

**REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS ASOCIADAS A LOS  
AMBIENTES ACADÉMICOS, ADMINISTRATIVOS Y DE SERVICIOS DE LAS  
EDIFICACIONES ANTIGUAS DEL PARQUE TECNOLÓGICO GUATIGUARÁ**

**LILLIAM TERESA BELTRÁN SIERRA  
JOSÉ LUIS GUARÍN HENAO  
OVER ANDREY VELOSA CASTILLO**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA  
2017**

**REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS ASOCIADAS A LOS  
AMBIENTES ACADÉMICOS, ADMINISTRATIVOS Y DE SERVICIOS DE LAS  
EDIFICACIONES ANTIGUAS DEL PARQUE TECNOLÓGICO GUATIGUARÁ**

**LILLIAM TERESA BELTRÁN SIERRA  
JOSÉ LUIS GUARÍN HENAO  
OVER ANDREY VELOSA CASTILLO**

**Trabajo de Grado presentado como requisito para  
optar por el título de Ingeniero Electricista**

**Director**

**OSCAR ARNULFO QUIROGA  
Ingeniero Electricista. Dr.**

**Codirector**

**MANUEL JOSÉ ORTIZ RANGEL  
Ingeniero Electricista. MIE**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA**

**2017**

## DEDICATORIA

*A Dios por su infinito amor, por conceder los deseos de mi corazón, por brindarme la sabiduría e inteligencia necesaria para afrontar cada prueba, por ser mi guía, por desaparecer cada uno de los obstáculos que pudieron presentarse a lo largo de este camino y por permitirme alcanzar esta tan anhelada meta.*

*A mis padres, especialmente a mi mamá **Margoth Silenia Sierra Ramirez** por ser mi inspiración, por su linda forma de transmitirme sus consejos los cuales me motivaron a finalizar este proceso, por su inmenso esfuerzo para brindarme siempre lo mejor, por depositar su confianza y creer en mí.*

*A mis hermanos **Cristian Daniel Beltrán Sierra** y **Sussan Alexandra Beltrán Sierra** por su gran amor, comprensión, solidaridad, compañía y apoyo durante mi vida universitaria.*

*A mi novio y mejor amigo **José Luis Guarín Henao** por su compañía, por su apoyo y por ser ese buen elemento a lo largo de este proceso que hemos finalizado juntos.*

*A mi familia y a aquellos especiales amigos por brindarme su apoyo incondicional.*

*Lilliam Teresa Beltrán Sierra*

## DEDICATORIA

*A mi novia Lilliam Teresa Beltran Sierra que fue mi mayor fuerza,  
mi compañera y la motivación para alcanzar este objetivo que hoy  
obtenemos juntos.*

*A mi tía Lucila que con la ayuda de Dios me han dado ese apoyo  
extra que todos necesitamos.*

*A mis hermanas que han estado ahí para dar solución a los  
inconvenientes de última hora.*

*A mis amigos, compañeros y profesores que me acompañaron, me  
ayudaron y me guiaron durante todo el proceso de aprendizaje.*

*A mis padres Luis Felipe Guarín Villarreal y Bertha Patricia Henao  
Serrano que son los merecedores de todos los logros obtenidos hasta  
hoy y a quien les dedico este resultado.*

*José Luis Guarín Henao*

## DEDICATORIA

*Dedico este proyecto principalmente a Dios por guiarme en todo momento,  
A mis padres y hermano por su amor incondicional y por estar siempre  
Brindándome su apoyo para alcanzar mis sueños,  
A mis tíos y primos que tuvieron confianza en mí y me dieron palabras  
De ánimo para cumplir mis objetivos.  
A los amigos que durante la carrera estuvieron a mi lado, ofreciéndome su  
Ayuda y apoyo incondicional.  
A todos ellos, ya que fueron importantes en este proceso y ahora son parte  
Importante de mi vida*

*GRACIAS*

*Andrey Velosa Castillo*

## CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN .....	18
1. REVISIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS LA ZONA ANTIGUA DEL PTG.....	20
1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA ANTIGUA .....	20
1.2 ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	23
1.2.1 Estado actual de las instalaciones y planos arquitectónicos.....	27
2. INFORMACIÓN BASE PARA EL REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	29
2.1 INVENTARIO DE CARGAS Y LOCALIZACIÓN DE SALIDAS .....	29
2.2 LOCALIZACIÓN DE TOMACORRIENTES Y SALIDAS DE DATOS. ....	30
2.3 SUBESTACIONES ELÉCTRICAS .....	31
2.3.1 Puesta a Tierra .....	32
2.4 PARÁMETROS DE DISEÑO .....	33
2.4.1 Estándar institucional .....	36
2.5 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES.....	38
2.6 REFERENTE TÉCNICO Y NORMATIVO .....	39
3. DISEÑO DETALLADO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS .....	40
3.1 CUADROS DE CARGAS FUTURAS .....	40
3.1.1 Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos .....	42
3.1.2 Análisis del Nivel de Tensión Requerido.....	43
3.1.3 Calculo del sistema de puesta a tierra .....	44
3.1.4 Cálculo de apantallamiento.....	44
3.1.5 Calculo de Conductores.....	45
3.1.6 La Selección de Acometidas.....	46

3.1.7 Verificación de los Conductores.....	47
3.1.8 Cálculo de Canalizaciones.....	47
3.1.9 Cálculos de Regulación .....	48
3.1.10 Clasificación de Áreas.....	48
3.1.11 Diagramas Unifilares.....	48
3.1.12 Montaje y Planos Eléctricos .....	50
3.1.13 Definición de Nuevas Rutas y Topología .....	53
3.1.14 Caracterización de Tablero de Baja Tensión .....	53
3.1.15 Definición de los Tableros de Distribución .....	54
3.1.16 Especificaciones Técnicas .....	56
3.2 CRITERIO DE MONITORIZACIÓN.....	56
4. DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN .....	60
5. PRESUPUESTO .....	63
6. RECOMENDACIONES.....	72
7. CONCLUSIONES .....	74
BIBLIOGRAFÍA.....	80

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. Plano general actualizado de las áreas de la zona antigua del PTG. ....	21
Figura 2. Incumplimiento de la norma técnica.....	26
Figura 3. Inventario de equipos por zona para un total de 823 equipos. ....	29
Figura 4. Ubicación y alimentación de las subestaciones eléctricas.....	31
Figura 5. Referente técnico para el criterio de diseño eléctrico .....	39
Figura 6. Resultados generales de iluminación, tableros finales de distribución y canaleta metálica .....	41
Figura 7. Resultados generales de tomacorrientes.....	41
Figura 8. Resultados generales de las salidas de comunicaciones. ....	42
Figura 9. Valores obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo.....	45
Figura 10. Esquema para la selección de los conductores.....	46
Figura 11. Selección de acometidas.....	47
Figura 12. Esquema con el unifilar de la instalación eléctrica diseñada. (Ver Anexo N).....	49
Figura 13. Red de comunicación. ....	50
Figura 14. Red regulada. ....	51
Figura 15. Red normal .....	52
Figura 16. Red iluminación. ....	53
Figura 17. Ubicación de los tableros de distribución.....	55
Figura 18. Central de medida de potencia y energía de la serie PM5100, Schneider Electric.....	57
Figura 19. Esquema unifilar de la conexión del TC y la central de medida.....	58
Figura 20. Plano en 3D de isolíneas.....	61
Figura 21. Plano Útil Isolíneas. ....	62
Figura 22. Valor máximo, medio y mínimo.....	62

## LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Registro de anomalías encontradas. (Anexo I) .....	24
Tabla 2. Disponibilidad de información arquitectónica y eléctrica para los distintos espacios de la zona antigua del PTG y las necesidades de actualización .....	27
Tabla 3. Distribución actual del TGBT. (Ver Anexo K) .....	32
Tabla 4. Resultados de la inspección de puesta a tierra de la torre de comunicaciones. (Ver Anexo D).....	33
Tabla 5. Estándar institucional .....	36
Tabla 6. Necesidades de infraestructura eléctrica y de comunicaciones .....	38
Tabla 7. Información de los sistemas de puesta a tierra .....	44
Tabla 8. Caracterización de tableros de baja tensión .....	54
Tabla 9. Caracterización de tableros de distribución .....	55
Tabla 10. Total de los medidores PM5100 a instalar .....	57
Tabla 11. Especificaciones técnicas, Central de medida de potencia y energía de la serie PM5100, Schneider Electric .....	59
Tabla 12. Niveles de iluminancia. ....	61
Tabla 13. Presupuesto de tableros en general. (Ver Anexo S) .....	63
Tabla 14. Presupuesto de acometidas. (Ver Anexo S) .....	64
Tabla 15. Presupuesto del sistema de iluminación. (Ver Anexo S).....	67
Tabla 16. Propiedades de salidas de tomacorrientes. (Ver Anexo S) .....	68
Tabla 17. Presupuesto del sistema de comunicaciones. (Ver Anexo S) .....	69
Tabla 18. Presupuesto de la infraestructura eléctrica. (Ver Anexo S).....	70
Tabla 19. Presupuesto del medidor PME 5100. (Ver Anexo S) .....	70
Tabla 20. Costo total de la implementación del rediseño. (Ver Anexo S) .....	71

## **LISTA DE ANEXOS**

(Ver carpeta anexa en el CD)

- Anexo A. Carta de solicitud de ingreso
- Anexo B. Registros de actividad
- Anexo C. Ficha de inspección SPT de la torre de comunicaciones
- Anexo D. Inventario de equipos por ambiente
- Anexo E. Fichas técnicas de equipos
- Anexo F. Inventario de salidas eléctricas
- Anexo G. Plantillas de necesidades por ambiente
- Anexo H. Registro fotográfico de anomalías
- Anexo I. Parámetros de diseño
- Anexo J. Diagrama unifilar del estado actual
- Anexo K. Memorias de cálculo
- Anexo L. Diagrama unifilar propuesto
- Anexo M. Plano eléctrico general de la red interna
- Anexo N. Resultados de simulación DIALUX
- Anexo O. Especificaciones técnicas
- Anexo P. Evaluación del nivel de riesgo por descargas atmosféricas
- Anexo Q. Presupuesto

## SIGLAS Y ABREVIATURAS

- Auditorio N.P.N:** Auditorio Nicanor Pinzón Neira
- CDT del Gas:** Centro de Desarrollo Tecnológico del Gas
- CEIAM:** Centro de Investigaciones Ambientales
- CIC:** Corporación para la Investigación de la Corrosión.
- CICAT:** Centro de Investigación en Catálisis
- CICTA:** Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos
- CIGP:** Grupo de Investigación del Gas y el Petróleo
- CINBIN:** Centro de Investigaciones en Biotecnología Industrial y Biotecnología Molecular
- CINTROP:** Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales
- CORASFALTOS:** Corporación para la Investigación y Desarrollo en Asfaltos
- ESSA:** Electrificadora de Santander S. A
- GIC:** Grupo de Investigación en Corrosión
- GIGBA:** Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada
- GINEM:** Grupo de Investigación en Enfermedades Infecciosas y Metabólicas
- GOTS:** Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales
- IPRED:** Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia
- NTC 2050:** Norma Técnica Colombiana 2050. Código Eléctrico Colombiano.
- PTG:** Parque Tecnológico de Guatiguará
- RETIE:** Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas
- RMN:** Resonancia Magnética Nuclear
- SPT:** Sistemas de puesta a tierra
- TD:** Tablero de Distribución
- TGBT:** Tablero general de baja tensión
- UIS:** Universidad Industrial de Santander
- URE:** Uso racional de la energía.
- V:** volts.
- VA:** volt-ampere.

## RESUMEN

**TÍTULO:** REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS ASOCIADAS A LOS AMBIENTES ACADÉMICOS, ADMINISTRATIVOS Y DE SERVICIOS DE LAS EDIFICACIONES ANTIGUAS DEL PARQUE TECNOLÓGICO GUATIGUARÁ

**AUTORES:** LILLIAM TERESA BELTRÁN SIERRA  
JOSÉ LUIS GUARÍN HENAO  
OVER ANDREY VELOSA CASTILLO\*\*

**PALABRAS CLAVE:** LEVANTAMIENTO, RETIE, INSTALACIÓN ELÉCTRICA, DISEÑO, GUATIGUARÁ.

### DESCRIPCIÓN

La realización de un rediseño de las instalaciones eléctricas de las edificaciones antiguas del Parque Tecnológico Guatiguará, tiene como objetivo modernizar, actualizar y acoger las instalaciones eléctricas a la normatividad vigente y satisfacer el estándar institucional, la proyección de la demanda y la adecuación de ambientes para contrarrestar el rezagamiento frente a las demás instalaciones del parque.

Este proyecto comprende un levantamiento del estado actual de la infraestructura eléctrica, donde se incluye registro fotográfico de anomalías e incumplimiento a la normatividad, y seguidamente se realiza la propuesta de diseño para éstos requerimientos y necesidades, basándose en el reglamento técnico para la realización de un diseño.

El planteamiento de rediseño incluye los cálculos mínimos exigidos por el RETIE se analizan factores adicionales que permiten dar mayor seguridad y fiabilidad al sistema. Se tienen en cuenta los cálculos que plantea el reglamento dirigiendo a la norma NTC 2050 y así mismo los planteados por la operadora de red ESSA. Al finalizar se obtiene el estudio económico y técnico de las instalaciones eléctricas y comunicación, viéndose reflejado mediante planos, esquemas y análisis de costos en los diferentes tipos de red y acometida, para garantizar en corto, mediano y largo plazo una infraestructura eléctrica y de comunicaciones segura, y conveniente para quienes la utilizan.

---

\* Trabajo de Grado

\*\*Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.  
Director: Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga.

## ABSTRACT

**TITLE:** REDESIGN OF ELECTRICAL INSTALLATIONS ASSOCIATED ACADEMIC, ADMINISTRATIVE AND SERVICE ROOMS OF THE OLD BUILDINGS GUATIGUARÁ TECHNOLOGICAL PARK\*

**AUTORES:** LILLIAM TERESA BELTRÁN SIERRA  
JOSÉ LUIS GUARÍN HENAO  
OVER ANDREY VELOSA CASTILLO\*\*

**PALABRAS CLAVE:** LIFTING, RETIE, INSTALLATION, DESIGN, GUATIGUARÁ.

## DESCRIPTION

The realization of the redesigning of the electrical installations in the old facilities of the Guatiguará Technological Park, aims to modernize, update and host the whole electrical installations complying to the current regulations and satisfying the institutional standard, the demand projected and the adaptation of environments to counteract the fact of not being up to date against the other facilities of the park.

This project includes a survey about the current state of the electrical infrastructure, which includes photo registry of anomalies and non-compliances with regulations, and then the design of proposals for these requirements and needs is made, based on the technical standards for the realization of this kind of designs.

The redesign approach includes the minimum calculations required by the RETIE and additional factors are analyzed that to give better security and reliability to the system installed. It considers the calculations issued by the regulation of the NTC 2050 and also by those proposed by the network operator ESSA. At the end, the economic and technical study of the electrical and communication installations is obtained, being reflected by model plans, blue prints, sketches, workframes and cost analysis on those different types of networks and connections, in order to guarantee in the short, medium and long term, a proper electrical infrastructure and safe and convenient communications for those who should use it.

---

\* Degree Work

\*\*Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Electrical Engineering, Electronics and Telecommunications. Director: Oscar Arnulfo Quiroga Quiroga.

## INTRODUCCIÓN

El Parque Tecnológico de Guatiguará (PTG) perteneciente a la Universidad Industrial de Santander (UIS), “... es hoy el proyecto urbanístico, tecnológico y empresarial más avanzado dentro de la política de parques tecnológicos establecida por el gobierno nacional”<sup>1</sup>. Con un total de 107.000 m<sup>2</sup> el PTG cuenta con laboratorios, edificios de investigación, aulas de clase, una cafetería, un auditorio, bodegas y en general, zonas dedicadas a la investigación y al desarrollo con un total de 23.200m<sup>2</sup> construidos, y con 3.040m<sup>2</sup> en proyección.

En los últimos 5 años, la UIS ha realizado proyectos de ampliación y repotenciación de la infraestructura eléctrica en la sede, como la subestación oriental de la zona antigua, la construcción del sistema eléctrico del edificio de investigaciones EDI fase 1, la construcción de las instalaciones eléctricas de la Litoteca Nacional y la construcción del sistema eléctrico para el portal de acceso. Las diferentes zonas que allí se encuentran necesitan de una estructura eléctrica potente, que sea fiable y que de pasó a futuros proyectos de ampliación y modernización.

No obstante, la zona antigua del PTG, que para inicios de 2016 contaba con una carga instalada de 600 kVA, y que actualmente se encuentra en proceso de repotenciación y ampliación a 1 MVA, es hoy por hoy un área rezagada en términos energéticos frente al centro de investigación, el portal de acceso, y las demás áreas. En esta zona, las instalaciones eléctricas se encuentran saturadas, presentan anomalías técnicas e incumplimiento del RETIE<sup>2</sup>, por esta razón, surgió la necesidad de realizar un proyecto de rediseño, que garantice la solución a los problemas presentados.

---

<sup>1</sup> UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Presentación del Parque Tecnológico Guatiguará. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/guatiguara>

<sup>2</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE COLOMBIA, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Resolución No. 9 0907 del 25 de octubre de 2013.

En el presente trabajo de grado se muestran las necesidades de mejora de las instalaciones eléctricas de la zona antigua del PTG y se desarrolla una propuesta de rediseño que permitirá contar con un sistema eléctrico seguro y confiable dentro del marco de la reglamentación vigente.

En el primer capítulo de éste documento se muestra el estado actual de las instalaciones eléctricas y se realiza una revisión general de la infraestructura civil, donde se plantea la problemática que estas presentan. En el segundo capítulo se determina la información necesaria como base para el rediseño de las instalaciones eléctricas, se identifican las necesidades de mejora, la reglamentación vigente y los parámetros de diseño. En el tercer capítulo se realiza la propuesta de rediseño siguiendo las exigencias del RETIE<sup>3</sup>, iniciando por el desarrollo de los cuadros de cargas futuras, cálculo del sistema de puesta a tierra, cálculo de conductores, etc. y seguidamente se sugiere el criterio de monitorización. En el cuarto capítulo se hace el diseño de iluminación basado en las exigencias del RETILAP<sup>4</sup> de acuerdo a las diferentes áreas e iluminarias a utilizar. En el quinto capítulo se realiza un análisis de precios unitarios para establecer el presupuesto del rediseño. En el sexto capítulo se realizan las observaciones que surgen en el desarrollo del proyecto. En el séptimo capítulo se mencionan las recomendaciones adicionales. Por último, en el octavo capítulo se hace el resumen general del proyecto mediante unas conclusiones.

---

<sup>3</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE COLOMBIA, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Resolución No. 9 0907 del 25 de octubre de 2013.

<sup>4</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA COLOMBIA, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). Resolución No 180540 del 30 de marzo de 2010.

## **1. REVISIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS LA ZONA ANTIGUA DEL PTG**

En este capítulo, se presenta en detalle el estado actual de las instalaciones eléctricas asociadas a los ambientes académicos y administrativos de la zona antigua del PTG.

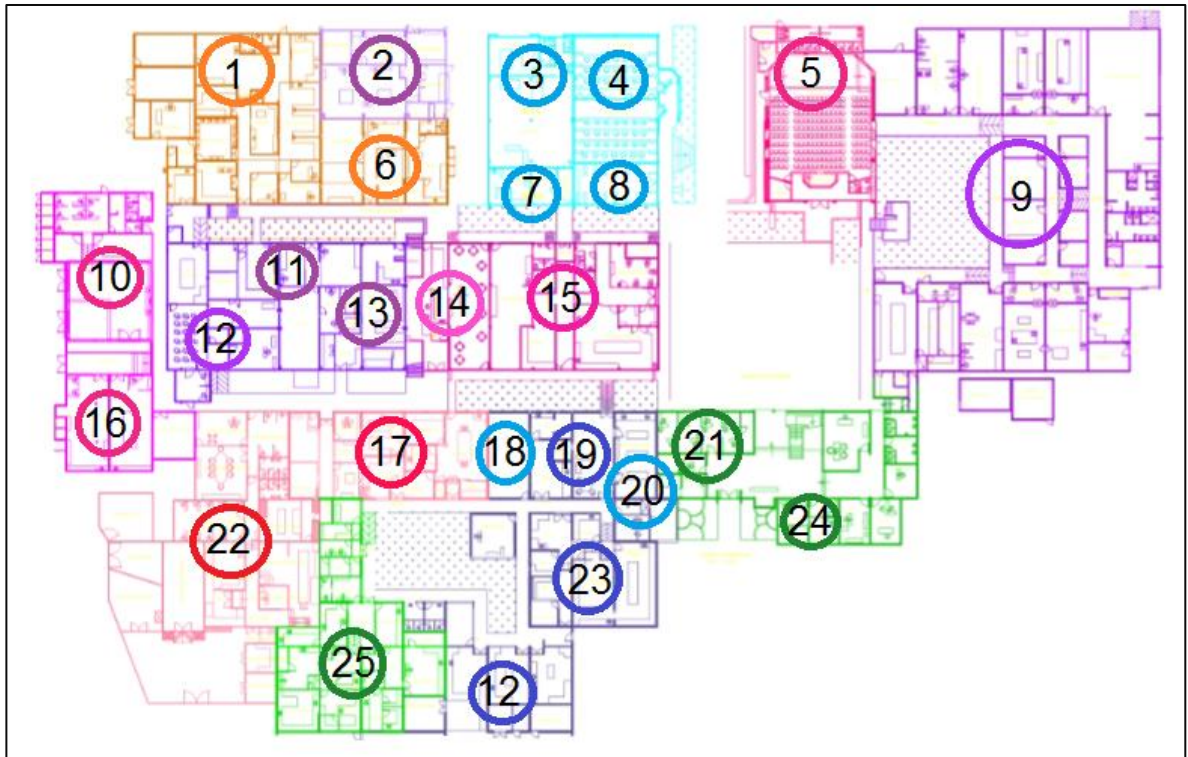
Teniendo en cuenta que los planos arquitectónicos de la zona estaban desactualizados y no había información oficial sobre las instalaciones eléctricas ni de comunicaciones, fue necesaria la realización del levantamiento en sitio de la mayor parte de la información.

### **1.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA ZONA ANTIGUA**

La zona antigua está ubicada en zona rural donde no hay viviendas familiares construidas cerca, adicionalmente es un espacio donde hay alta concentración de personas. Cuenta con 14 centros de investigación y 1 corporación los cuales están compuestos por laboratorios donde se usan químicos y gases inflamables, salas de computo, oficinas y sala de reuniones; además de 1 cafetería, 1 auditorio y 3 aulas de clase. En la figura 1 se muestra en detalle la ubicación de las diferentes zonas de la parte antigua, tal y como sigue:

1. Centro de Investigación en Catálisis (CICAT). Es un grupo de investigación interdisciplinario, perteneciente a la Universidad Industrial de Santander, donde se desempeñan trabajos de investigación para estudiantes pregrado, maestría y doctorado en ingeniería química.
2. Resonancia Magnética Nuclear (RMN). Laboratorio perteneciente a la Universidad Industrial de Santander, que ofrece el servicio de espectrometría con fines de docencia, investigación y desarrollo de la industria en Colombia

Figura 1. Plano general actualizado de las áreas de la zona antigua del PTG.



3. Grupo de Óptica y Tratamiento de Señales (GOTS). Grupo de investigación de la escuela de física de la Universidad Industrial de Santander donde se realiza procesamiento óptico con materiales fotorefractivos, tratamiento híbrido de señales, procesamiento de señales entre otros.
4. Aula 102 Y 103.
5. Auditorio Nicanor Pinzón Neira.
6. Grupo de geología. Laboratorio de investigación de la escuela de geología de la Universidad Industrial de Santander.
7. Grupo de Investigación en Geología Básica y Aplicada (GIGBA). Grupo de investigación perteneciente a la escuela de geología de la Universidad Industrial de Santander.
8. Aula 101.
9. Corporación para la investigación de la corrosión (CIC).

10. Grupo de Investigación del Gas y el Petróleo (CIGP). Grupo de investigación perteneciente a la escuela de petróleos de la Universidad Industrial de Santander para uso general de la escuela con ámbitos académicos, para investigación y desarrollo de tesis de pregrado.
11. Centro de Desarrollo Tecnológico del Gas (CDT del Gas). Entidad de derecho privado y participación mixta en modalidad de arriendo por medio de contrato con la Universidad Industrial de Santander.
12. Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia (IPRED). Aulas de clase para la educación a distancia de la Universidad Industrial de Santander.
13. Centro de Investigaciones Ambientales (CEIAM). Laboratorio de aguas y residuos peligrosos que presta sus servicios de monitoreo y realización de análisis de aguas superficiales, subterráneas entre otros.
14. Cafetería.
15. Grupo de Investigación en Corrosión (GIC). Grupo de investigación donde laboran estudiantes de pregrado de la escuela de química, para la realización de la tesis y para estudiantes de maestría y proyectos de investigación.
16. Grupo de petróleos. Laboratorios de la escuela de petróleos de la Universidad Industrial de Santander.
17. Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos (CICTA). Pertenece a la escuela de química de la UIS, está enfocado en la investigación y uso de prácticas de estudiantes de pregrado y maestría.
18. Sala de Juntas.
19. Grupo de Investigación en Enfermedades Infecciosas y Metabólicas (GINEM).
20. Monitoreo y Control. Oficinas y área general de las personas encargadas de la seguridad del parque.
21. Administración. Oficinas donde labora el personal a cargo del mantenimiento y operación de la sede.
22. Corporación para la Investigación y Desarrollo en Asfaltos (CORASFALTOS). Corporación independiente por medio de contrato en modalidad de arriendo

efectuado con la Universidad Industrial de Santander para la investigación con temas referentes a la infraestructura vial.

23. Centro de Investigaciones en Biotecnología Industrial y Biotecnología Molecular (CINBIN). Grupo perteneciente a la escuela de Biología de la UIS, tiene fines educativos y de investigación para estudiantes de pregrado, maestría y doctorado.

24. Oficinas profesores CINTROP.

25. Centro de Investigaciones en Enfermedades Tropicales (CINTROP). Grupo de investigación de la escuela de medicina de la Universidad Industrial de Santander enfocándose en enfermedades transmitidas al humano por insectos.

En total son más de 3000m<sup>2</sup> construidos donde en un día normal pueden estar presentes más de 250 personas


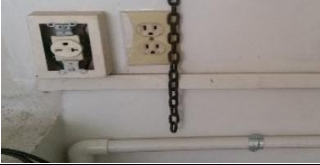




## **1.2 ESTADO ACTUAL DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

Mediante las visitas realizadas al PTG (Ver Anexo B), a cada aula, a cada corporación, a cada centro de investigación y a los demás ambientes que se encuentran en la parte antigua del PTG, se realizó una inspección preliminar de las instalaciones eléctricas y de comunicaciones en general, donde se revisó de manera general el estado actual de los tomacorrientes, tableros de distribución, luminarias y salidas de comunicaciones.

En la Tabla 1 se identifican algunas de las anomalías encontradas, las cuales se distribuyen por zonas y se les hace una observación del incumplimiento del reglamento el cual se evidencia mediante imágenes en sitio captadas.

Tabla 1. Registro de anomalías encontradas. (Anexo H)

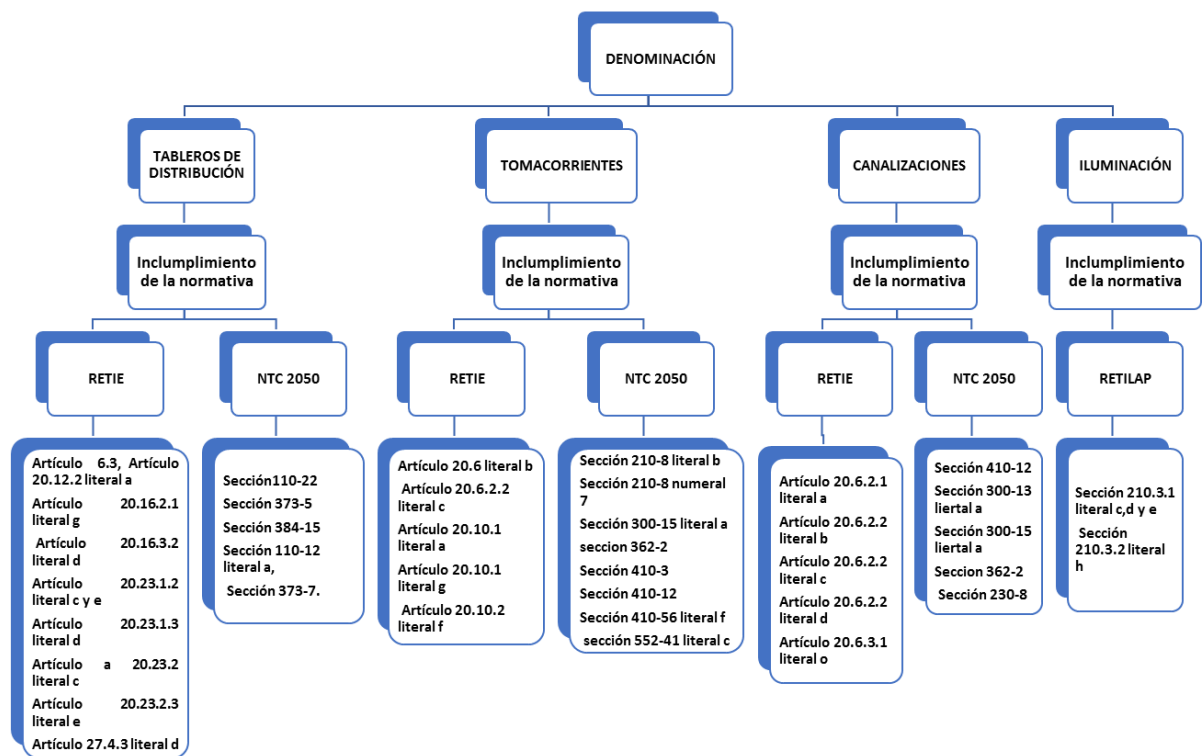
LUGAR/ IMAGEN	OBSERVACIONES
<p style="text-align: center;"><b>CICTA</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El tablero de distribución se encuentra en un alto grado de deterioro.</li> <li>-El encerramiento metálico se encuentra desajustado y no puesto en el tablero para cumplir con su función.</li> <li>-Las partes externas no se encuentran debidamente aterrizadas.</li> <li>-No se observa en el tablero de distribución el barraje de puesta a tierra.</li> <li>-Ni los barrajes ni los conductores están debidamente identificados con el código de colores.</li> <li>-Los medios de desconexión no estan rotulados, no indican su objetivo.</li> <li>-No existe suficiente espacio entre los conductores.</li> <li>-El tablero de distribución está expuesto a los efectos de la humedad constantemente.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>CINBIN</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Las aberturas no utilizadas no brindan una protección debido a que no están cerradas eficazmente.</li> <li>-Algunos de los interruptores no indican su objetivo y los rotulos que se encuentran no son suficientemente durables para que soporten las condiciones ambientales.</li> <li>-Los interruptores no tienen adheridos datos como: marca registrada del productor, tensión nominal de operación y la corriente nominal a interrumpir.</li> <li>-La caja metálica no está conectada sólidamente a tierra.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>GOTS</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>-El tablero de distribución se encuentra en un alto grado de deterioro.</li> <li>-No tiene un encerramiento metálico</li> <li>-No se observa el barraje de puesta a tierra.</li> <li>-Ni los barrajes ni los conductores están debidamente identificados con el código de colores.</li> <li>-Los medios de desconexión no estan rotulados.</li> <li>-Se observa la instalación de un interruptor en un espacio indebido ya que no se cuenta con la capacidad ni con las condiciones para su instalación.</li> <li>-No existe suficiente espacio entre los conductores.</li> </ul>

LUGAR/ IMAGEN	OBSERVACIONES
<p style="text-align: center;"><b>GIMBA</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Canaleta plástica con un alto grado de deterioro.</li> <li>-Conductores expuestos a daños químicos y mecánicos, humedad y partículas corrosivas.</li> <li>-Tomacorriente de 220 V en mal estado y expuesto a vapores corrosivos.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>CINTROP</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Tomacorriente de 220 V con sus partes energizadas expuestas al contacto.</li> <li>-Tomacorrientes instalados cerca de una tubería de agua sin interruptor de circuito por falla (GFCI).</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>CIGP</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Salida de voz y datos en mal estado</li> <li>-No se observa una separación física de los conductores de potencia y los conductores de comunicaciones.</li> <li>-En la canalización, se hace de forma incorrecta un empalme y una derivación para la salida de voz y datos.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>GRUPO DE GEOLOGÍA</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empleo de multitoma con uso permanente.</li> <li>- Multitoma con conectores expuestos al contacto.</li> <li>- Multitoma sin referencia técnica.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>CINBIN</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iluminación que no cuenta con mantenimiento preventivo.</li> <li>- Las luminarias no se encuentran instaladas acorde con el diseño original para el que fueron diseñadas.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>CEIAM</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Iluminación con alto grado de deterioro.</li> <li>- Iluminación sin mantenimiento preventivo.</li> </ul>

En total se identificaron 87 anomalías (Ver Anexo H), las cuales requieren revisión en detalle y que dan pie a la implementación de una propuesta de rediseño que supla el deterioro de las instalaciones eléctricas en general.

En la Figura 2 se muestran los apartados de la normatividad vigente los cuales son incumplidos por las instalaciones eléctricas en general del PTG. La inspección visual se realizó a tableros de distribución, iluminación (bombillos e interruptores), tomacorrientes y sistema de comunicación. El análisis detallado descrito por medio de niveles de riesgo que se describen en la siguiente sección, se muestra en el Anexo H, mediante la inspección visual en sitio.

Figura 2. Incumplimiento de la norma técnica



**1.2.1 Estado actual de las instalaciones y planos arquitectónicos.** En los planos existentes no se han realizado las actualizaciones que se han dado en zonas de laboratorios, ni la reestructuración de cubículos tipo oficina o los cambios en mesones fijos por lo cual se procede a realizar un ajuste a los planos arquitectónicos con los que cuenta el personal de planta física de la Universidad Industrial de Santander.

En la Tabla 2 se identifican los ajustes necesarios de acuerdo con el estado actual de la infraestructura.

Tabla 2. Disponibilidad de información arquitectónica y eléctrica para los distintos espacios de la zona antigua del PTG y las necesidades de actualización

Lugar	Planos de la estructura arquitectónica actualizados.		Disponibilidad de planos de la infraestructura Eléctrica	
	SI	NO	SI	NO
Subestación		✓		✓
R.M.N	✓			✓
GINEM	✓			✓
CINTROP		✓		✓
CDT del Gas		✓		✓
Cafetería		✓		✓
GIC		✓		✓
CIGP		✓		✓
Administración		✓		✓
CORASFALTOS		✓		✓
CIDELAC		✓		✓
CINBIN		✓		✓
AUDITORIO N.P.N		✓		✓
Aulas de clase		✓		✓
GOTS		✓		✓
GIGBA		✓		✓
Grupo de		✓		✓

Lugar	Planos de la estructura arquitectónica actualizados.		Disponibilidad de planos de la infraestructura Eléctrica	
	SI	NO	SI	NO
Geología				

Acorde con la Tabla 2, a nivel de planos de la infraestructura arquitectónica se cuenta con solo 2 planos actualizados de 17 zonas de la parte antigua del PTG, es decir que la mayoría de planos requieren ser actualizados. Para ninguna de dichas zonas se cuenta con planos eléctricos, diagramas unifilares o esquemas en general que permitan dar cumplimiento a la norma y que sirvan de guía para trabajos técnicos de la infraestructura.

En general las instalaciones eléctricas de la parte antigua se encuentran en deterioro. El diseño de iluminación no cuenta con mantenimiento preventivo, lo cual genera deficiencia en los niveles de iluminación de la mayoría de los espacios. Se identificaron más de 30 anomalías en la iluminación, donde se evidencia principalmente, la falta de bombillos, la deficiencia en los plafones, balastros, y portalámparas, así como corrosión y el bajo rendimiento de las luminarias en general. Los tomacorrientes y tableros de las diferentes zonas se encuentran en alto grado de deterioro, con cables expuestos, corrosión, tapas en mal estado, o algunos de estos que ya no cumplen con su debido uso. Se observa el uso frecuente de regletas o multitomas debido a que no tienen un diseño de infraestructura eléctrica acorde con las necesidades de cada ambiente.

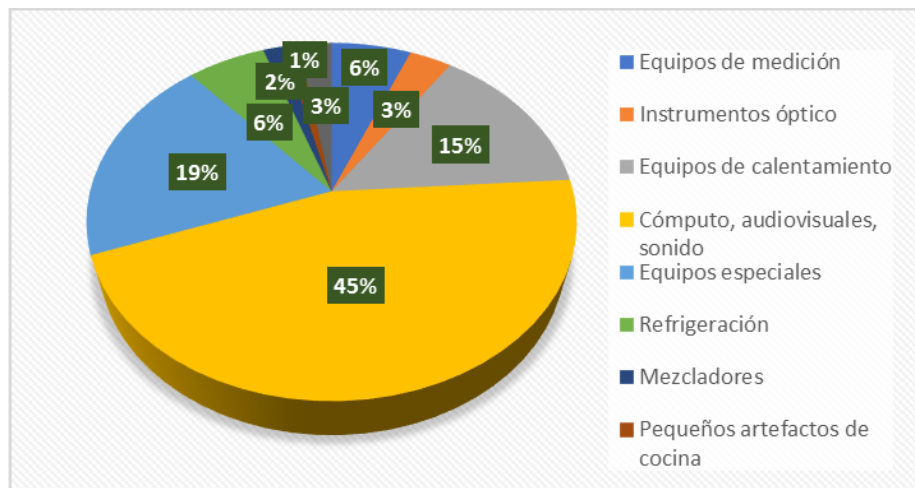
## 2. INFORMACIÓN BASE PARA EL REDISEÑO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En este capítulo se reunió toda la información necesaria para dar paso a un diseño repotenciado, que supla todas las necesidades eléctricas, que tenga en cuenta los requerimientos del ambiente y de los equipos, que permita proyectar las instalaciones eléctricas a los avances tecnológicos y al crecimiento de la demanda, los requerimientos técnicos que son de obligatorio cumplimiento, así como el estándar institucional permiten implementar un diseño seguro y que se adapta a las demás instalaciones del PTG.

### 2.1 INVENTARIO DE CARGAS Y LOCALIZACIÓN DE SALIDAS

Los equipos que requieren suministro eléctrico para su funcionamiento están disponibles en los diferentes espacios revisados y se dividieron en 8 categorías como se muestra en la Figura 3. El listado detallado de equipos se puede consultar en el Anexo D.

Figura 3. Inventario de equipos por zona para un total de 823 equipos.



Se observa que los equipos de cómputo, audiovisuales y de sonido, representan el 45% del total de equipos identificados donde se destacan principalmente computadores, impresoras, y proyectores. Con un 19% se encuentran los equipos de calentamiento entre los cuales están las planchas calefactoras, las incubadoras, y otros equipos que requieren de gran consumo de corriente eléctrica. Con un 15% están los equipos de medición que representan las balanzas analíticas. Luego con un 6% se encuentran los equipos especiales los cuales se encuentran respaldados por una UPS con el fin de no interrumpir las labores de investigación. Los instrumentos ópticos, equipos de refrigeración, mezcladores y pequeños artefactos de cocina, representan en conjunto el 21% restante.

En algunas zonas se encontraron equipos que no tienen datos de placa que permitieran conocer una descripción detallada de estos, ya sea porque se encuentran en alto grado de deterioro o porque son equipos fabricados en sitio para suplir ciertos requerimientos. Para los demás equipos se buscaron las fichas técnicas que describen con más detalle las funciones y las características especiales de su instalación (Ver Anexo E)

## **2.2 LOCALIZACIÓN DE TOMACORRIENTES Y SALIDAS DE DATOS.**

Se elaboraron los planos eléctricos (Ver Anexo F) donde se muestra en detalle la ubicación de las salidas eléctricas y de comunicaciones existentes. Se hizo un estudio de la zona con el fin de plantear un diseño acorde con el entorno y el tipo de ambiente.

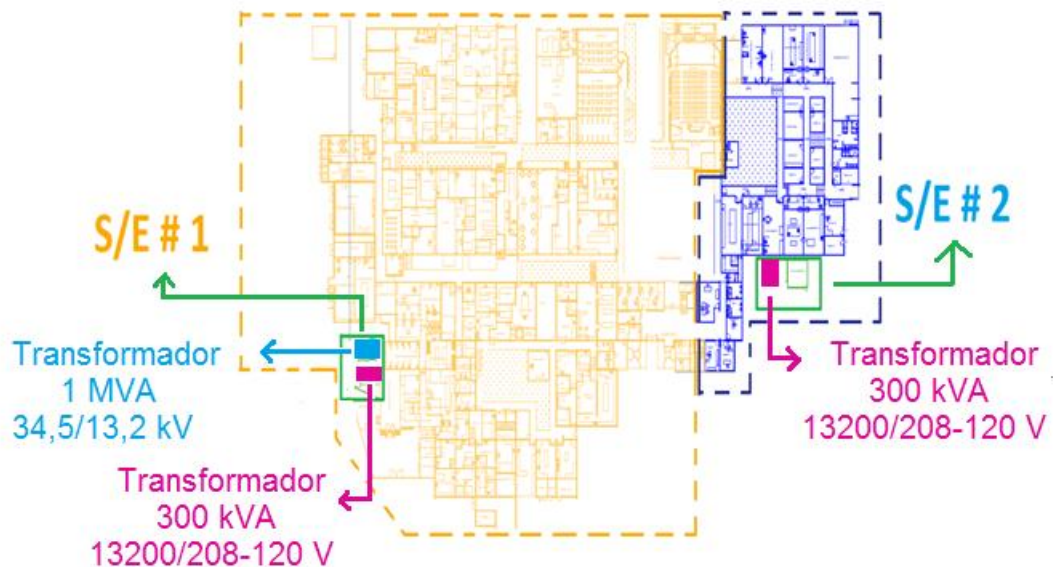
Se realizó una visita detallada a cada área, junto con el personal a cargo del sitio con el fin de evaluar proyectos futuros, proyección de instalación de equipos y la proyección de demanda que tengan en los próximos años. Adicionalmente se

identificaron detalles u obstáculos a tener en cuenta en el momento de la realización del diseño, o de su implementación.

### 2.3 SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

En la Figura 4 se muestra la ubicación de la subestación de la zona antigua, incluye dos transformadores, cada uno de 300 kVA 13200/208-127.

Figura 4. Ubicación y alimentación de las subestaciones eléctricas



En las visitas realizadas también se identificó la saturación del tablero principal de distribución, donde se evidencia un total de 19 totalizadores para 19 acometidas posibles lo que impide la proyección de equipos especiales, de laboratorios y de la zona en general. En la tabla 3, se muestra la distribución actual del tablero general de baja tensión ubicado en la subestación 1 aguas abajo del transformador de 300 kVA.

Tabla 3. Distribución actual del TGBT. (Ver Anexo J)

Tablero general de baja tensión		
Acometidas (existentes)	Protecciones (existentes) [A]	Totalizador (existente)
Bodega enfriador	3x40	3x(250-630) A
CIDELAC	3x40	
Análisis petrofísico	3x60	
Proyecto CORASFALTOS	3x80	
CDT y gas Compresor	3x80	
Telefónica	3x100	
CDT del Gas primer piso	3x125	
CORASFALTOS 1	3x175	
CORASFALTOS 2	3x250	
Tablero cafetería pasillo norte	3x400	
Oficina CDT	3x50	
Subestación costado oriental	3x60	
Cuarto de neveras	3x80	
Cafetería # 2	3x400	
GIC	3x150	
Varios	3x80	
Alumbrado público en vías	3x40	
UPS	3X230	
UPS	3X225	

**2.3.1 Puesta a Tierra.** El sistema de puesta a tierra de la zona antigua cuenta con dos mallas, una ubicada en la torre de la antena de comunicaciones y la otra en la subestación principal. El estado actual del sistema de puesta a tierra se describe en el Anexo C, donde se encuentran en detalle los resultados de la inspección del sistema de puesta a tierra requerido por el RETIE<sup>5</sup>.

<sup>5</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE COLOMBIA, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Resolución No. 9 0907 del 25 de octubre de 2013.

Tabla 4. Resultados de la inspección de puesta a tierra de la torre de comunicaciones. (Ver Anexo C)

REGISTRO DE MEDIDA DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	RETIE ARTÍCULO 15.4 TABLA 15.4 <sup>6</sup>	CUMPLE	NO CUMPLE
	Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda, resistencia de puesta a tierra menor a 20 Ω.	✓	

Mediante la utilización del telurómetro se realizó la medida de resistencia correspondiente a la puesta a tierra de la torre de comunicaciones, se obtuvo un valor aproximado de 5 Ω cumpliendo con la exigencia del RETIE<sup>7</sup> de un valor menor a 20 Ω para una torre como la que se encuentra en la zona antigua del PTG.

## 2.4 PARÁMETROS DE DISEÑO

Se establecieron los parámetros de diseño que cumplen con el estándar institucional, con el entorno y con las exigencias de la reglamentación vigente, con el fin de dar una solución a las necesidades eléctricas encontradas y hacer una proyección de la demanda del PTG.

<sup>6</sup> UIS. Presentación del Parque Tecnológico Guatiguará. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/guatiguara>.

<sup>7</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE COLOMBIA, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Resolución No. 9 0907 del 25 de octubre de 2013.

Acorde con la distribución de ambientes encontrados en el PTG se establecen diferentes tipos que identifican plenamente las necesidades eléctricas que se pueden encontrar.

**Laboratorios:** La mayor parte de las zonas pertenecientes a la parte antigua del PTG son áreas con fines de investigación y trabajo con químicos, los cuales se deben manejar de tal forma que siempre se garantice la seguridad de las personas que allí frecuentan. Por tal motivo se deben implementar accesorios y equipos eléctricos que lleven las protecciones adecuadas, como tomacorrientes tipo GFCI, iluminación con lámparas encapsuladas que no permitan el deterioro de éstas debido al uso de diferentes químicos en el área de instalación, distribución de tomacorrientes que impida el uso de extensiones permanentes y tubería que impida fallas eléctricas de cualquier tipo especialmente causadas por deterioro debido a la exposición de químicos.

**Oficinas / sala de cómputo/ sala de juntas:** La iluminación en este tipo de ambiente es primordial con la intención de no permitir el cansancio de la vista y así mismo amenizarlo de manera adecuada. La mayor parte de las oficinas del PTG cuentan con cielo raso lo que permite el uso de paneles cuadrados empotrados. Adicionalmente hay una continua prestación del servicio eléctrico para realizar labores importantes con el uso de computadores, lo que posibilita la implementación de tomacorrientes regulados para tener el respaldo del sistema eléctrico en caso de que haya una interrupción de energía como suele pasar. Para la distribución de energía a los equipos de oficina, se implementa canaleta tipo metálica que permite el fácil acceso a diferentes puestos de trabajo y a la vez protegen de manera adecuada las instalaciones eléctricas. Adicionalmente, en las oficinas se ve la necesidad de implementar una gran cantidad de salidas de comunicaciones (voz y datos).

**Aulas de clase:** En este ambiente se tienen condiciones similares a las mencionadas anteriormente, debido a la importancia de una adecuada iluminación, que permita la lectura de documentos por parte de los estudiantes de manera prolongada y la lectura del tablero de manera cómoda. Adicionalmente debe contar con características especiales en algunas partes del aula, como la conexión ininterrumpida para el uso de proyectores y de computadores por parte de la docencia. Al igual que en las oficinas se puede utilizar canaleta metálica para la distribución adecuada de las salidas eléctricas.






**Pasillos y zonas comunes:** En pasillos y zonas comunes se deben tener en cuenta protecciones eléctricas que permitan desarrollar actividades al aire libre y que aseguren la integridad de las personas ante una falla eléctrica. Los tomacorrientes son para uso en intemperie, estos estarán sometidos a la lluvia o salpicaduras de agua. En este ambiente se distribuye la mayor parte del cableado eléctrico sin exposición a químicos, por lo que se usa bandeja portacables tipo malla que permite el abastecimiento de energía y permite la distribución de manera rápida y eficiente a través de él. Los tableros de distribución que se usan en pasillos deben contar con las medidas de seguridad necesarias para permitir la correcta distribución e implementación de protecciones. La mayoría de las luminarias en el ambiente deben contar con protección externa que permita el uso bajo lluvia, polvo y que armonice el entorno, teniendo en cuenta el URE se debe contar con dispositivos de encendido y apagado de acuerdo al horario.

**Baños y zonas de servicio:** Como medida principal en las zonas de servicio se deben implementar equipos de protección contra agua como tomas GFCI que permitan el uso de aparatos eléctricos de manera segura cerca de zona de lavado. Adicionalmente la iluminación no es tan estricta en este ambiente y las canalizaciones se deben seleccionar de manera que amenice el lugar.

**Auditorio:** La iluminación debe diseñarse de acuerdo a este tipo de ambiente y a su vez que permita la realización de los diferentes tipos de actividades que se puedan presentar. Para el uso continuo sin interrupciones de energía, los proyectores y equipos de presentación se respaldan por medio de la red regulada.



**2.4.1 Estándar institucional.** Se presentan las diferentes salidas eléctricas, salidas de comunicaciones, interruptores, canalizaciones y tableros de baja tensión. Estos parámetros de diseño se establecen mediante una visita realizada al edificio de investigaciones del PTG (Ver Anexo B) guiada por la Ingeniera, Lesly Johana Muñoz (profesional de apoyo del PTG).

Tabla 5. Estándar institucional

<b>TOMACORRIENTES</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Imagen</b>	<b>Marca</b>	<b>Tipo de ambiente</b>	<b>Observación</b>
Normal 110 V		Leviton Schneider	-Laboratorios -Aulas de clase -Oficinas, salas de cómputo y sala de juntas	
GFCI 110 V		Leviton Schneider	-Laboratorios -Pasillos y servicios comunes -Baños y zonas de servicio	
Regulado 110 V		Leviton Schneider	-Laboratorios -Aulas de clase -Oficinas, salas de cómputo y sala de juntas	
Normal 220 V		Leviton Schneider	-Laboratorios	
Trifásico 208 V		Leviton Schneider	-Laboratorios	

<b>LUMINARIAS</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Imagen</b>	<b>Marca</b>	<b>Tipo de ambiente</b>	<b>Observación</b>
Lámpara Panel		LENS ILTEC	-Aulas de clase -Oficinas, salas de cómputo y sala de juntas	-Se debe realizar el diseño de iluminación en Dialux teniendo en cuenta el RETILAP <sup>8</sup> .
Lámpara de tubos led hermética		LENS ILTEC	-Laboratorios -Aulas de clase -Pasillos y servicios comunes	-Para oficinas, salas de juntas y auditorio se permite diseño de iluminación según el criterio del diseñador.
Bombillo led o bala led		LENS ILTEC	-Aula de clase -Pasillos y servicios comunes -Baños y zonas de servicio	
<b>CANALIZACIONES</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Imagen</b>	<b>Marca</b>	<b>Tipo de ambiente</b>	<b>Observación</b>
Tubería metálica galvanizada a IMC		Cualquiera que esté certificada.	-Laboratorios -Aulas de clase -Oficinas, salas de cómputo y sala de juntas -Baños y zonas de servicio	Tubería galvanizada tipo EMT es permitida por el reglamento, pero de acuerdo con el estándar institucional se selecciona la tubería metálica galvanizada tipo IMC.
Tubería metálica galvanizada a EMT		Cualquiera que esté certificada.	-Aulas de clase -Oficinas, salas de cómputo y sala de juntas	
Bandeja porta cable metálica		Cualquiera que esté certificada.	-Pasillos y servicios comunes	
Canaleta Metálica		Cualquiera que esté certificada.		

<sup>8</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA COLOMBIA, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). Resolución No 180540 del 30 de marzo de 2010.

<b>SALIDAS DE COMUNICACIONES</b>				
<b>Tipo</b>	<b>Imagen</b>	<b>Marca</b>	<b>Tipo de ambiente</b>	<b>Observación</b>
<b>Sencillo RJ 45 7A</b>		Siemón AMP	-Laboratorios -Aulas de clase -Oficinas, salas de cómputo y sala de juntas	
<b>Cable UTP</b>		Siemón AMP Similar	-Laboratorios -Aulas de clase -Oficinas, salas de cómputo y sala de juntas	

## 2.5 IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES

En el Anexo G se evidencia la información recopilada de las necesidades eléctricas y de comunicaciones que se presentan en la zona antigua, esta recopilación se hizo para cada ambiente obteniendo un total de 122 plantillas. Dentro de las necesidades en cuestión se encuentran: diseño de infraestructura de tomacorrientes para equipos, para computadores y equipos móviles, diseño de iluminación para oficinas, salas de reuniones, aulas de clase, auditorio, cafetería, baños y laboratorios, diseño de puntos de acceso a la red para puestos de trabajo y laboratorios, por último, salidas de voz para oficinas. En la tabla 6 se hace un balance general de las necesidades encontradas en la zona antigua.

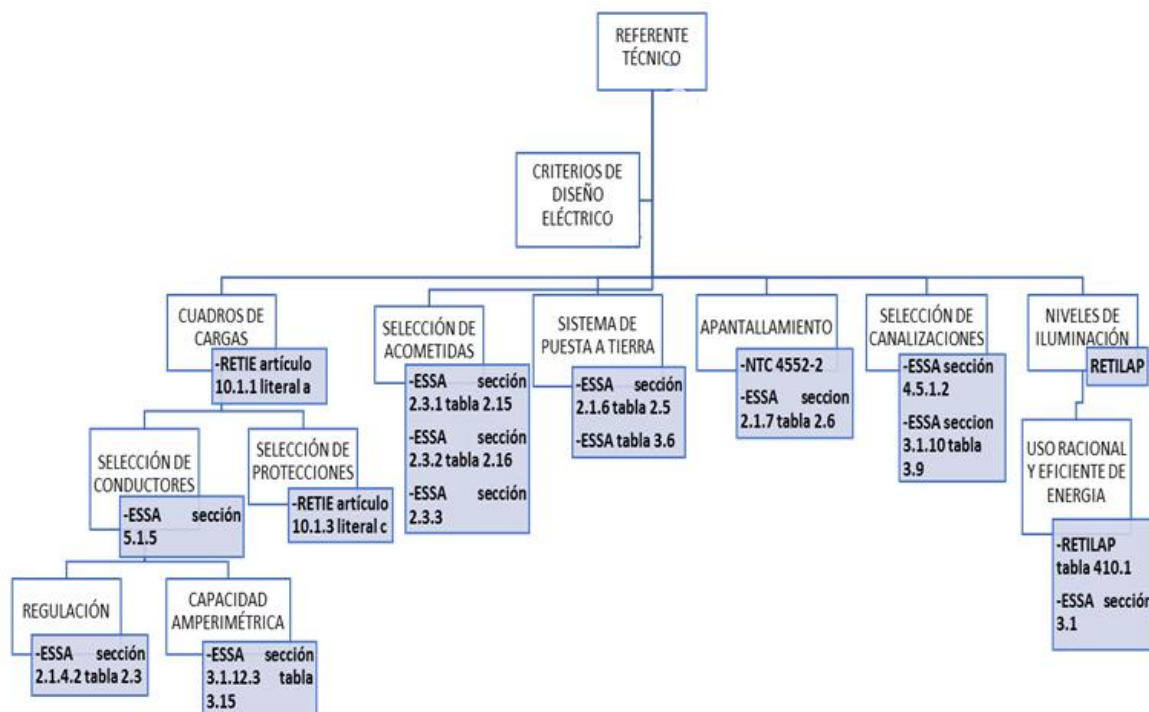
Tabla 6. Necesidades de infraestructura eléctrica y de comunicaciones

<b>Requerimiento</b>	<b>Total</b>
Tomacorrientes normales 110 V	1197
Tomacorrientes regulados 110 V	414
Tomacorrientes 220 V	217
Salida sencilla de datos	73
Salida de voz y datos	122
Rack de comunicaciones	12
Bala de techo led	174
Panel led 60x60 cm	338
Led 82x120 cm	695
Led 30x60 cm	119

## 2.6 REFERENTE TÉCNICO Y NORMATIVO

En la figura 5 se muestra el referente técnico y normativo utilizado, donde se identifica el procedimiento para el diseño de una instalación tipo comercial, con ambientes académicos y con laboratorios especiales al tener presencia de químicos y gases inflamables. Éste referente exigido por el RETIE<sup>9</sup>, da paso a otras normas como la del distribuidor local ESSA<sup>10</sup> y a la NTC 2050<sup>11</sup> donde se describe en detalle el procedimiento y los cálculos matemáticos necesarios para realizar el diseño.

Figura 5. Referente técnico para el criterio de diseño eléctrico



<sup>9</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE COLOMBIA, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Resolución No. 9 0907 del 25 de octubre de 2013.

<sup>10</sup> ESSA. Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución. 2005, Bucaramanga, Colombia.

<sup>11</sup> ICONTEC. Norma NTC 2050. CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. 2002, Bogotá. Colombia.

### **3. DISEÑO DETALLADO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

Basado en el artículo 10.1 del RETIE<sup>12</sup>, se realiza el procedimiento en detalle de los requisitos mínimos que aplican para el rediseño de la zona antigua del PTG los cuales se describen a continuación.

#### **3.1 CUADROS DE CARGAS FUTURAS**

Con los resultados obtenidos en la metodología se realizan los cuadros de carga, los cuales describen en su totalidad la zona antigua del PTG (sin incluir CIC). Se definen las luminarias, los tomacorrientes de 110 V, 220 V y GFCI que se encuentran en los diferentes ambientes, adicionalmente se incluye la instalación de 13 circuitos especiales para alimentar aparatos eléctricos que requieren una instalación de alta potencia.

En la Figura 6 se muestra el total de salidas de iluminación, tableros de distribución y canaleta metálica que serán utilizados en la implementación del diseño. En la Figura 7 se especifica el total de cada uno de los tomacorrientes a ser instalados. Por último, en la Figura 8 se detalla el total de las salidas de comunicaciones.

---

<sup>12</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE COLOMBIA, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Resolución No. 9 0907 del 25 de octubre de 2013.

Figura 6. Resultados generales de iluminación, tableros finales de distribución y canaleta metálica

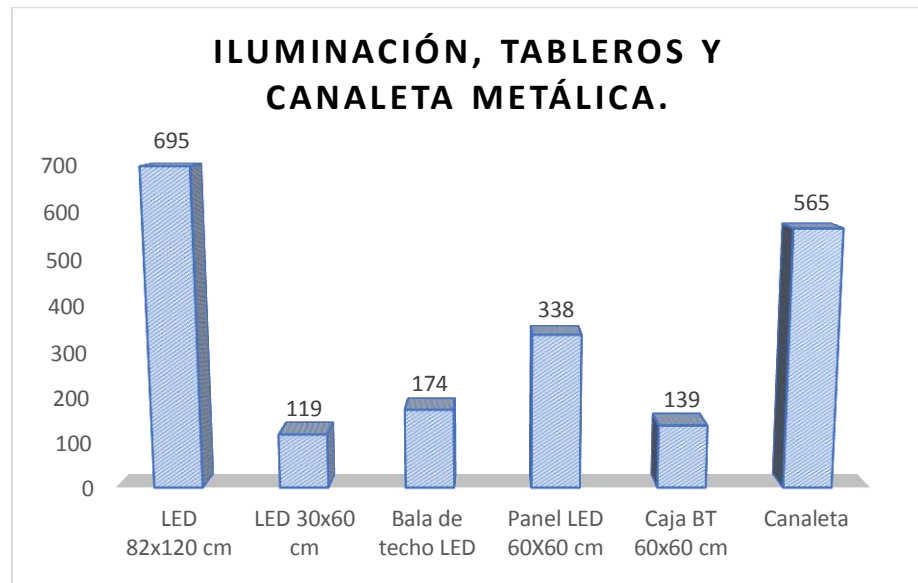


Figura 7. Resultados generales de tomacorrientes.

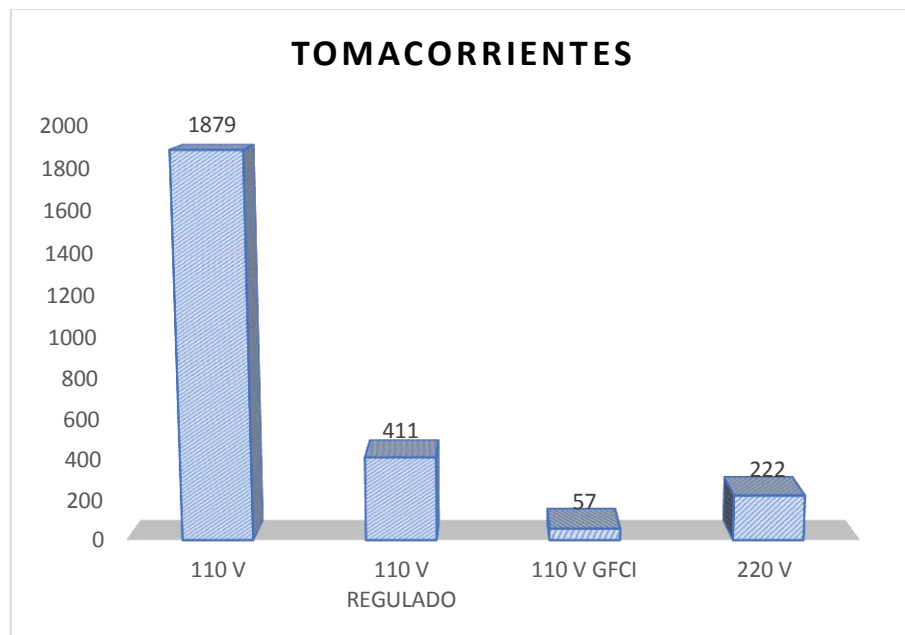
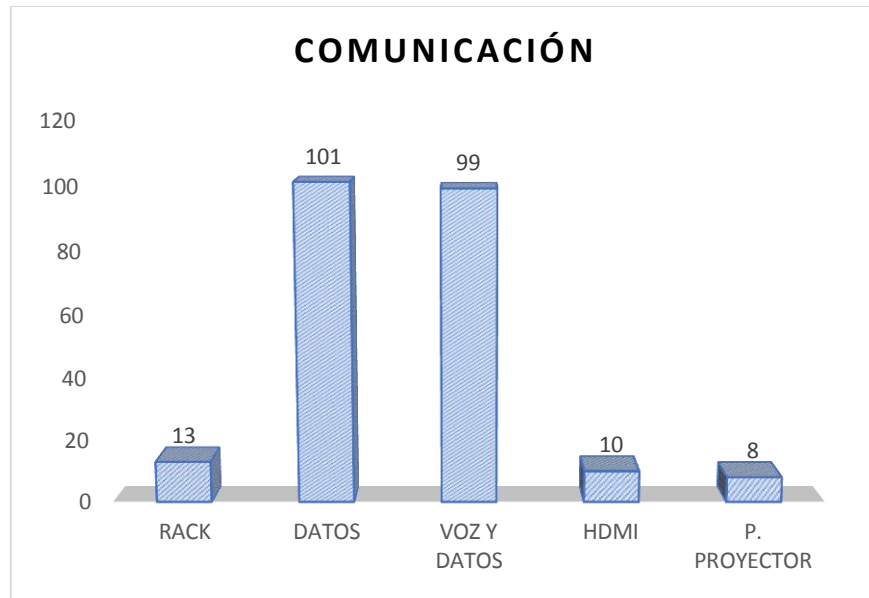


Figura 8. Resultados generales de las salidas de comunicaciones.



En el Anexo K se muestran los cálculos realizados que describen los resultados de éste capítulo, basados en el referente técnico mostrado en la Figura 5. Las memorias de cálculo se distribuyen de acuerdo a cada zona de la parte antigua, adicionalmente se encuentran 6 memorias de cálculo correspondientes a los tableros de distribución que dan espacio a la organización de las acometidas.

Las memorias de cálculo evidencian el número de circuitos ramales, el número de puestos de los tableros, el balanceo de cargas, los valores de corriente para la selección de los conductores y de las protecciones. Este procedimiento da cumplimiento explícitamente al cálculo del calibre del conductor de acuerdo a la capacidad amperimétrica y a la regulación de tensión.

**3.1.1 Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.** En la Tabla 1 del presente documento, se registraron las anomalías técnicas de las instalaciones eléctricas. Adicionalmente en la Figura 2 se refirió el reglamento técnico en donde se muestran las restricciones y requerimientos que se presentan. Por tal motivo la idea principal de este documento es realizar un rediseño que

permita corregir los riesgos encontrados y que fortalezca la estructura en general con el fin de consumir las irregularidades encontradas. Se verifican las condiciones de la malla de puesta a tierra para garantizar la seguridad de las personas y de las instalaciones por posibles fallas eléctricas tanto ambientales, como por uso inadecuado de equipos. Además, se hace un análisis del nivel de riesgo por descargas atmosféricas para verificar que nivel de protección requiere la zona y así dar paso a un diseño de apantallamiento.

**3.1.2 Análisis del Nivel de Tensión Requerido.** Actualmente la infraestructura eléctrica del PTG se encuentra conectada a la red de media tensión de la ESSA – EPM quien suministra una tensión en la red de 34.5 kV y de 13.2 kV. Mediante la utilización de tres transformadores; uno de 34.5/13.2 kV y otros dos de 13.2kV/208-120 V los cuales generan una red que trabaja a 208 V para redes bifásicas y trifásicas y 120 V para red monofásica bifilar. El proyecto de repotenciación con el que cuenta actualmente el PTG propone mejorar la estructura eléctrica a una red de media tensión más elevada, que produzca menos pérdidas y presente mejores condiciones de fiabilidad

**3.1.2.1 Diseño de Subestaciones.** La Universidad Industrial de Santander cuenta con un contrato N° 2015000138 con COCOL INGENIERIA SAS llamado *“Repotenciación del sistema eléctrico general de 34.5 y 13.2 kv de la sede UIS Guatiguara, incluye la unificación de la medida general 34.5 kv, la incorporación de protecciones generales de las subest”* como su nombre lo indica, pretende repotenciar el sistema eléctrico de 34.5/13.2 Kv<sup>13</sup>. Así mismo se sugiere la terminación de la obra, debido a que 15 meses luego de dar inicio al contrato no se encuentra terminado.

---

<sup>13</sup> UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Contratos.  
<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/contratacion/contratacionYfuncionarios.html>

**3.1.3 Cálculo del sistema de puesta a tierra.** La zona antigua del PTG tiene actualmente construidas dos mallas de puesta a tierra, una de ellas es la del transformador de 1 MVA 34.5/13.2 Kv y la otra es la de la torre de comunicaciones. La evaluación de la resistencia de puesta a tierra arrojó un valor tolerable de 5,07  $\Omega$  que indica que el diseño del sistema de puesta a tierra cumple con los requisitos establecidos por el RETIE<sup>14</sup>. Dado que la instalación de la subestación cuenta con un SPT que protege todas las acometidas aguas abajo del transformador y que la repotenciación del sistema de la subestación se encuentra en curso se sugiere una vez terminada esta, realizar la una inspección por parte de personal calificado. En la tabla 7 se muestran datos del terreno y el conductor de los dos sistemas de puesta a tierra que se encuentran ubicados en la zona antigua del PTG.

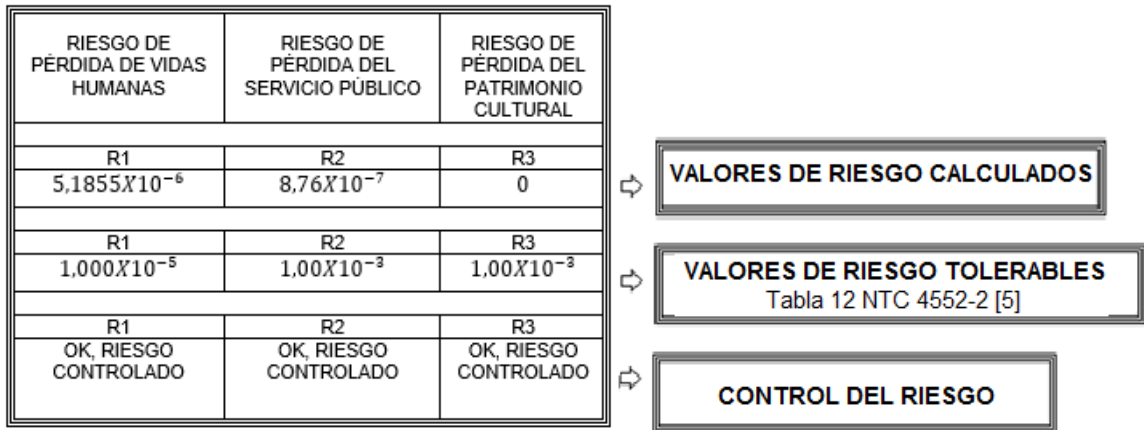
Tabla 7. Información de los sistemas de puesta a tierra

Lugar de la malla	Resistencia de puesta a tierra [ $\Omega$ ]	Corriente de cortocircuito [kA]	Calibre del conductor de la malla	Área de la malla [ $m^2$ ]
Subestación oriental	4.05	4.127	Desnudo 2/0 AWG	54
Torre de comunicaciones	5.07	1.527	Desnudo 4/0 AWG	30.5

**3.1.4 Cálculo de apantallamiento.** En el Anexo P se muestra la evaluación del nivel de riesgo por descargas atmosféricas, la cual se realizó para verificar que tipo de protección es requerida en la zona antigua. En la figura 9 se muestran las componentes de riesgo obtenidas.

<sup>14</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE COLOMBIA, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Resolución No. 9 0907 del 25 de octubre de 2013.

Figura 9. Valores obtenidos de la evaluación del nivel de riesgo.



Dado que los valores de los riesgos calculados (riesgo de pérdida de vidas humanas, riesgo de pérdida del servicio público y riesgo de pérdida del patrimonio cultural) son menores a los valores del riesgo tolerables, se está cumpliendo con lo establecido en la NTC 4552-2 que busca reducir los daños físicos que pueden ser causados por las descargas atmosféricas a los seres vivos o a la estructura [5]. De acuerdo con los datos obtenidos se requiere la implementación de un sistema de apantallamiento NIVEL 4 debido a las características físicas del proyecto y a su ubicación espacial.

**3.1.5 Calculo de Conductores.** El cálculo de conductores se realiza de acuerdo a la norma ESSA<sup>15</sup>, en la Figura 10 se describe el proceso empleado.

<sup>15</sup> ESSA. Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución. 2005, Bucaramanga. Colombia.

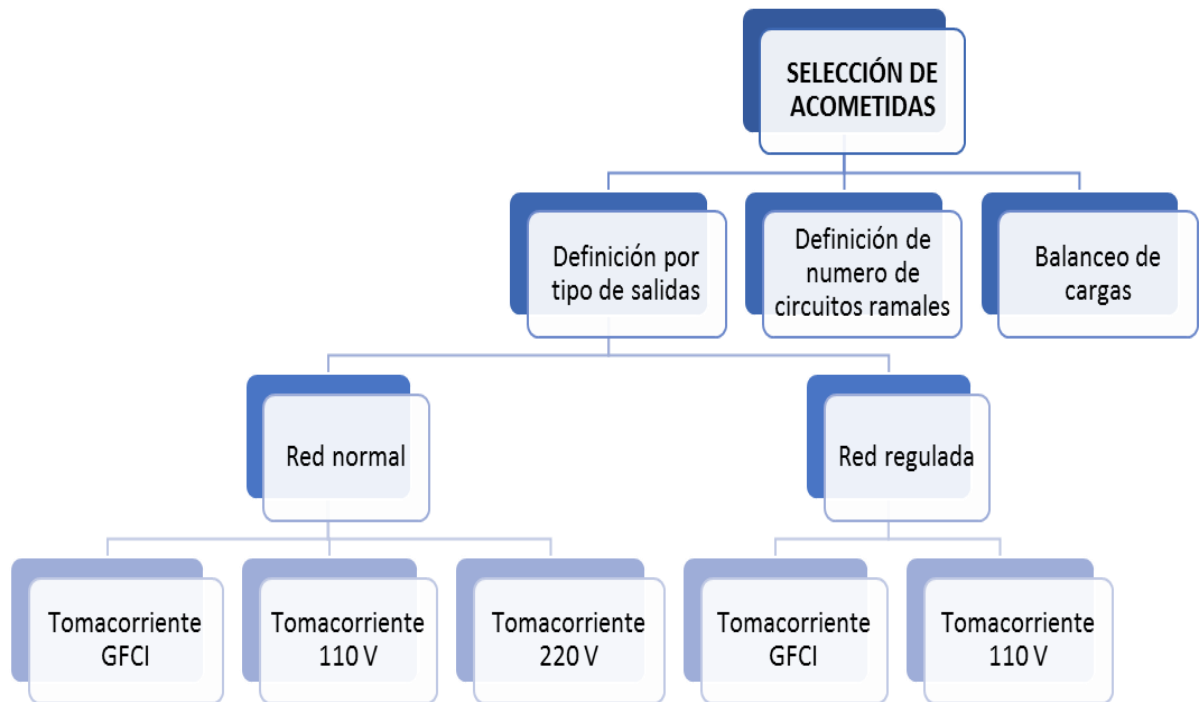
Figura 10. Esquema para la selección de los conductores



Siguiendo este proceso se logra identificar el calibre del conductor que cumpla tanto con capacidad amperimétrica como con regulación de tensión. Así mismo se selecciona la cantidad de conductores por fases, neutro y tierra de cada circuito ramal y de cada acometida.

**3.1.6 La Selección de Acometidas.** Como se mencionó anteriormente en la sección 3.1, las memorias de cálculo evidencian los pasos y los procedimientos realizados para la selección de acometidas. Los circuitos se dividen en iluminación, tomacorrientes generales, tomacorrientes GFCI, tomacorrientes regulados, y tomacorrientes bifásicos. De acuerdo a la norma se identifica la máxima cantidad de salidas para cada circuito y se consigna en las memorias de cálculo su descripción. En la figura 11 se realiza un esquema del procedimiento para la selección de acometidas.

Figura 11. Selección de acometidas



**3.1.7 Verificación de los Conductores.** Con el fin de escoger conductores que cumplieran con los factores de seguridad al menor costo, se calculó la corriente y con este dato se revisaron los catálogos de conductores para verificar los niveles de corriente máxima para cada calibre y dar cumplimiento por capacidad amperimétrica y regulación de tensión menor al 2% para acometidas y circuitos ramales.

**3.1.8 Cálculo de Canalizaciones.** Se realiza el cálculo de las canalizaciones para ductería tipo metálica conduit IMC con un ocupamiento menor al 40% como lo exige la NTC 2050<sup>16</sup>. Estos cálculos al igual que las secciones anteriores se muestran en las memorias de cálculo y los resultados se evidencian claramente en los planos eléctricos (Ver Anexo M). Se eligieron diámetros de sección transversal de ½" ¾" y 1" para la instalación de las acometidas.

<sup>16</sup> ICONTEC. Norma NTC 2050. CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. 2002, Bogotá. Colombia.

**3.1.9 Cálculos de Regulación.** Se evidenció en la sección 3.1.3, se realizó el procedimiento en el anexo de memorias de cálculo. Una vez obtenido el calibre mínimo por capacidad amperimétrica, se revisó que cumpliera con la regulación de tensión de acuerdo a la longitud de la acometida, carga, constante generalizada, tensión y por último al factor de corrección. Si la regulación arrojaba un valor menor al 2%, el calibre se seleccionaba de acuerdo a la capacidad amperimétrica. Si era mayor al 2% se buscaba el siguiente conductor hasta que cumpliera con la regulación. Las longitudes corresponden a las medidas desde el interruptor de cada circuito ramal hasta el tomacorriente más lejano.

**3.1.10 Clasificación de Áreas.** Con el fin de satisfacer las necesidades de acuerdo al ambiente y realizar una distribución eléctrica acorde con las zonas de la parte antigua, las áreas se resumen en 5 tipos de ambientes como se muestra en la sección 2.1.

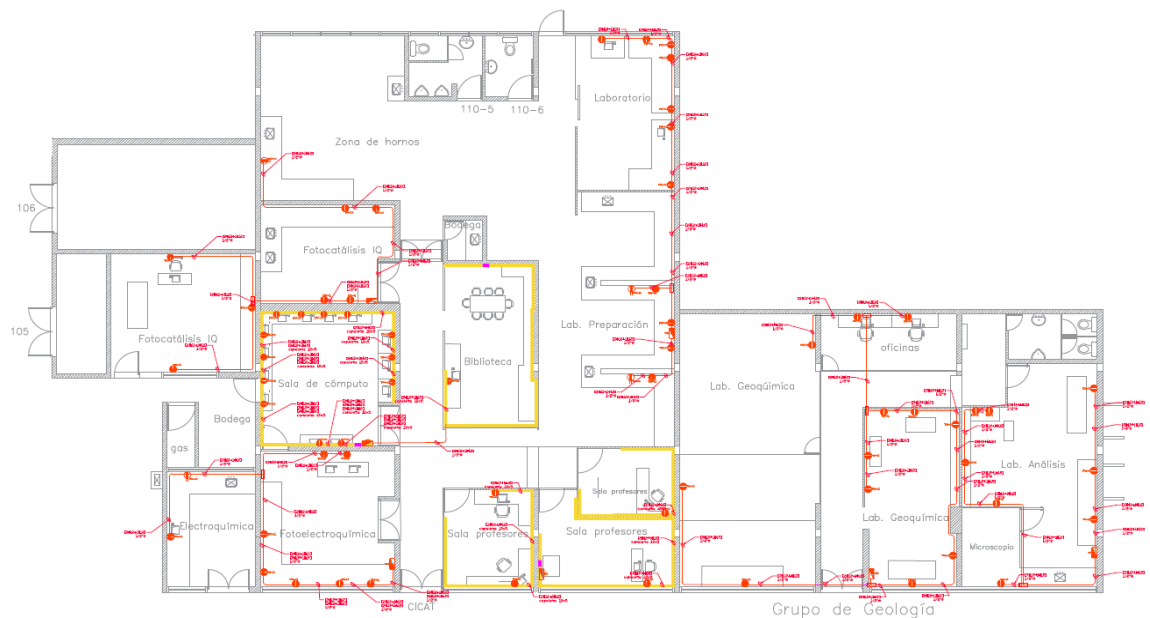
**3.1.11 Diagramas Unifilares.** Con base en el diagrama unifilar actual (Ver Anexo J) entregado por el profesional de apoyo del PTG, se sugirió la modificación del esquema general y se realizó el diseño aguas abajo del transformador de 300 kVA 13200/208-120 V, ubicado junto a la subestación principal (Ver Anexo L). En la Figura 12 se muestra el diagrama unifilar planteado en el rediseño, así mismo se puede observar que la alimentación de la planta de emergencia no puede suplir la necesidad de los aires acondicionados en caso de un fallo eléctrico en la red. Se observan las protecciones instaladas en el tablero, y las modificaciones sugeridas para contribuir con una mejor distribución y con la proyección de cargas futuras, logrando la disponibilidad de 4 puestos para nuevas acometidas.





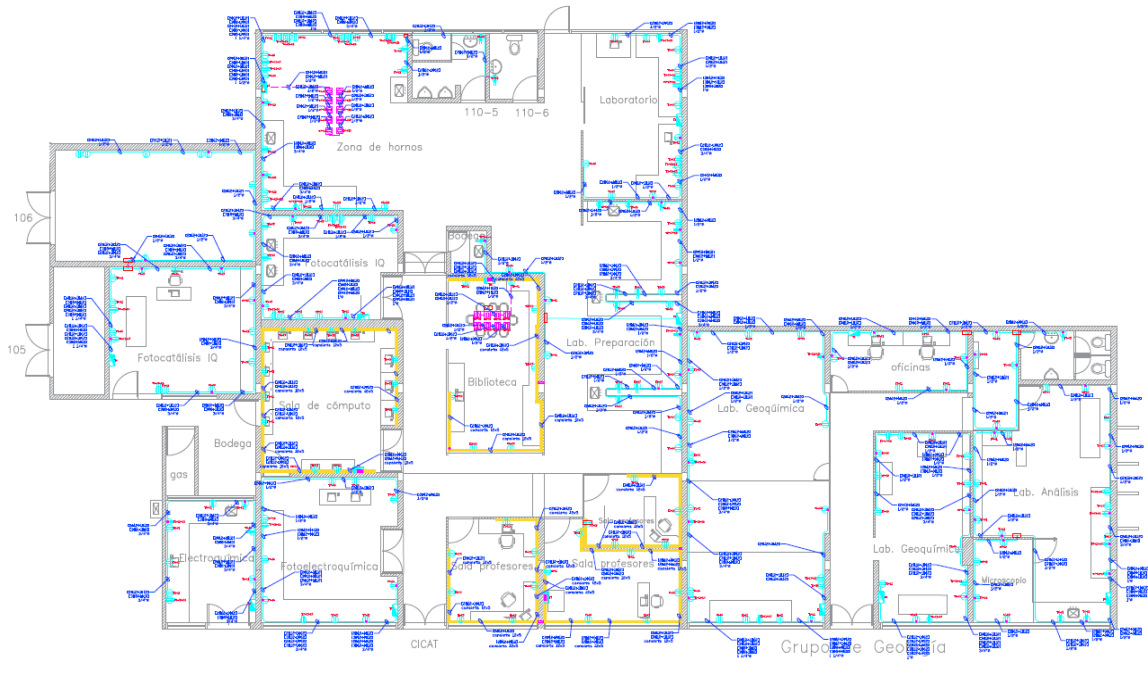
En la Figura 14 se identifica la ubicación de las salidas de la red regulada, así como la tubería y la canaleta metálica hasta los tableros de distribución de red regulada. En amarillo se puede observar la tubería tipo canaleta y en rojo la tubería tipo IMC de ¾ “ o de 1” para las acometidas de red regulada. El plano detallado de la discriminación de la red regulada se puede consultar en el Anexo M.

Figura 14. Red regulada.



En la Figura 15 se observa el cableado de la red normal, incluyendo la ubicación de los diferentes tipos de tomacorrientes, la ubicación de los tableros y el tipo de tubería utilizada (amarillo para canaleta metálica en zonas de oficinas y azul para tubería IMC en laboratorios y otros ambientes). El plano detallado de discriminación de la red normal se puede consultar en el Anexo M.

Figura 15. Red normal



En la Figura 16, se observa en detalle la ubicación de las diferentes luminarias (de acuerdo con los resultados obtenidos mediante la simulación en el software DIALUX), de los interruptores y del cableado de la red de iluminación. El plano detallado de la discriminación de la red de iluminación se puede consultar en el Anexo M.



abajo del totalizador principal y que son objeto de rediseño se muestran en el Anexo K. En la Tabla 8 se muestran las acometidas que alimenta el tablero, las protecciones y el totalizador a instalar. Éste tablero se encuentra actualmente en proceso de repotenciación incluida en el contrato de repotenciación de la subestación de 1 MVA.

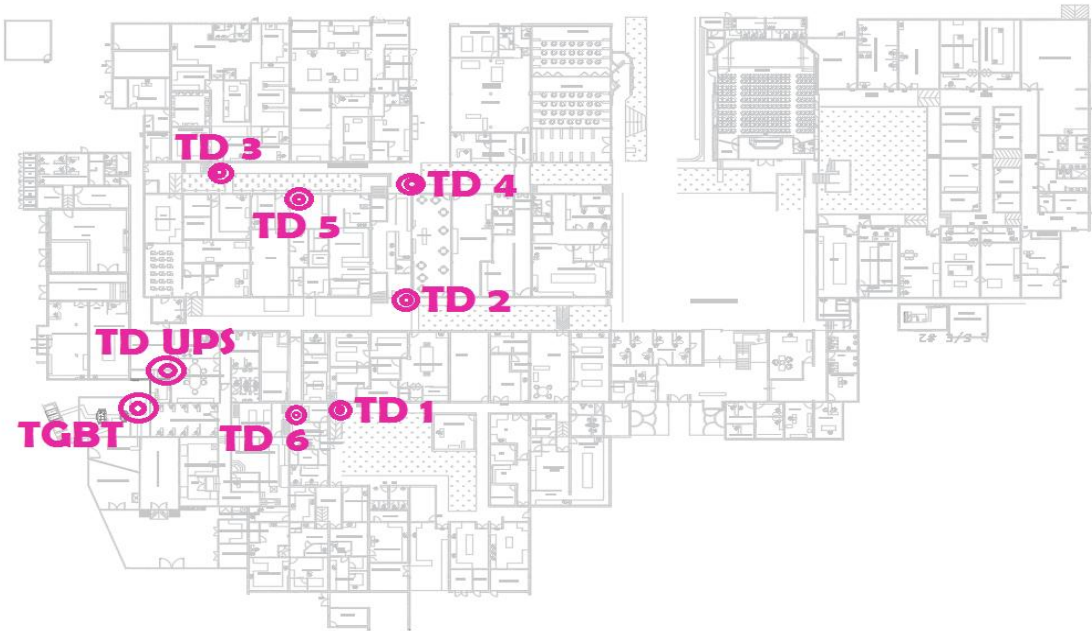
Tabla 8. Caracterización de tableros de baja tensión

Denominación	Acometidas	Protecciones [A]	Totalizador [A]
<b>TGBT</b>	TD 1	3x100	3x (250-650)
	TD 2	3X125	
	TD 3	3X150	
	TD 4	3X125	
	TD 5	3X125	
	TD 6	3X100	
	TD UPS	3X200	
	Compresor CDT del Gas	3X80	
	Proyecto CORASFALT OS	3X80	
	Cuarto de nevera	3x100	
	Antena telefónica	3x100	
	Cuarto de neveras	3x100	
	Alumbrado público en vías	3x40	
	S/E # 2	3x60	

**3.1.15 Definición de los Tableros de Distribución.** En esta sección se define la ubicación, las nuevas rutas y los nuevos tableros que mejoran la distribución de las acometidas de las diferentes zonas, dando paso a la selección de conductores que de no existir podrían generar un incremento en la regulación de tensión y se

tendría un menor control de las cargas y de las protecciones. En la Figura 17 se muestra la ubicación de los tableros de distribución planteados en el rediseño.

Figura 17. Ubicación de los tableros de distribución



En la Tabla 9 se describen cada uno de los tableros de distribución, su denominación, las acometidas que distribuye y las protecciones que deben ser instaladas. Esta información se puede corroborar en el Anexo K.

Tabla 9. Caracterización de tableros de distribución

Denominación	N° de acometidas	Demanda instalada [kVA]	Totalizador [A]	PROTECCIONES	
				Protección [A]	Cantidad
TD 1	18	30,5324	3x100	3x30	14
				3x40	3
				3x60	1
TD 2	14	33,299	3x125	3x40	5
				3x50	3
				3x50	4
				3x70	2

Denominación	N° de acometidas	Demanda instalada [kVA]	Totalizador [A]	PROTECCIONES	
				Protección [A]	Cantidad
TD 3	19	43.469	3x150	3x30	12
				3x40	3
				3x50	3
				3x70	1
TD 4	23	66,052369	3x125	3x30	9
				3x40	8
				3x50	2
				3x70	4
TD5	4	34.072	3x100	3x20	1
				3x40	1
				3x50	2
TD6	9	24.656	3x100	3x20	3
				3x30	3
				3x40	2
				3x60	1
TD UPS	30	56.930	3x200	3x20	28
				3x30	2

**3.1.16 Especificaciones Técnicas.** En esta sección se describen las especificaciones técnicas (Ver Anexo O) que indican el suministro e instalación de los tableros de distribución, interruptores termomagnéticos, salidas eléctricas, salidas de comunicaciones y canalizaciones para plasmar el rediseño de las instalaciones eléctricas y de comunicaciones de la zona antigua del PTG. Adicionalmente se pueden evidenciar medidas de seguridad de las instalaciones eléctricas y la lista de los materiales a utilizar.

### 3.2 CRITERIO DE MONITORIZACIÓN

En esta sección se propone la instalación de módulos de monitoreo para medición en tiempo real de potencia y energía, con el fin de observar el comportamiento del desbalance de las cargas, la eficiencia energética y de la cargabilidad del sistema,

para así prevenir los problemas de saturación que se presentan. Así mismo se propone un sistema de medida para controlar las cargas asociadas a las zonas privadas en modalidad de arriendo bajo contrato de la UIS.

En la Tabla 10, se hace una descripción del equipo y el esquema de conexión en el TGBT donde se deberá instalar junto al transformador de corriente la central de medida de potencia y energía de la serie PM5100, Schneider Electric.

Tabla 10. Total de los medidores PM5100 a instalar.

Denominación	Numero de medidores
Tableros generales de baja tensión (4)	4
Tablero de proyecto CORASFALTOS	1
CDT del Gas	1
Compresor CDT del Gas	1
Súper congeladores (Cuarto de neveras)	1
Antena telefónica	1
CORASFALTOS	1
Alumbrado público en vías	1
UPS	1
TOTAL	12

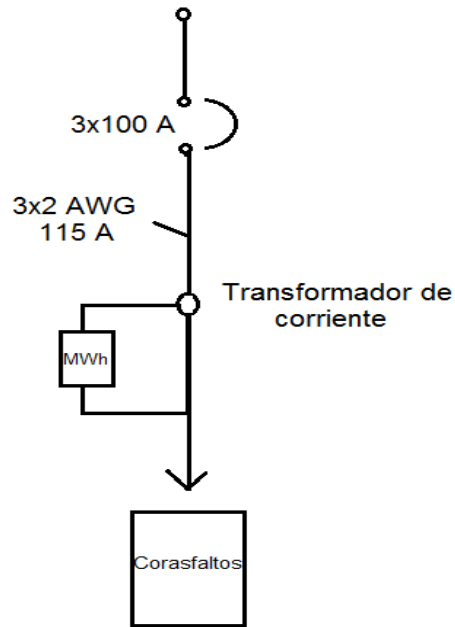
En la figura 18 se muestra de forma ilustrativa la central de medida con algunas de sus características.

Figura 18. Central de medida de potencia y energía de la serie PM5100, Schneider Electric



En la Figura 19 se muestra el diagrama unifilar para la conexión de la central de medida y el transformador de corriente (TC).

Figura 19. Esquema unifilar de la conexión del TC y la central de medida.



En la tabla 12 se muestran en detalle las especificaciones técnicas que rigen la selección del transformador de corriente para medida y protección.

La implementación del criterio de monitorización propuesto, que incluye la adecuación del gabinete de medidores, las acometidas y la mano de obra, tiene un costo total de \$18.585.600. Como se mencionó anteriormente este sería un costo adicional que permite la implementación de nuevas tecnologías y un control efectivo en el consumo de energía de los equipos de la zona antigua.

Tabla 11. Especificaciones técnicas, Central de medida de potencia y energía de la serie PM5100, Schneider Electric

<b>CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS</b>	
Tipo de medida: rms real en trifásico, sin ciclos ciegos	64 muestras por ciclo
<b>PRECISIÓN DE MEDIDA</b>	
Energía activa	Clase 0.5S
Energía reactiva	Clase 2S
Potencia activa	Clase 0.5
Potencia reactiva	Clase 2
Potencia aparente	Clase 0.5
Intensidad, fase	Clase 0.5
Tensión, L-N	Clase 0.5
Frecuencia	Clase 0.05
Factor de potencia	Clase 0.5
Armónicos de tensión	Clase 5
<b>Tensión de entrada (hasta 1,0 MV de CA máx. con transformador de tensión)</b>	
Rango de tensión nominal medida	35 V L-L a 760 V L-L
Impedancia	5 MΩ
Frecuencia nominal	50 o Hz
Corriente	5Ka

#### 4. DISEÑO DEL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

Conforme a la clasificación de áreas y actividades, el RETILAP<sup>17</sup> exige unos niveles de iluminancia. Mediante el software Dialux se hace una simulación de cada ambiente donde se evalúan de manera adecuada los siguientes aspectos:

- Tamaño: Con ayuda de los planos arquitectónicos y la altura del lugar permite evaluar con medidas acertadas los niveles de iluminación.
- Luminarias que cumplen con el estándar institucional, para los diferentes tipos de ambiente.
- Objetos que difieran en la medida de luminancia como escritorios, ventanas, puertas etc.

El software permite observar de manera clara y concisa para cada sitio:

- Especificaciones técnicas de los tipos de luminarias que se utilizan.
- Ubicación de las luminarias en sitio.
- Visualización en 3D de la zona.
- Intensidad de luxes en los diferentes puntos del sitio. Obteniendo un valor mínimo, medio y máximo los cuales son objeto de comparación con la tabla 410.1 del RETILAP<sup>18</sup>.

En la Tabla 13 se muestran las diferentes áreas que se asemejan a los ambientes a rediseñar, con el fin de conocer los niveles de luminancia que se deben garantizar al momento de hacer la simulación en Dialux. Se presentan los ambientes, así como los niveles máximo, medio y mínimo acorde con el RETILAP<sup>19</sup>.

---

<sup>17</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA COLOMBIA, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). Resolución No 180540 del 30 de marzo de 2010.

<sup>18</sup> Ibídem.

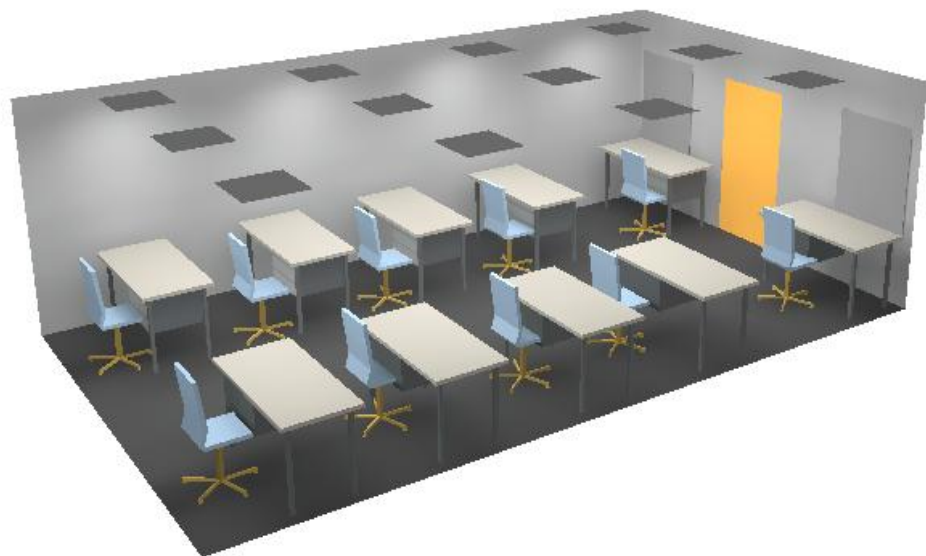
<sup>19</sup> Ibídem.

Tabla 12. Niveles de iluminancia.

Tipo de actividad	Ambiente	Nivel de iluminación (lx)		
		Mínimo	Medio	Máximo
Áreas generales en edificaciones	Circulación	50	100	150
	Corredores	100	150	200
	Baños	100	150	200
	Bodegas	100	150	200
Procesos químicos	Laboratorios	300	500	700
Industria alimenticia	Áreas generales de trabajo	200	300	500
Oficinas	oficinas de tipo general	300	500	750
	Salas de conferencia	300	500	750
Colegios y centros educativos	Salones de clase	300	500	750
	Tableros	300	500	750

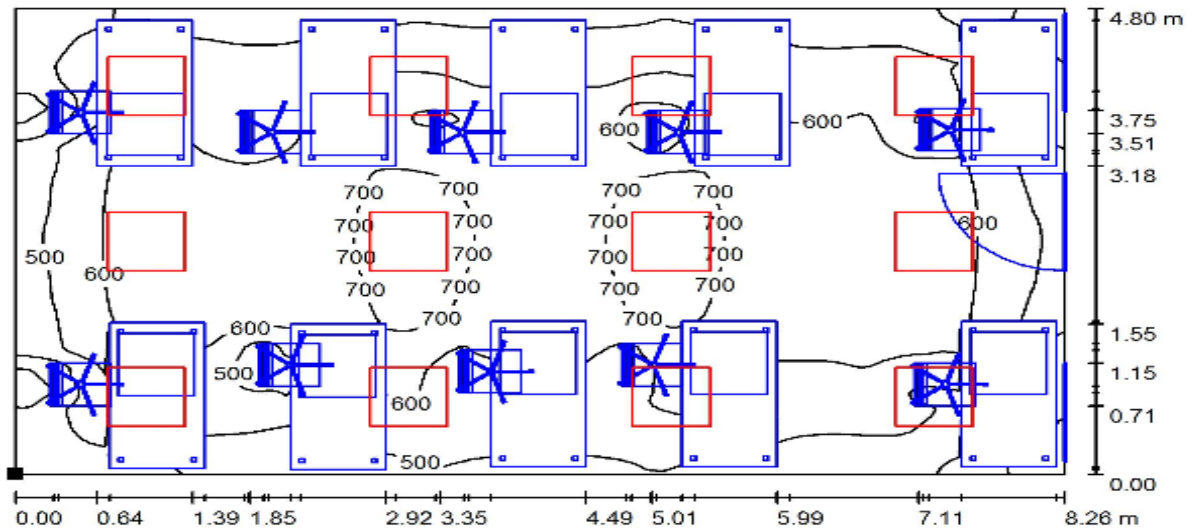
En la Figura 20 se muestra la simulación realizada a la oficina de planeación de CORASFALTOS, donde se recrean los puestos de trabajo y se hace la ubicación de luminarias hasta cumplir con el nivel mínimo, medio y máximo exigido.

Figura 20. Plano en 3D de isolíneas



En la Figura 21 se muestra la distribución de los lúmenes por metro cuadrado en la oficina de planeación de CORASFALTOS.

Figura 21. Plano Útil Isolíneas.



En la Figura 22 se muestra el resultado de los niveles obtenidos en la simulación realizada a la oficina de planeación de CORASFALTOS.

Figura 22. Valor máximo, medio y mínimo.

Trama: 128 x 128 Puntos

$E_m$ [lx]	$E_{min}$ [lx]	$E_{max}$ [lx]	$E_{min} / E_m$	$E_{min} / E_{max}$
580	246	727	0.424	0.338

Los resultados de la simulación de iluminación para el resto de ambientes pertenecientes a las edificaciones objeto de rediseño se encuentran en detalle en el Anexo N. Estos resultados garantizan un diseño de iluminación duradero, fiable, resistente y seguro acorde con la reglamentación y el estándar institucional.

## 5. PRESUPUESTO

La implementación de la propuesta de rediseño requiere de un análisis económico previo. Esta propuesta incluye un análisis de precios unitario (APU), un listado de recursos y un desglose de actividades que permite evaluar de manera detallada todos los aspectos que generan incremento económico en la ejecución del proyecto donde se incluye mano de obra. Este análisis económico se hace teniendo en cuenta especificaciones y recomendaciones de productos por parte del profesional de apoyo del PTG, cumpliendo con el estándar institucional. En el Anexo Q, se muestran los resultados del proceso de estudio económico del rediseño.

En la Tabla 14 se evidencian los materiales, la mano de obra, accesorios e implementos que se tienen en cuenta para la reestructuración del tablero general de baja tensión, de los tableros parciales y de los tableros de distribución que se encuentran en los diferentes ambientes, los cuales son de 12, 18 y 24 puestos.

Tabla 13. Presupuesto de tableros en general. (Ver Anexo Q)

<b>FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>Obra:</b>	Rediseño de las instalaciones eléctricas asociadas a la zona antigua de Guatiguará				<b>CONTRATO</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Cant</b>	<b>Subtotal</b>
<b>1,00</b>		<b>CUARTO TÉCNICO - ACOMETIDAS /TABLEROS/ PROTECCIONES</b>				
1.01	C	Tablero General de Distribución	un	21.528.975,00	1	21.528.975,00
1.02	C	Tablero general de distribución UPS	un	2.159.167,00	1	2.159.167,00
2.01	C	Tablero normal de 12 puestos	un	792.799,00	66	52.324.734,00
2.02	C	Tablero normal de 18 puestos	un	532.642,00	10	5.326.420,00

<b>FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>Obra:</b>	Rediseño de las instalaciones eléctricas asociadas a la zona antigua de Guatiguará				<b>CONTRATO</b>	
<b>Ítem</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Cant</b>	<b>Subtotal</b>
2.03	C	Tablero normal de 24 puestos	un	1.356.280,00	13	17.631.640,00
2.04	C	Tablero regulado de 12 puestos	un	664.150,00	39	25.901.850,00
1.08	C	UPS 100 KVA	Un	18.962.651,00	1	18.962.651,00
1.09	C	Tablero BT-01	Un	2.799.608,00	1	2.799.608,00
1.10	C	Tablero BT-02	Un	2.571.337,00	1	2.571.337,00
1.11	C	Tablero BT-03	Un	3.328.600,00	1	3.328.600,00
1.12	C	Tablero BT-04	Un	3.066.594,00	1	3.066.594,00
1.13	C	Tablero CORASFALTOS	Un	1.271.122,00	1	1.271.122,00
1.14	C	Tablero CDT DEL GAS	Un	759.915,00	1	759.915,00
<b>1-ST</b>		<b>Subtotal</b>				<b>91.515.870,00</b>

En la Tabla 15 se muestra el costo de las acometidas que se derivan del tablero principal, así como las de los tableros parciales y las de los tableros de distribución. En estas acometidas se incluye el calibre, las distancias y los accesorios para la canalización.

Tabla 14. Presupuesto de acometidas. (Ver Anexo Q)

<b>FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>Obra:</b>	Rediseño de las instalaciones eléctricas asociadas a la zona antigua de Guatiguará					
<b>Ítem</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Cant</b>	<b>Subtotal</b>
<b>2,00</b>		<b>Acometidas de baja tensión</b>				
2.05	C	Acometida tablero s CORASFALTOS	un	594.576,00	1	594.576,00
1.03	C	Acometida para tablero de distribución BT-01	un	6.228.636,00	1	6.228.636,00
1.04	C	Acometida para tablero de distribución BT-02	un	7.260.318,00	1	7.260.318,00
1.05	C	Acometida para tablero de distribución BT-03	un	4.457.878,00	1	4.457.878,00
1.06	C	Acometida para tablero de distribución BT-04	un	8.277.393,00	1	8.277.393,00

<b>FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>Obra:</b>	Rediseño de las instalaciones eléctricas asociadas a la zona antigua de Guatiguará					
<b>Ítem</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Cant</b>	<b>Subtotal</b>
1.07	C	Acometida para tablero de UPS	un	8.843.676,00	1	8.843.676,00
2.06	C	Acometida tablero tableros cdt y gas	un	431.928,00	1	431.928,00
2.07	C	acometida tableros aulas de clase	un	1.906.675,00	1	1.906.675,00
2.08	C	acometida tableros aulas de clase	un	1.026,00	1	1.026,00
2.09	C	Acometida tablero CIGP	un	1.014.656,00	1	1.014.656,00
2.10	C	Acometida tablero CINBIN	un	2.458.721,00	1	2.458.721,00
2.11	C	Acometida tablero GIEFVIED	un	166.256,00	1	166.256,00
2.12	C	Acometida tablero GIGBA	un	680.981,00	1	680.981,00
2.13	C	Acometida tablero GOTS	un	957.538,00	1	957.538,00
2.14	C	Acometida tablero IPRED	un	1.291.063,00	1	1.291.063,00
2.15	C	Acometida tablero SALA DE JUNTAS	un	720.838,00	1	720.838,00
2.16	C	Acometida tablero SÚPER CONGELADORES	un	432.163,00	1	432.163,00
2.17	C	Acometida tablero ADMINISTRACIÓN	un	31.976,00	1	31.976,00
2.18	C	Acometida tablero AUDITORIO	un	839.638,00	1	839.638,00
2.19	C	Acometida tablero CEIAM	un	1.340.156,00	1	1.340.156,00
2.20	C	Acometida tablero CICAT	un	4.474.859,00	1	4.474.859,00
2.21	C	Acometida tablero CICTA	un	2.825.806,00	1	2.825.806,00
2.22	C	Acometida tablero CIDELAC	un	355.256,00	1	355.256,00
2.23	C	Acometida tablero CINTROP	un	2.609.413,00	1	2.609.413,00
2.24	C	Acometida tablero DIRECCIÓN 2º PISO	un	1.129.438,00	1	1.129.438,00

<b>FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>Obra:</b>	Rediseño de las instalaciones eléctricas asociadas a la zona antigua de Guatiguará					
<b>Ítem</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Cant</b>	<b>Subtotal</b>
2.25	C	Acometida tablero GIMBA	un	8.064.013,00	1	8.064.013,00
2.26	C	Acometida GIC	un	5.537.538,00	1	5.537.538,00
2.27	C	Acometida Tablero GRUPO DE GEOLOGÍA	un	2.694.701,00	1	2.694.701,00
2.28	C	Acometida Tablero GRUPO DE PETRÓLEOS	un	1.092.463,00	1	1.092.463,00
2.29	C	Acometida tablero CDTYGAS	un	2.563.438,00	1	2.563.438,00
2.30	C	Acometida tablero CORASFALTOS	un	4.250.414,00	1	4.250.414,00
<b>2-ST</b>		<b>Subtotal</b>				<b>149.650.174,00</b>

En la Tabla 16 se observa el costo para la implementación de la iluminación, donde se propone el uso de la tecnología LED con el fin de tener un sistema de iluminación potente, seguro para las condiciones de los laboratorios y adecuado acorde al ambiente, reforzando un objetivo del proyecto de proponer un rediseño que satisfaga la proyección de la demanda y el estándar institucional. Como se observa en la tabla mencionada la implementación de la tecnología led representa casi un 25% del costo total de la propuesta. Estas luminarias, aunque representan mayor costo a la hora de compra, comparando con las lámparas usadas actualmente (fluorescentes), proyectarían las instalaciones de iluminación hasta 3 veces más que el tiempo que durarían las lámparas fluorescentes, y, además, el consumo energético se ve reducido pudiéndose recuperar la inversión de las luminarias en aproximadamente 5 años a que si se hubiese propuesto el rediseño con lámpara fluorescente.

Tabla 15. Presupuesto del sistema de iluminación. (Ver Anexo Q)

<b>FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>Obra:</b>	Rediseño de las instalaciones eléctricas asociadas a la zona antigua de Guatiguará					
<b>Ítem</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Cant</b>	<b>Subtotal</b>
<b>3,00</b>		<b>SISTEMA DE ILUMINACIÓN</b>				
3.01	C	Salida de iluminaria LED Hermética	un	217.657,00	695	151.271.615,00
3.02	C	Salida de iluminaria LED Flat FX ILTEC	un	317.276,00	338	107.239.288,00
3.03	C	Salida de iluminaria FLAT PANEL LED	un	279.150,00	119	33.218.850,00
3.04	C	Salida de iluminaria bala saturno 13 W	un	74.050,00	174	12.884.700,00
3.05	C	Apagador sencillo	un	29.850,00	145	4.328.250,00
3.06	C	Apagador doble	un	32.150,00	41	1.318.150,00
3.07	C	Apagador conmutable sencillo	un	42.150,00	44	1.854.600,00
<b>3-ST</b>		<b>Subtotal</b>				<b>312.115.453,00</b>

En la Tabla 17 se muestran los costos para la implementación de los diferentes tomacorrientes en muro o en canaleta metálica. Luego del APU, se define la cantidad de tomacorrientes de acuerdo al inventario de salidas.

Tabla 16. Propiedades de salidas de tomacorrientes. (Ver Anexo Q)

<b>FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>Obra:</b>	Rediseño de las instalaciones eléctricas asociadas a la zona antigua de Guatiguará					
<b>Ítem</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Cant</b>	<b>Subtotal</b>
<b>4,00</b>		<b>SALIDA EN TOMACORRIENTE</b>				
4.01	C	salida en toma normal 110 V instalado en muro	un	41.361,00	895	37.018.095,00
4.02	C	salida en toma GFCI 110 V instalado en muro	un	88.461,00	99	8.757.639,00
4.03	C	salida en toma regulado 110 V instalado en muro	un	44.901,00	246	11.045.646,00
4.04	C	Salida de toma 220 V instalado en muro	un	42.161,00	217	9.148.937,00
4.05	C	Salida de 110 V normal instalado en canaleta metálica	un	32.120,00	297	9.539.640,00
4.06	C	Salida de 110 V regulado instalado en canaleta metálica	un	37.660,00	170	6.402.200,00
<b>4-ST</b>		<b>Subtotal</b>				<b>81.912.157,00</b>

En la tabla 18 se observa el costo de infraestructura de comunicaciones, donde se incluye 1 rack, el cableado general y las salidas. Adicionalmente se incluyen salidas para proyector y para TV, así como los elementos necesarios para la adecuación de éstas.

Tabla 17. Presupuesto del sistema de comunicaciones. (Ver Anexo Q)

<b>FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>Obra:</b>	Rediseño de las instalaciones eléctricas asociadas a la zona antigua de Guatiguará					
<b>Ítem</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Cant</b>	<b>Subtotal</b>
<b>5,00</b>		<b>Sistema de comunicación</b>				
5.01	C	Rack de comunicaciones	un	7.963.298,00	1	7.963.298,00
5.02	C	Cable S/FTP Categoría 7ª	un	21.914,00	195	4.273.230,00
5.03	C	Salida de datos categoría 6A en muro	un	10.697,00	23	246.031,00
5.04	C	Salida doble de datos categoría 6A en muro	un	26.685,00	41	1.094.085,00
5.05	C	Salida de datos categoría 6A en canaleta	un	23.136,00	50	1.156.800,00
5.06	C	Salida doble de datos categoría 6A en canaleta	un	27.476,00	81	2.225.556,00
5.07	C	salida proyector	un	31.950,00	8	255.600,00
5.08	C	salida HDMI	un	195.060,00	10	1.950.600,00
<b>5-ST</b>		<b>Subtotal</b>				<b>19.165.200,00</b>

En la tabla 18 se muestra el costo de las canalizaciones donde se incluyen los elementos necesarios para la implementación de estas. Se genera un incremento debido a la adaptación de tubería de seguridad para toda la instalación eléctrica y al refuerzo de las acometidas.

Tabla 18. Presupuesto de la infraestructura eléctrica. (Ver Anexo Q)

<b>FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS</b>						
<b>Obra:</b>	Rediseño de las instalaciones eléctricas asociadas a la zona antigua de Guatiguará					
<b>Ítem</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Cant</b>	<b>Subtotal</b>
<b>6,00</b>		<b>Infraestructura eléctrica</b>				
6.01	C	Tubería IMC 1"	ml	15.673,00	9.113	142.832.751,00
6.02	C	Tubería IMC 3/4"	ml	15.680,00	3.211	50.342.522,00
6.03	C	Bandeja portacable 30 cm	ml	85.563,00	1.480	126.633.240,00
<b>6-ST</b>		<b>Subtotal</b>				<b>319.808.513,00</b>

En la tabla 20 se muestra lo referente a la implementación del medidor que se propone para el criterio de monitorización.

Tabla 19. Presupuesto del medidor PME 5100. (Ver Anexo Q)

<b>Obra:</b>	Rediseño de las instalaciones eléctricas asociadas a la zona antigua de Guatiguará					
<b>Ítem</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Valor unitario</b>	<b>Cant</b>	<b>Subtotal</b>
<b>7,00</b>		<b>Medidor de potencia y energía para tableros de BT</b>				
7.01	C	Central de medida de potencia y energía de la serie PM5100 de PowerLogic	Un	1.548.800,00	14	18.585.600,00
<b>7-ST</b>		<b>Subtotal</b>				<b>18.585.600,00</b>

En la tabla 21 se muestra el precio total de la implementación del rediseño, con el IVA del 19% sobre las utilidades y los costos equivalentes a la administración, imprevistos y utilidades (AIU). Con un total de Mil doscientos noventa y nueve millones quinientos trece mil seiscientos treinta y cuatro (1.299.513.634), se

implementaría el proyecto que daría paso a mejorar las instalaciones eléctricas del PTG.

Tabla 20. Costo total de la implementación del rediseño. (Ver Anexo Q)

TOTAL COSTO DIRECTO	992.752.967,00
A.I.U (10%)	99.275.297,00
Valor Total	1.092.028.264,00
Iva (19% Sobre Utilidad)	207.485.370,16
<b>Subtotal</b>	<b>1.299.513.634,16</b>

## 6. RECOMENDACIONES

Implementar el proyecto de grado en corto plazo para dar solución a las múltiples anomalías encontradas en las instalaciones eléctricas de la zona antigua del PTG.

Solicitar al contratista del proyecto de remodelación y repotenciación de la subestación principal, realizar un esquema unifilar de la distribución en el TGBT, que sirva de guía para futuros proyectos.

Realizar una inspección detallada a la puesta a tierra del PTG realizada por personal calificado y así mismo, se recomienda el mantenimiento anual preventivo exigido por el RETIE<sup>20</sup>.

Hacer un mantenimiento preventivo a todo el sistema de iluminación en caso de no ser implementada la propuesto de rediseño, que incluya la actualización de luminaria LED de última tecnología y realizar una revisión técnica por un especialista a los circuitos ramales y tableros de distribución que incluya un analizador de redes para ver el estado actual del transformador de 300kVA y el balance de cargas.

Realizar una inspección al sistema de aires acondicionados de la zona antigua del PTG, donde se realice la revisión en sitio del área a climatizar ya sea por confort o por necesidad de los laboratorios.

Realizar la repotenciación de la planta de emergencia que abarque la totalidad de la zona antigua. Esta repotenciación se sugiere debido a que actualmente la planta de emergencia no está proyectada para satisfacer las necesidades acorde con la demanda máxima de la zona antigua, y solo alimenta parcialmente la

---

<sup>20</sup> MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE COLOMBIA, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Resolución No. 9 0907 del 25 de octubre de 2013.

infraestructura eléctrica, encontrándose periodos de tiempo prolongados sin respaldo energético en algunos equipos, principalmente aires acondicionado.

## 7. CONCLUSIONES

Las instalaciones eléctricas del PTG se encuentran actualmente en alto grado de deterioro por falta de mantenimiento, de modernización y de reestructuración. Mediante el actual proyecto de grado se buscó dar solución a los problemas de proyección de la demanda, incumplimiento del RETIE y de reestructuración, previniendo futuros fallos por saturación y dimensionando las instalaciones eléctricas.

Este proyecto incluye un análisis económico detallado que, en caso de implementarse la propuesta, permite el fácil desarrollo y entendimiento por parte de los ejecutores. En caso de no implementarse la propuesta de rediseño se sugiere suplir algunos aspectos técnicos que dan solución de manera rápida y económica a los diferentes problemas que se encontraron. De igual manera dado el total de anomalías encontradas (87) y lo rezagada que se encuentra la infraestructura eléctrica de la zona antigua frente a las demás instalaciones se sugiere implementar el rediseño completo de las instalaciones eléctricas y comunicación.

La propuesta de rediseño incluye la reestructuración de toda la zona antigua sin incluir:

- Instalaciones eléctricas de la CIC: en el año 2015 fueron objeto de un levantamiento eléctrico y seguidamente una propuesta de rediseño por parte de estudiantes de ingeniería eléctrica de la UIS [6].
- La subestación principal: No se incluyó en la propuesta de rediseño, dado que actualmente (enero 2017) se encuentra en obra objeto de repotenciación esto comprende:

- Transformadores de 1 MVA 34.5 kV/13.2 kV y de 300 kVA 13200/208-120 V.
- Tablero principal de baja tensión ubicado aguas abajo del transformador de 300 kVA de la zona oriental.
- Tablero principal y acometida que alimenta toda la red de aires acondicionados.
- Acometidas eléctricas desde la entrada de la red eléctrica de 34.5 y de 13.2 kV hasta los totalizadores del tablero principal de baja tensión.
- Acometidas, tableros, circuitos ramales, protecciones y todo el sistema eléctrico en general de la torre de comunicaciones, cuarto de neveras, alumbrado público, subestación costado oriental, proyecto CORASFALTOS y compresor CDT del Gas.

Debido a que las instalaciones eléctricas, en algunos casos, cuentan con alto grado de deterioro e incluso son inservibles o inutilizadas, se recomienda en caso de no realizarse en corto plazo la implementación de éste u otro rediseño, retirar los aparatos eléctricos que actualmente se encuentran en deterioro y reemplazarlos por aparatos nuevos. Así mismo, se recomienda retirar las acometidas antiguas que ya no cumplen la función para la que fueron instaladas, y realizar un mantenimiento a los aparatos eléctricos.

Para suplir la totalidad de anomalías encontradas se recomienda:

Cambio de 12 tableros de distribución (dos de 12 puestos y diez de 24 puestos).

Reemplazar 8 tramos de canalización tipo canaleta metálica, más 15 tramos de tubería metálica tipo IMC de ½ “. Incluyendo el cableado de estos tramos.

Reemplazo de 6 salidas para comunicación y voz por equipos eléctricos nuevos.

Reemplazo de 52 salidas de tomacorrientes.

El proceso de reemplazo y adecuación de los nuevos equipos eléctricos que actualicen a un mejor estado las anomalías encontradas cumpliendo con la normatividad tendría un costo total de 25'503.907 sin incluir el AIU.

De igual manera se recomienda la implementación total de la propuesta de rediseño, para una vez hechas las mejoras que hacen cumplir el reglamento actual, se proyecte la carga futura, y se adecúen las instalaciones eléctricas al ambiente que corresponde y a la necesidad que se encuentra.

El presente documento busca dar solución a la problemática actual del alto grado de deterioro de las instalaciones eléctricas de la zona antigua del PTG, cuenta con una propuesta de rediseño eléctrico detallada, la cual da solución inmediata a la problemática haciendo énfasis en los requerimientos de la normatividad vigente, la proyección de la demanda y el estándar institucional.

Debido a la antigüedad de las instalaciones a rediseñar, la iluminación se encuentra con bajo rendimiento debido al poco mantenimiento preventivo y a la vida útil de las lámparas halógenas. Adicionalmente el PTG como eje de desarrollo e investigación cuenta con variedad de uso de gases que requieren un nivel de seguridad mayor. La propuesta de rediseño incluye estos niveles de protección adicional en el sistema de iluminación y en acometidas eléctricas generales.

Las fichas técnicas desarrolladas en la inspección de puesta a tierra, en el registro de anomalías y en las plantillas de necesidades, muestran la necesidad de mejora de las instalaciones eléctricas asociadas a los ambientes académicos y administrativos de la zona antigua del PTG. Se sugiere el rediseño total de las acometidas debido a la cantidad de anomalías encontradas y a la reiterada adaptación de circuitos ramales y de protecciones que se hacen sin tener en cuenta las exigencias del RETIE.

Los planos eléctricos que se entregan como parte de la propuesta de rediseño permiten observar de manera clara la acometida futura, incluyendo rutas de cableado y actualización arquitectónica, que sirven de guía para diferentes actividades que se requieran en un futuro, así mismo cumplir con uno de los requisitos del reglamento, que exige la tenencia de planos para describir las redes eléctricas de una instalación.

La implementación del proyecto de rediseño de las instalaciones eléctricas de la zona antigua del PTG, tiene un costo de Mil noventa y cinco millones doscientos cinco mil setenta y tres pesos (1.095.205.073,00), donde se incluyen las instalaciones de uso final aguas abajo del transformador de 300 kVA 13200/208-120 V.

Los autores entregan a la institución educativa la propuesta del rediseño completa y clara, que cumple las exigencias del reglamento, el estándar institucional y la proyección de la demanda, lo que implica que este documento es una propuesta real donde se emplean conocimientos dados por la universidad en el transcurso de la profesión como estudiantes.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] UIS. Presentación del Parque Tecnológico Guatiguará. Disponible en: <https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/guatiguara>
- [2] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE COLOMBIA, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Resolución No. 9 0907 del 25 de octubre de 2013.
- [3] ICONTEC. Norma NTC 2050. CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. 2002, Bogotá. Colombia.
- [4] ESSA. Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución. 2005, Bucaramanga. Colombia.
- [5] CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. Norma NTC 4552. Protección contra descargas eléctricas atmosféricas, parte 2: Manejo del riesgo. Noviembre 2008.
- [6] MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA COLOMBIA, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). Resolución No 180540 del 30 de marzo de 2010.
- [7] Luis Carlos Manuel Florez Gomez, Jorge Mario Paternina Patiño, Isnardo Jose Sarmiento Carrillo, 2015. "Rediseño de las instalaciones eléctricas de la Corporación Para La Investigación De La Corrosión (CIC) ubicada en la sede Guatiguará de la UIS". Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga
- [8] INTER ELÉCTRICAS. Productos y materiales eléctricos. <http://www.interelectricas.com.co/cotiza.php>

[9] Universidad Industrial de Santander. Contratos.  
<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/contratacion/contratacionYfuncionarios.html>

## BIBLIOGRAFÍA

ESSA. Normas para Cálculo y Diseño de Sistemas de Distribución. 2005, Bucaramanga. Colombia.

FLÓREZ GÓMEZ. Luis Carlos Manuel; PATERNINA PATIÑO, Jorge Mario; SARMIENTO CARRILLO, Isnardo José. “Rediseño de las instalaciones eléctricas de la Corporación Para La Investigación De La Corrosión (CIC) ubicada en la sede Guatiguará de la UIS”. Universidad Industrial de Santander. 2015. Bucaramanga.

ICONTEC, Norma NTC 4552. Código Eléctrico Colombiano. Protección contra descargas eléctricas atmosféricas, parte 2: Manejo del riesgo. Noviembre 2008.

ICONTEC. Norma NTC 2050. CÓDIGO ELÉCTRICO COLOMBIANO. 2002, Bogotá. Colombia.

INTER ELÉCTRICAS. Productos y materiales eléctricos.  
<http://www.interelectricas.com.co/cotiza.php>

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA COLOMBIA, Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP). Resolución No 180540 del 30 de marzo de 2010.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA DE COLOMBIA, Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE). Resolución No. 9 0907 del 25 de octubre de 2013.

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Contratos.  
<http://www.uis.edu.co/webUIS/es/contratacion/contratacionYfuncionarios.html>

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. Presentación del Parque  
Tecnológico Guatimar. Disponible en:  
<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/investigacionExtension/guatimara>