPM, se tienen los proyectos nuevos en los que es necesario construir un tramo de red, instalación de transformador nuevo, conexión al sistema de parrilla de la zona centro de Medellín o conexión a red particular, si el calibre de la acometida es mayor a No.8 AWG o cuando se realizan reformas en una instalación y se requiere aumento de capacidad en la instalación; cuando se presentan las dos últimas este proceso debe llevarse a cabo en las oficinas del operador de red, de otro modo mediante llamada telefónica, se solicita de manera general, los siguientes datos:

- Nombre completo del dueño del proyecto.
- Copia de cedula de ciudadanía del dueño.
- Dirección del lugar.
- Municipio.
- Calibre de la acometida.
- Capacidad instalada o a instalar.
- Tipo de conexión ( $1\Phi$  o  $3\Phi$ ).
- Cuenta de servicios del vecino más cercano.
- Si es para zona rural-campestre, se requiere coordenada cartesiana próxima al lugar.

De manera opcional se puede solicitar o brindar información como:

- Número del transformador más cercano.
- Número de instalaciones.

### **7.3.2. Servicio provisional**

Esta solicitud se realiza con el fin de proveer energía de la red de distribución a una instalación para construcción y/o sala de ventas. El servicio provisional, según EPM, se presta para periodos no superiores a los seis meses (prorrogables según el criterio del OR o quien preste el servicio, previa solicitud del usuario).

Dentro de la documentación requerida para esta solicitud se encuentran:

- Formato solicitud prestación de servicios de energía (C-024).
- Fotocopia de cedula del dueño del proyecto.
- Declaración de cumplimiento del profesional a cargo.
- Licencia de construcción.
- Matricula profesional.
- Rut en caso de que sea figura jurídica.
- Cámara de comercio en caso de que se figura jurídica.
- Punto de conexión para localizaciones rurales no residenciales.
- Formato de EPM de procedimiento sugerido de control de riesgo (no aplica para instalaciones residenciales).
- Impuesto predial (no aplica en residencial, opcional para instalaciones comerciales e industriales).

### **7.3.3. Interrupción del servicio de energía**

Para solicitar la interrupción del servicio de energía, se crea la petición mediante la sesión de PQR de la página o mediante los puntos de atención presencial con la siguiente información:

- Dirección de la maniobra
- Municipio
- Barrio
- Tipo de conexión ( $1\Phi$  o  $3\Phi$ )
- Especificar la maniobra a realizar
- Hora, fecha y duración de la suspensión
- No. De contrato

De manera opcional se puede suministrar también información como el número del transformador o número de nodo. También es importante resaltar que este tipo de proceso deben realizarse al menos con 10 días hábiles de anterioridad.



#### 7.4. Mantenimiento de equipos

Una de las actividades de mantenimiento que se apoyó durante el periodo de prácticas fue el mantenimiento de un banco de capacitores de la empresa Biorgánicos S.A. ubicada en el municipio de Girardota, Antioquia. Esta compañía dedicada a la producción de abonos, enmiendas y soluciones para la fertilización de los suelos y cultivos, a partir de materia orgánica y nutrientes minerales (Biorgánicos S.A, n.d.), utiliza para estos procesos, motores para las bandas transportadoras y un elevador de carga que consumen una gran cantidad de energía reactiva inductiva lo que hace a su vez que el factor de potencia mientras estos están operando, sea considerablemente bajo, para resolver este problema la empresa implementó un banco de capacitores conmutables mediante un regulador de potencia DCRL5 Lovato, sin embargo después de un tiempo los capacitores dejaron de entrar en operación cuando los motores se encontraban en funcionamiento. Esto se puede evidenciar en la **Figura 6**, en la que se observa los valores de energía facturados por la empresa Biorgánicos, entre el mes de agosto y el mes de septiembre, de los cuales cabe destacar que, de los 2680 kWh facturados 1060kWh representan el consumo de energía activa y los otros 1620kWh son el excedente o exceso de energía reactiva generada por la instalación y que son liquidados por el operador de red ya que exceden el 50% del consumo de la energía activa (Comisión de Regulación de Energía y Gas, 2018, 2019).

Valores facturados			
	kwh	Costo	Valor
Exc. reacti sep-20	1,620	x 172.820=	279,968.40
Energía sep-20	2,680	x 521.240=	1,396,923.20
Contribuci. energía % 20		\$	279,384.64
Contrib reactiva in % 20		\$	55,993.68
Ley 1955/19	2,680	x 4 =	10,720.00
Interés mora %2.0272 emv		\$	3,054.12
<b>Total Energía:</b>		<b>\$</b>	<b>2,026,044.04</b>
React genera			2,960 kvh
Reactiva cobr			1,620 kvh

**Figura 6.** Valores de energía facturados por Biorgánicos S.A entre agosto y septiembre.

Antes de realizar algún mantenimiento se verificó el funcionamiento del sistema, poniendo en operación los motores de la instalación y evidenciando que el factor de potencia o  $\cos\phi$ , caía significativamente en un valor de aproximadamente 0.32.

Posteriormente, para identificar posibles daños o malos contactos en algún punto de la instalación o del gabinete del banco capacitivo, se midieron las tensiones y corrientes entre fases y entre fases y tierras aguas arriba del gabinete y se verificó que todos los equipos se encontraban operando correctamente, luego se midieron estas variables en el gabinete y se encontró que las corrientes, tensiones y continuidad en las conexiones entre totalizador, protecciones, contactores y capacitores se encontraban dentro de valores normales. Se

procedió entonces a revisar la programación del controlador de factor de potencia DCRL y con base en el manual de usuario de este, se reprogramaron los parámetros de la **Tabla 3** con los valores consignados.

*Tabla 3.* Ajuste de parámetros DCRL5 Lovato.

<b>Cod.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor definido</b>	<b>Observación</b>
P.01	Primario TC	300 A	Se estaba censando la mitad de la corriente por error en valor de relación del primario
P.03	Fase de lectura de corriente TC	L1	Se lee la corriente en la línea o fase 1
P.05	Fase de lectura de tensión	L1-L2	Fases configuradas coinciden con las del parámetro P.03
P.06	Potencia del paso más pequeño	6 kVAr	Se tomó este valor de placa del condensador que opera a 240V
P.07	Tensión nominal de condensadores	240 V	Se toma valor de placa de condensadores
P.08	Frecuencia nominal	60 Hz	Frecuencia del sistema
P.09	Tiempo de reconexión	50s	Tiempo mínimo entre desconexión de un paso y posterior reconexión
P.11	Función de paso 1	1	x veces el valor parametrizado en P.06
P.12	Función de paso 2	2	Aplica observación P.11
P.13	Función de paso 3	3	Aplica observación P.11
P.14	Función de paso 4	4	Aplica observación P.11
P.15	Función de paso 5	5	Aplica observación P.11
P.16	Función de paso 6	6	Aplica observación P.11
P.17	Función de paso 7	7	Aplica observación P.11
P.19	Cosφ de referencia	0,9	Valor común que espera alcanzarse en el factor de potencia

## 8. CONCLUSIONES

-Se consolidaron los conocimientos teóricos y normativos adquiridos en la academia mediante el apoyo y aplicación de estos en los proyectos implementados en la empresa Rendon Ingeniería Eléctrica S.A.S.

-Se adquirieron y aplicaron conocimientos sobre los requerimientos de diseño, construcción, documentación y personal que debe llevar a cabo proyectos en instalaciones especiales como las de asistencia médica.

-Se adoptaron conocimientos detallados con respecto al levantamiento de información y reemplazo de activos de redes de distribución.

-La práctica industrial permite mejorar habilidades como el trabajo en equipo y la proactividad sin dejar a un lado el trabajo coordinado y detallado.

-Durante el periodo de prácticas académicas dentro de las actividades que se desarrollaron pudo analizarse que es muy importante ser pragmático con el propósito de agilizar diferentes procesos.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Biorgánicos S.A. (n.d.). *BIORGÁNICOS S.A.* Retrieved April 25, 2021, from <http://biorganicos.com.co/>

Comisión de Regulación de Energía y Gas. (2013). *Glosario de términos.* [https://doi.org/10.1787/agr\\_outlook-2012-13-es](https://doi.org/10.1787/agr_outlook-2012-13-es)

Comisión de Regulación de Energía y Gas. (2018, January 29). *Resolución No. 015 de 2018.* [http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/65f1aaf1d57726a90525822900064dac/\\$FILE/Creg015-2018.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/65f1aaf1d57726a90525822900064dac/$FILE/Creg015-2018.pdf)

Comisión de Regulación de Energía y Gas. (2019, December 26). *Resolución No. 199 de 2019.* [http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/8e8bebd0bc9a25fd052584e1006a1f91/\\$FILE/Creg199-2019.pdf](http://apolo.creg.gov.co/Publicac.nsf/1c09d18d2d5ffb5b05256eee00709c02/8e8bebd0bc9a25fd052584e1006a1f91/$FILE/Creg199-2019.pdf)

EPM. (n.d.-a). *NORMAS PARA REDES SUBTERRANEAS, CAJAS PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN, CAJAS DE UNIÓN.* 2013. Retrieved April 16, 2021, from <https://www.epm.com.co/site/portals/7/Documentos/RS3-002.pdf>

EPM. (n.d.-b). *NORMAS TÉCNICAS TABLEROS Y CELDAS DE MEDIDA RA8-012.*

EPM. (2008). *Medida de resistividad electrica del terreno.* [https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro\\_de\\_documentos/proveedores\\_y\\_contratistas/normas\\_y\\_especificaciones/normas\\_aereas/grupo\\_6\\_Normas\\_de\\_montajes\\_complementarios/RA6-014MEDIDADERESISTIVIDAD\\_V3.pdf](https://www.epm.com.co/site/Portals/0/centro_de_documentos/proveedores_y_contratistas/normas_y_especificaciones/normas_aereas/grupo_6_Normas_de_montajes_complementarios/RA6-014MEDIDADERESISTIVIDAD_V3.pdf)

- EPM. (2013a). *Informacion General Para El Diseño Y Construcción De Obras Civiles De Redes Eléctricas Subterráneas*.  
[https://www.epm.com.co/site/portals/0/centro\\_de\\_documentos/proveedores\\_y\\_contratistas/normas\\_y\\_especificaciones/normas\\_subterranas/grupo\\_0\\_Informacion\\_general/RS0/002/RS0-002.pdf](https://www.epm.com.co/site/portals/0/centro_de_documentos/proveedores_y_contratistas/normas_y_especificaciones/normas_subterranas/grupo_0_Informacion_general/RS0/002/RS0-002.pdf)
- EPM. (2013b). *NORMAS PARA REDES SUBTERRANEAS, CAJAS PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN, CAJAS DE DISTRIBUCIÓN EN ANDEN*.  
<https://www.epm.com.co/site/portals/7/Documentos/RS3-003.pdf>
- EPM. (2013c, July). *NORMAS PARA REDE SUBTERRÁNEAS, TAPAS PARA CAJAS Y CÁMARAS, TAPA PARA NORMA RS3-003 (ZONA VERDE O ANDEN), TAPA SENCILLA EN CONCRETO*.  
<https://www.epm.com.co/site/portals/7/Documentos/RS4-001.pdf>
- EPM. (2013d). *NORMAS PARA REDES SUBTERRÁNEAS, CAJAS PARA LA RED DE DISTRIBUCIÓN, CAJA DE UNIÓN PARA ALUMBRADO PÚBLICO*.
- EPM. (2013e, September). *NORMAS PARA REDES SUBTERRANEAS, TAPAS PARA CAJAS Y CÁMARAS, TAPA PARA CAJA Y CÁMARA DE DERIVACIÓN*.  
<https://www.epm.com.co/site/portals/7/Documentos/RS4-004.pdf>
- EPM (Empresas Publicas de Medellin). (2017). *Presentación de proyectos eléctricos particulares para la conexión al sistema de EPM* (pp. 1–74).  
[https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Energia/RA8-001/RA8\\_001\\_PRESENTACIÓN\\_PROYECTOS\\_ELÉCTRICOS.PDF?ver=2018-03-06-052126-260](https://www.epm.com.co/site/Portals/3/documentos/Energia/RA8-001/RA8_001_PRESENTACIÓN_PROYECTOS_ELÉCTRICOS.PDF?ver=2018-03-06-052126-260)
- EPM, G. (2017). *NORMA PARA REDES SUBTERRÁNEAS CANALIZACIÓN DE REDES DE ENERGÍA BAJA TENSIÓN 3 DUCTOS Ø exterior 88.9mm (3")*.
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación [ICONTEC]. (1998). Código eléctrico colombiano NTC2050. *Código Eléctrico Colombiano*, 847.  
[https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc\\_20500.pdf](https://www.idrd.gov.co/sitio/idrd/sites/default/files/imagenes/ntc_20500.pdf)
- Ministerio de Minas y Energía. (2013). Reglamento Técnico de Instalaciones Electricas - RETIE resolución 9 0708 de agosto 30 de 2013 con sus ajustes. In *Resolución 90708*.
- Ministerio de Minas y energías. (2010). *MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA ANEXO GENERAL REGLAMENTO TÉCNICO DE ILUMINACIÓN Y ALUMBRADO PÚBLICO. RETILAP 2010 República de Colombia*.