

**DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES Y DE LA
INTEGRACIÓN DE LOS EQUIPOS MONITORIZABLES EXISTENTES EN LA
SEDE PRINCIPAL DE LA UIS AL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN BMS
ADOPTADO POR LA INSTITUCIÓN.**

**PAULA ANDREA PEDROZA NIÑO
KATERIN OSORIO VERA**

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

2014

**DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES Y DE LA
INTEGRACIÓN DE LOS EQUIPOS MONITORIZABLES EXISTENTES EN LA
SEDE PRINCIPAL DE LA UIS AL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN BMS
ADOPTADO POR LA INSTITUCIÓN.**

**PAULA ANDREA PEDROZA NIÑO
KATERIN OSORIO VERA**

**Trabajo de Grado para optar el título de
Ingeniera Electrónica e Ingeniera Eléctrica, respectivamente**

**Director:
Ing. Manuel José Ortiz Rangel
Ingeniero Electricista.**

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

2014

AGRADECIMIENTOS

Las Autoras de este proyecto agradecen a:

La **Universidad Industrial de Santander** y a la **Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones** por permitir nuestro crecimiento personal y profesional.

A nuestro Director **Manuel José Ortiz** por brindarnos la orientación, el tiempo y la experiencia necesaria para apoyarnos durante la elaboración de este proyecto.

A nuestros co-directores **Jorge Ramón** y **Gabriel Ordoñez** por brindarnos su tiempo, colaboración y las observaciones necesarias para hacer exitoso este proceso.

A **Schneider Electric** en especial al Ingeniero **Felipe Londoño Sepúlveda** y **Andrés Baza** por su tiempo y dedicación en la resolución de dudas.

A los Ingeniero **Henry Mejia** y **Gustavo Archila** por el tiempo y dedicación en la visitas a los cuartos técnicos y cuartos con los equipos Andover Continuum

A **Ecopetrol S.A**, en especial al equipo de Instrumentación y Control quienes durante el desarrollo de la práctica como Ingeniera Electrónica (Estudiante: Paula Andrea Pedroza Niño) me han brindado los medios para relacionarme con la

Industria, mostrando arquitecturas de comunicación similares y mucho más robustos basadas en protocolos Industriales.

DEDICATORIA

Luego de finalizar este arduo trabajo, sólo me resta dar las gracias, a Dios por ser mi aliento, mi fortaleza y mi mayor guía.

A mi compañera Katerin Osorio Vera por su paciencia, por ser mi cómplice de todos los momentos de malestar, preocupación, esfuerzo y otros tantos de alegría y éxito.

A mi Madre por estar siempre a mi lado, por vivir todos y cada una de mis preocupaciones y alegrías como si fueran parte de ella, por ser mi mejor ejemplo de valentía y perseverancia.

A mi Padre por brindarme siempre las mejores oportunidades, por su esfuerzo y dedicación, por ser el ejemplo más tangible de responsabilidad y firmeza.

A mis hermanos por ser mi modelo a seguir, mi fortaleza, las personas que más confían en mí, porque en ellos siempre encuentro los mejores consejos... A Nataly por ser una madre más, y a Kike por ser mi gran amigo.

Al pequeño Rafaelito porque es capaz de sacarme una sonrisa en cualquier momento, porque a su corta edad me ha enseñado que para ser feliz no se necesita más que tener la disposición y las ganas de serlo.

A las personas que han estado conmigo en este camino, que dejaron una huella, que llenaron mi vida de enseñanzas, y que no me dejaron desfallecer.

A mis compañeros de carrera por estos cinco años.

PAULA ANDREA PEDROZA NIÑO

DEDICATORIA

Con una alegría inmensa de culminar exitosamente este trabajo, lo único que me queda por hacer es darle gracias a Dios por ser mi fortaleza, mi guía y acompañante.

A mi amiga y compañera de trabajo Paula Andrea Pedroza por apoyarme y animarme siempre en los mil momentos de preocupación, alegría y hasta locura para terminar con éxito este proyecto.

A mi mamá Isabel Vera por ser mi mayor apoyo y darme la tranquilidad ante cualquier cosa que pudiera suceder, por enseñarme a luchar por las cosas y no desfallecer.

Mis hermanos Yamile y Andrés Sánchez por estar pendientes de mí, por sus consejos y por colaborarme en lo que necesitaba.

A mi sobrina Nathalia Sofía por ser parte de mi alegría y mostrarme una forma de ver las cosas aunque ella no lo sepa.

A mi tío Juan Carlos Vera por darme la oportunidad de seguir en la academia y apoyarme en mi carrera profesional.

A toda la Familia Vera en general por preocuparse por mí, por sus consejos y colaboración en todas las metas que he logrado cumplir.

A la Familia Pedroza Niño por abrirme las puertas de su casa, por su apoyo y colaboración incondicional y por permitirme ser parte de su vida.

A todas las personas que han estado a mi lado y me han enseñado se seguir adelante ante cualquier situación.

KATERIN OSORIO VERA

CONTENIDO

	PÁG
INTRODUCCIÓN	15
DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	18
OBJETIVO GENERAL	18
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
PROBLEMA	19
1. GENERALIDADES	21
1.1 GENERALIDADES ACERCA DE LA INSTALACIÓN Y MONITORIZACIÓN DE EQUIPOS.	26
2. ACTUALIZACIÓN Y UNIFICACIÓN DEL ARCHIVO TÉCNICO DE LOS DISPOSITIVOS DE MONITORIZACIÓN PRESENTES.	29
3. DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES	35
3.1 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS APTOS PARA MONITORIZACIÓN.	35
3.2 DATOS QUE SUMINISTRAN LAS PLANTAS ELÉCTRICAS Y MEDIDORES DE POTENCIA.	38
3.3 RECONOCIMIENTO DE PROTOCOLOS PRESENTES EN LOS DISPOSITIVOS.	40
3.4 PLANTEAMIENTO DE LA INTEGRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MONITORIZACIÓN AL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN.	46
3.4.1 Primera solución con protocolo Modbus RTU:	46
3.4.2 Segunda solución con protocolo Modbus TCP/IP	49

3.5 CASOS A FUTURO DE VINCULACIÓN DE NUEVOS DISPOSITIVOS	52
4. EVALUACIÓN DE CONFORMIDAD EN LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS SEGÚN EL REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)	54
4.1 SUBESTACIÓN EDIFICIO DE ELÉCTRICA	54
4.2 SUBESTACIÓN EDIFICIO JORGE BAUTISTA VESGA	55
4.3 SUBESTACIÓN EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL	56
4.4 SUBESTACIÓN PLANTA DE ACEROS	57
4.5 SUBESTACIÓN EDIFICIO CAMILO TORRES	58
4.6 SUBESTACIÓN EDIFICIO DE INGENIERÍA MECÁNICA	59
4.7 SUBESTACIÓN AUDITORIO LUIS A. CALVO	60
4.8 SUBESTACIÓN EDIFICIO DE INGENIERÍA QUÍMICA	61
4.9 SUBESTACIÓN BIBLIOTECA	62
4.10 SUBESTACIÓN CENTIC	62
4.11 SUBESTACIÓN EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I	63
4.12 SUBESTACIÓN EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II	64
4.13 SUBESTACIÓN EDIFICIO ALVARO BELTRAN PINZÓN	65
4.14 SUBESTACIÓN EDIFICIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL	66
4.15 SUBESTACIÓN EDIFICIO DE CIENCIAS HUMANAS	66
4.16 SUBESTACIÓN CENIVAM	67
4.17 SUBESTACIÓN COLISEO	68
4.18 SUBESTACIÓN SALUD	69
4.19 SUBESTACIÓN SALUD MORFOLOGÍA	69
4.20 SUBESTACIÓN ALTA TENSIÓN	70
4.21 EVALUACIÓN TÉCNICA PARA LAS SUBESTACIONES.	71

4.22 RECOMENDACIONES GENERALES.	75
5. COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN	80
5.1 COSTOS PARA DISEÑO DE COMUNICACIÓN CON MODBUS RTU	81
5.2 COSTOS PARA DISEÑO DE COMUNICACIÓN CON MODBUS TCP/IP	86
5.3 OBSERVACIONES DENTRO DEL PROCESO	91
RECOMENDACIONES	93
CONCLUSIONES	94
BIBLIOGRAFÍA	96
ANEXO A. EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LAS SUBESTACIONES	99

LISTA DE FIGURAS

	PÁG
Figura 1. Transformador Convencional.	22
Figura 2. Transformador tipo pedestal.	22
Figura 3. Planta Eléctrica edificio de Ciencias Humanas.	23
Figura 4. Central de medida, PM800 Schneider-Electric.	24
Figura 5. Medidor de Potencia, Satec PM130EH PLUS.	24
Figura 6. Distribución de Cuartos Técnicos Existentes	29
Figura 7. Formato visitas técnicas	31
Figura 8. Medidor de Energía sobre Tablero General.	38
Figura 9. Protocolos usados por Andover Continuum	41
Figura 10. Esquema General de Andover Continuum	44
Figura 11. Arquitectura de Comunicación con Pasarelas de enlace	46
Figura 12. Esquema de Conexión 1	48
Figura 13. Esquema de Conexión solución II	51
Figura 14. Esquema de Cableado con Modbus RTU	82
Figura 15. Esquema de Cableado con Modbus TCP/IP	86

LISTA DE TABLAS

	PÁG
Tabla 1. Clasificación de existencia de Dispositivos por cuarto técnico.	32
Tabla 2. Marca y protocolo de los equipos de medición de energía	33
Tabla 3. Plantas eléctricas por cuarto técnico.	34
Tabla 4. Listado Plantas Eléctricas	35
Tabla 5. Listado Medidores de Potencia	36
Tabla 6. Listado de Xdriver	47
Tabla 7. Requisitos para Cuartos Técnicos.	71
Tabla 8. Evaluación Técnica	73
Tabla 9. Continuación de la Evaluación Técnica	74
Tabla 10. Costos para Modbus RTU	86
Tabla 11. Costos para Modbus TCP//P	87

LISTA DE ANEXOS

	PÁG
ANEXO A. EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LAS SUBESTACIONES	99

RESUMEN

TÍTULO: DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES Y DE LA INTEGRACIÓN DE LOS EQUIPOS MONITORIZABLES EXISTENTES EN LA SEDE PRINCIPAL DE LA UIS AL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN BMS ADOPTADO POR LA INSTITUCIÓN.¹

AUTORES: PAULA ANDREA PEDROZA NIÑO
KATERIN OSORIO VERA²

PALABRAS CLAVE: Cuarto Técnico, bóveda, Transformador, Medidor de Potencia, Planta Eléctrica, Protocolo, monitorización, Plataforma.

DESCRIPCION:

La evolución de la sociedad se ha desencadenado de diversas maneras, una de ellas tiene que ver con el avance en las edificaciones y los centros de población aprovechando el uso de tecnologías con el objetivo de mejorar procesos, la organización, la seguridad y el confort de las personas que hacen uso del recinto.

Es así como la Universidad Industrial de Santander (UIS) consiente con la necesidad de orientarse hacia la confiabilidad de los procesos, adoptó un sistema BMS (Building Management System o Sistema de Automatización de Edificaciones) para monitorizar el control de accesos de los estudiantes, los funcionarios y los visitantes, lo cual acarrió la adquisición de una plataforma junto con toda la infraestructura necesaria para su correcto funcionamiento, esta plataforma se puede aprovechar adicionalmente con la integración de equipos con capacidad de monitorización existentes dentro del campus Universitario, que a pesar de estar adecuados en algunos cuartos técnicos aún no aportan información importante dentro de un esquema de monitorización, desperdiciando la oportunidad de mejorar factores de reducción del riesgo dentro de los edificios, así como el esquema racionalización y de gestión de la energía.

El desarrollo en los procesos que se llevan a cabo dentro de la Institución con la adopción de la plataforma de monitorización, también puede buscar la seguridad y la confiabilidad de los cuartos técnicos donde están ubicados los dispositivos con capacidad de monitorización, apuntando así hacia un estándar de automatización característico de proyectos de edificaciones modernas.

¹ Proyecto de Grado

² Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones, Director: Manuel José Ortiz R. Codirectores: Gabriel Ordóñez Plata y Jorge Hernando Ramón Suárez

ABSTRACT

TITLE: DESIGN OF THE ARCHITECTURE OF COMMUNICATIONS AND INTEGRATION OF THE EXISTING MONITORIZABLES EQUIPMENTS AT THE MAIN HEADQUARTERS OF UIS TO THE BMS AUTOMATION SYSTEM ADOPTED BY THE INSTITUTION.³

AUTHORS: PAULA ANDREA PEDROZA NIÑO
KATERIN OSORIO VERA⁴

KEYWORDS: Technical room, dome, transformer, Power Meter, Power Plant, Protocol, monitoring, Platform.

DESCRIPTION

The evolution of the society has triggered in various ways, one of them has to do with the advance in population centers and the buildings taking advantage of technologies with the aim of improving processes, the organization, safety and comfort of people who make use of the site.

It is as well as the Universidad Industrial de Santander (UIS) agrees with the need to focus on the reliability of processes, it adopted a system BMS (Building Management System or buildings automation system) to monitor the control of access of students, staff and visitors, which led to the acquisition of a platform together with all the necessary infrastructure for their proper operation. This platform can be used in addition with the integration of equipment with capacity of existing monitoring within the University campus, which despite being placed in some technical rooms still do not provide important information within a framework of monitoring, wasting the chance to improve reduction of risk factors within the buildings, as well as the rationalization scheme and energy management.

Development in the processes that are conducted within the institution with the adoption of the monitoring platform, can also search for the safety and reliability of the technical rooms where devices capable of monitoring are located, thus pointing to an automation standard typical of modern constructions projects.

³ Undergraduate Dissertation.

⁴ Faculty of Physical-Mechanical Engineering, School of Electrical, Electronic and Telecommunications Engineering, Director: Manuel José Ortiz R. Codirectors: Gabriel Ordóñez Plata and Jorge Hernando Ramón Suárez

INTRODUCCIÓN

La sociedad ha desarrollado tecnologías que permiten realizar mejoras en los procesos de operación, seguridad y mantenimiento de las instalaciones que hacen parte de las edificaciones. Actualmente, no sólo es suficiente con disponer de equipos que puedan brindar aisladamente información sobre los sistemas en los que se encuentren, sino que es necesario implementar un esquema de control que pueda integrar todos los dispositivos que se disponga logrando analizar en tiempo real los eventos que se puedan presentar en el sistema.

Para mejorar la operación, la supervisión, la seguridad y el mantenimiento de las instalaciones, se requiere la implementación de nuevas tecnologías como los sistemas de automatización de edificaciones que cumplen con su objetivo a partir de una arquitectura de comunicación que realice operaciones en el sistema de acuerdo con parámetros previamente establecidos.

La UIS con miras al aprovechamiento de los dispositivos electrónicos de monitorización instalados en los tableros de distribución y las plantas de emergencia, se ha interesado en la implementación de un esquema de monitorización el cual puede ofrecer información importante para la reducción del riesgo eléctrico dentro de los recintos técnicos, mejorar el control de accesos de las personas y facilitar las estrategias para la racionalización de los consumos energéticos. Una parte importante de las estrategias de gestión energética es la desagregación del consumo energético de las edificaciones para construir parámetros de referencia como las líneas de base energética.

La arquitectura del sistema de comunicaciones como parte del sistema de automatización BAS, puede mejorar el funcionamiento y el mantenimiento de los

equipos con capacidad de monitorización ubicados en los cuartos técnicos y optimiza el proceso uso final de energía. Su diseño requiere de algunas consideraciones que debe tener el sistema para integrar al sistema BAS los diferentes equipos que hacen parte de la infraestructura del campo universitario, estas consideraciones corresponden a:

- ✓ Protocolos
- ✓ Equipos electrónicos
- ✓ Software
- ✓ Hardware
- ✓ Medios de comunicación

Teniendo en cuenta estas consideraciones la plataforma del sistema BMS puede supervisar, favorecer el proceso de mantenimiento y la detección de fallas o averías, y en general mejorar los procesos de gestión de los equipos.

Los protocolos para el diseño de comunicación, deben ser estandarizados y compatible con tecnologías de automatización implementadas en la Institución. La elección de esta consideración depende de los equipos de monitorización que se deben interconectar en las diferentes subestaciones de la UIS y del software utilizado. El sistema BMS ofrece un esquema de automatización con capacidad de brindar soporte a diferentes tipos de dispositivos interconectados con diversos protocolos de comunicación, permitiendo la integración de equipos existentes con capacidad de monitorización, abriendo la posibilidad a conexiones futuras de medidores de energía, planta eléctricas que puedan ser incorporadas en el futuro incluyendo nuevas medidas de seguridad y monitorización que mejorar el nivel de confort y seguridad de las instalaciones, por ejemplo mediante la adopción de sistemas contra incendio.

De manera consistente con lo expuesto, el presente proyecto de grado plantea un esquema de monitorización en el campus Universitario, el cual integra los

dispositivos monitorizables existentes y a su vez abre un espacio y trayectoria a tecnologías vigentes y venideras.

Además de esto se plantean espacios de cuartos técnicos que sean confiables y seguros para los funcionarios de la UIS, acogiendo estos parámetros a las Normas vigentes en el territorio Colombiano, como el Reglamento de Instalaciones Eléctricas RETIE y el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050, que ofrecen unos parámetros mínimos de disposición de los lugares, realizando entonces las observaciones necesarias en cada uno de los cuartos técnicos.

Este trabajo hace parte de los primeros pasos que se deben dar dentro de la Institución para lograr encaminar el campus universitario a un espacio seguro, confiable, con un sistema de gestión energética, que siga el esquema de edificios inteligentes que precisamente se encargan de garantizar el confort, seguridad y funcionalidad de las edificaciones.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

OBJETIVO GENERAL

- Recopilación y actualización de la información técnica de los equipos monitorizables existentes en el campus principal de la UIS y la Facultad de Salud, con el propósito de realizar el diseño complementario de la infraestructura de comunicaciones y de la integración de los parámetros monitorizables al sistema de información del BMS adoptado por la UIS.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Actualizar y unificar el archivo técnico de los dispositivos de monitorización presentes en los equipos existentes en la institución como plantas de emergencia, transformadores, tableros de baja tensión, unidades ininterrumpidas de potencia, etc. Incluye la recomendación de los componentes adicionales como sistemas de detección de incendio, sistemas de detección de intrusos, etc.
- Diseñar la red de comunicaciones que se requiere para incorporar los dispositivos de monitorización al sistema de automatización institucional. Incluye la evaluación de alternativas tecnológicas que garanticen la conectividad bajo un esquema racional de costos. Adicionalmente incluye la definición de los requisitos técnicos para garantizar la compatibilidad de los protocolos de comunicaciones de los dispositivos existentes con el sistema BMS institucional.
- Cuantificar las inversiones que se requieren para las redes de comunicaciones y los equipos adicionales o complementarios que permitan la integración de los equipos incluidos en el listado de monitorizables.

Incluye la estimación de los costos relacionados al enrolamiento y la parametrización de los equipos.

PROBLEMA

Los sistemas de seguridad electrónica y de monitorización de los equipos eléctricos especiales o sensibles, son un componente importante y bastante frecuente en las edificaciones de uso institucional.

La seguridad de las personas y de los equipos que hacen parte de una organización, demandan de manera tradicional esfuerzos importantes a nivel de seguridad física con personal especializado, sin embargo el factor humano no excede la funcionalidad y capacidad de los sistemas electrónicos para advertir de manera oportuna los riesgos y situaciones de peligro para los individuos y las instalaciones. En este sentido, la inmótica involucra la combinación de “hardware” y “software” en la infraestructura de las edificaciones para mejorar los procesos y los procedimientos de seguridad. Adicionalmente la capacidad de monitorizar parámetros técnicos de los sistemas y equipos especiales justifica la integración de las múltiples funcionalidades de los sistemas inmóticos

Actualmente la sede principal de la Universidad Industrial de Santander y la Facultad de Salud, cuentan con una plataforma de integración en el enfoque de control de accesos y de seguridad electrónica, que supla las falencias de los procedimientos manuales basados en el control de ingreso de estudiantes, funcionarios y visitantes mediante la validación del carné por medio de una base de datos alojada en dispositivos móviles, y el control del acceso y salida de vehículos mediante una ficha reimpressa y diligenciada manualmente.

Dicho esquema de seguridad se implementó bajo un sistema BMS, encargado principalmente de controlar, supervisar y reportar cualquier tipo de actividad dentro de la institución. Logrando de esta manera, la integración de sistemas que

permitan dar soluciones de forma inmediata a cualquier situación de riesgo que se genere.

Se hace necesario incorporar al sistema BMS los equipos con capacidad de monitorización que hacen parte de las instalaciones en los cuartos técnicos de la universidad, con el fin de obtener datos de los equipos y sistemas existentes que mejoren el nivel de confort en los ambientes técnicos utilizados por el personal de la institución.

La ausencia de sistemas para la identificación de fallas dentro de las instalaciones de la institución favorece el desperdicio energético dado que no existe una racionalización que pueda controlar el uso de cargas innecesarias. Por tal motivo no solo se necesitan técnicas de monitoreo que faciliten los procesos de evaluación, sino que es importante gestionar la información que demanda el sistema BMS para el desarrollo las tareas que contribuyen, al ahorro y el desarrollo sostenible de la misma.

De igual manera se brindará una evaluación técnica preliminar de los cuartos en donde se evidencien las observaciones principales que no garanticen la seguridad e integridad del personal y los equipos dentro de los mismos, esta evaluación se realiza acorde con las Reglas Técnicas Colombianas Vigentes para Instalaciones Eléctricas, como el RETIE y la NTC 2050.

1. GENERALIDADES

Este proyecto comprende la visita a los cuartos técnicos y el conocimiento de algunas generalidades encontradas en los cuartos, a continuación se empezará describiendo el concepto básico de cuarto eléctrico según el Reglamento técnico de Instalaciones Eléctricas, vigente y que rige a los colombianos el territorio nacional:

Un cuarto eléctrico es el “recinto o espacio en un edificio dedicado exclusivamente a los equipos y dispositivos eléctricos, tales como transformadores, celdas, tableros, UPS, protecciones, medidores, canalizaciones y medios para sistemas de control entre otros. Algunos edificios por su tamaño deben tener un cuarto eléctrico principal y otros auxiliares.”⁵

A continuación se mencionan algunos de los instrumentos y dispositivos más relevantes o conceptos básicos encontrados en el proceso de reconocimiento y mejoramiento de cada uno de los cuartos visitados.

✓ Transformador: Es un dispositivo eléctrico, que realiza una transformación de niveles de corriente o tensión a otros valores, el uso del transformador ha posibilitado el transporte de energía, a continuación se mencionarán tres tipos de transformadores vistos durante las visitas:

- Transformador convencional: Son transformadores que pueden ser usados en intemperie o interiores, sin embargo su principal uso es en servicios residenciales. Los transformadores de este tipo no incluyen accesorios de protección como pararrayos, protecciones contra sobre-tensión y sobrecarga los cuales deben ser externos. La Figura 1 muestra un ejemplo de Transformador convencional en la Universidad.

⁵ Definición tomada del Retie 2013.

Figura 1. Transformador Convencional.



Tomado de: Jorge Bautista Vesga

- Transformador tipo pedestal o pad mounted: Puede ser usado tanto en exteriores, interiores o sistemas subterráneos, es un transformador que se caracteriza por tener compartimientos o dos tipos de particiones independientes cerradas, uno para alta y otro para baja tensión, los cables de alimentación para este tipo de transformadores entran por la parte inferior del transformador. A continuación (Figura 2) se muestra un transformador tipo pedestal dentro de la UIS

Figura 2. Transformador tipo pedestal.



Tomada de: Coliseo

Cabe resaltar que también existen otro tipo de transformadores, tales como: Transformador autoprotegido, de pequeña potencia, Ocasionalmente sumergible, sumergible y seco

✓ Planta Eléctrica: Es un generador de Electricidad, con ayuda de un motor de combustión, su objetivo es generar Energía en el momento en el cual exista un cese o corte de Electricidad, también puede ser usada en caso de que la potencia de la red eléctrica no sea suficiente para las necesidades requeridas, así mismo como sistema de seguridad en momentos en los que esporádicamente se pueda sufrir de pérdidas periódicas de energía y esto acarree pérdidas económicas, apagado de equipos, pérdidas de producción, entre otras. En la Figura 3 se observa una planta eléctrica en la UIS

Figura 3. Planta Eléctrica edificio de Ciencias Humanas.



Tomado de: Camilo Torres

✓ Central de Medida: Una central de medida también conocido como medidor de energía, nombre que se otorga según el fabricante, se caracteriza por realizar una adquisición, medición y visualización de datos, es un elemento de control que

puede sustituir otros dispositivos de medición. Puede ser ubicado en cualquier subestación o edificio, obteniendo medidas como: Tensión, corriente, potencia activa, reactiva, aparente, frecuencia, THD, entre otras. Las centrales de medida pueden simplemente tener un panel frontal en que pueda ser visualizada la información o pueden contar con un puerto de comunicaciones mediante el cual se puedan integrar a un sistema de control y supervisión. Las Figuras 4 y 5 muestran dos centrales de medida la cuales se encuentran en algunos tableros generales de los cuartos técnicos.

Figura 4. Central de medida, PM800 Schneider-Electric.



Tomada de: Edificio Camilo Torres

Figura 5. Medidor de Potencia, Satec PM130EH PLUS.



Tomada de: Edificio de Estudios Industriales

Se hace necesario resaltar que en el caso del campus universitarios, los medidores de energía o centrales de medida se encuentran unidos al tablero general del cuarto eléctrico correspondiente, los tableros son principalmente celdas con encerramiento metálico que alojan elementos necesarios para el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica, tales como interruptores, barrajes, fusibles, aparatos de medición y corte, entre otros.

✓ Bóveda: “Encerramiento dentro de un edificio con acceso sólo para personal calificado, reforzado para resistir el fuego, sobre o bajo el nivel del terreno, que aloja transformadores de potencia para uso interior aislados en aceite mineral, secos de más de 112,5 kVA o de tensión nominal mayor a 35 kV. Posee aberturas controladas (para acceso y ventilación) y selladas (para entrada y salida de canalizaciones y conductores).”⁶

✓ Subestación: Una subestación se puede conocer como el conjunto de equipos eléctricos e instrumentos necesarios (equipo principal, transformador) para realizar un suministro de energía eléctrica, así mismo puede ser la encargada de realizar una modificación entre los niveles de tensión que se requieran en la instalación que lo contenga, entrando el concepto de subestaciones elevadoras las cuales como cuyo nombre lo indica, elevan el nivel de tensión; o subestaciones reductoras que reducen el nivel de tensión para entregarlo a las instalaciones que lo contengan.

⁶ Tomado de: Nuevo Retie, según **Resolución 90708 de agosto 30 de 2013**

1.1 GENERALIDADES ACERCA DE LA INSTALACIÓN Y MONITORIZACIÓN DE EQUIPOS.

Para la fase de integración de equipos se hace necesario mencionar la plataforma de automatización de edificaciones BMS Andover Continuum, creada por la compañía Schneider Electric, con el objetivo automatizar, controlar y monitorear, apuntando hacia la idea de Edificios Inteligentes, la plataforma se basa contiene dos partes esenciales, una compuesta por el software el cual se encuentra instalado en un computador y la otra el uso de Hardware, el cual comprende principalmente la utilización de dispositivos conocidos como “*controladoras*” quien se encarga de ser básicamente el puente que interactúa con los protocolos, llevando la información del dispositivo al software.

Así mismo los protocolos que se pueden ver envueltos dentro de este proceso de instalación de los equipos de medidores de potencia o comandos de control presentes en las plantas eléctricas, son los siguientes:

Protocolo BACNet

Es un protocolo norteamericano que fue implementado por grandes organizaciones a nivel mundial, tales como la ISO y la ANSI, que fue generalizado a tal punto de ser convertido en el protocolo usado en las plataformas de automatización.

Presenta ciertas ventajas, como la utilización en redes LAN y WAN o conexiones Ethernet y TCP/IP.

Fue creado especialmente para edificios en los cuales se requiriera un sistema de automatización y seguridad, tales como: control de equipos, sistemas de acceso, de ventilación, entre otros; así como su alta gama de tecnología que puede integrar diferentes dispositivos.

Protocolo Modbus

Es un protocolo de comunicación usado a nivel industrial, se basa en el sistema maestro/esclavo o cliente/servidor que técnicamente es un sistema en el que el maestro (siendo este el cliente), pregunta cierto tipo de información que requiera y el esclavo (servidor) responde la solicitud demandada por el cliente. También utiliza un sistema unidireccional en el que el maestro envía una orden a todos los esclavos y ellos atienden a dicha orden.

Se clasifica principalmente en dos, Modbus RTU usado como comunicación serial con cables RS-485 o RS-232, así como una segunda versión de Modbus TCP/IP via Ethernet

Protocolo OPC

Es un protocolo usado a nivel industrial en los campos de control y supervisión de procesos, al igual que el protocolo modbus presenta comunicación cliente/servidor, basándose en una tecnología de Microsoft (OLE/COM), sin embargo esto no quiere decir que no sea posible realizar una adaptación con un sistema operativo como Linux, muestra la ventaja de implementar tan sólo una interfaz evitando así la utilización de *drivers* en el momento en el que se desee cambiar el hardware. Sin embargo al utilizar una plataforma tan transparente y común para muchos, es posible que los datos obtenidos puedan ser violados y alterados por personas con intenciones de dañar la veracidad de estos.

Para finalizar vale la pena mencionar el concepto de *Switch*, se maneja dado que nace como una solución a la implementación de una red de seguridad en la Universidad. Una red es la conexión de equipos o dispositivos con el objetivo principal de intercambiar información, por lo tanto se crea una red independiente

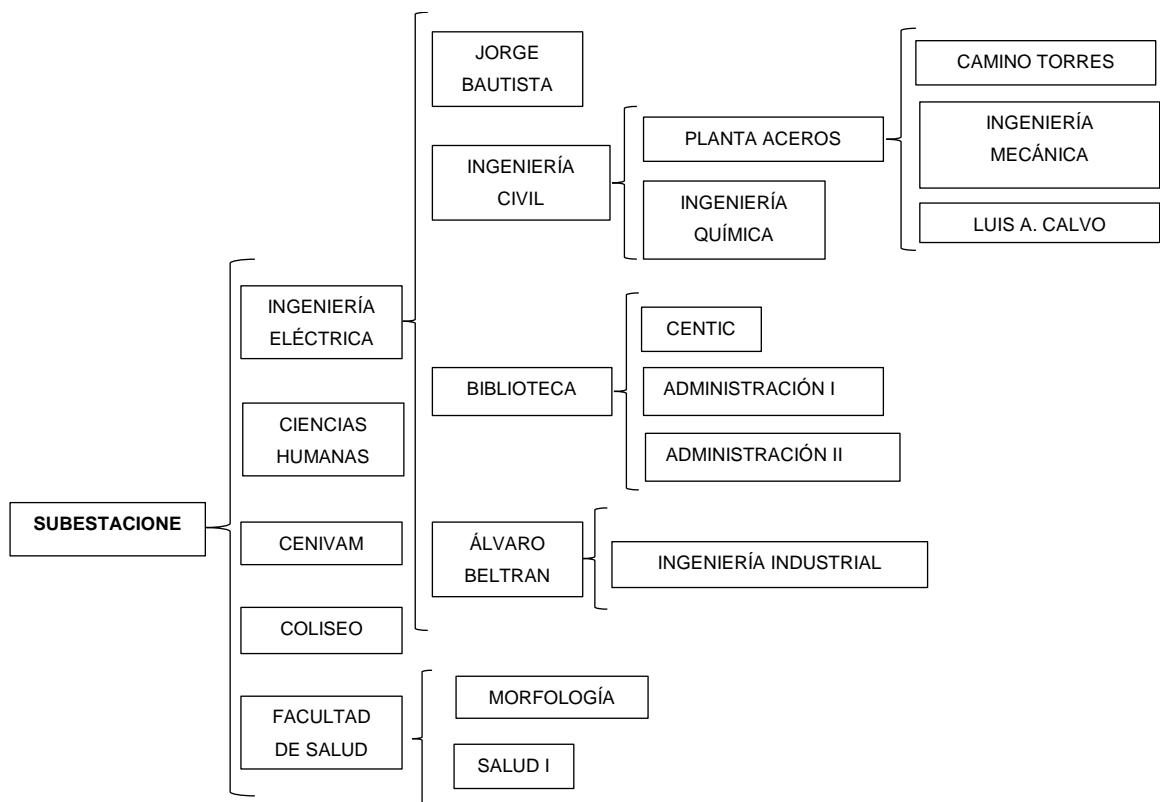
que es la encargada de manejar ese tráfico de datos, que empieza con la implementación del control de accesos al campus y que puede extenderse para incorporar un sistema de seguridad más robusto, la conexión de la red se hace mediante fibra óptica, que presenta la ventaja de ser menos inmune a la interferencia, mayor seguridad y velocidad.

2. ACTUALIZACIÓN Y UNIFICACIÓN DEL ARCHIVO TÉCNICO DE LOS DISPOSITIVOS DE MONITORIZACIÓN PRESENTES.

La actualización y unificación del archivo técnico de la UIS y la facultad de Salud, comprende la visita y reconocimiento de los cuartos técnicos. La UIS cuenta con cinco subestaciones grandes, incluyendo la subestación de Salud, una de estas cinco se conoce como la subestación principal, de la cual se despliegan cuatro subestaciones más, así mismo cada una de estas se desencadenan en otra serie de subestaciones. La Figura 6 y 7 muestran la información anteriormente mostrada.

De acuerdo con lo anterior, la organización es de la siguiente forma:

Figura 6. Distribución de Cuartos Técnicos Existentes



Luego de conocer la distribución de las subestaciones con la que cuenta la Universidad, se realizaron las visitas a los cuartos técnicos mencionados anteriormente. Durante la visita, se contó con la presencia del Ingeniero Gustavo Archila Hernández profesional de la división de Planta Física, quien fue el encargado de supervisar y asesorar lo referente a las instalaciones eléctricas del campus principal y la facultad de Salud.

En las visitas realizadas se recogió información del estado en que se encontraban cada uno de los equipos instalados, tales como, transformadores, tableros generales, plantas eléctricas y los dispositivos aptos para la integración al sistema de monitorización. La información fue anexada en un formato (Figura 8) básico realizado por las autoras del documento, el cual almacena los datos más relevantes de los equipos con los que cuenta la Universidad y el listado de los dispositivos Monitorizables. Este documento también incluye la firma de la persona encargada de acompañar el recorrido realizado.

Figura 7. Formato visitas técnicas

FORMATO DE VISITAS TÉCNICAS									
1.	INFORMACIÓN GENERAL								
	FECHA	DÍA	MES	AÑO	LUGAR		Desde:		Hasta:
2.	PARTICIPANTES								
	ESTUDIANTES				ACOMPAÑANTES				
	Paula Andrea Pedroza Niño								
Katerin Osorio Vera									
3.	CUARTO TÉCNICO								
	TRANSFORMADOR								
	TIPO				MARCA				
	REFERENCIA								
	OBSERVACIONES								
	PLANTA ELECTRICA								
	MARCA				REFERENCIA				
	RED DE DATOS				MARCA				
	OBSERVACIONES								
	DETALLES TABLERO GENERAL								
	RED DE DATOS	Si:	No:	MARCA					
	DETALLES								
	DETALLES TABLERO AIRE ACONDICIONADO								
	RED DE DATOS	Si:	No:	MARCA					
	DETALLES								
4.	OBSERVACIONES								
5.	FIRMAS								

El formato fue diligenciado con las observaciones que se encontraban de los cuartos técnicos, así mismo, se realizó un registro fotográfico en el cual se evidencian los equipos monitorizables, plantas eléctricas, tableros generales, y las fallencias encontradas en el sistema.

Vale la pena resaltar que durante las visitas se presentan algunas restricciones, tales como, dimensionar con exactitud las rejillas de ventilación presentes en las bóvedas de los transformadores, dado que por seguridad no era recomendable acceder más allá de la puerta principal de las bóvedas, también se carece de un luxómetro el cual pueda arrojar un valor exacto de los luxes de cada uno de los cuartos técnicos.

El proceso de la visita a las subestaciones inicia con el planteamiento de las recomendaciones necesarias y las fallencias que se encontraron dentro de los cuartos y permite tener un acercamiento con los equipos de monitorización existentes dentro de la Institución. Por otra parte, esta actividad permitió realizar una serie de tablas en donde se relaciona lo existente en cada cuarto técnico, o la cantidad de equipos monitorizables que se encontraron.

A continuación se muestra una primera tabla resumen en la que se plantea qué cuartos técnicos tienen instalados medidores de energía en tablero general, aire acondicionado y paneles de control en planta eléctrica.

Tabla 1. Clasificación de existencia de Dispositivos por cuarto técnico.

Cuartos Técnicos	Medidor de Energía en Tablero General	Medidor de Energía en T.AireAcondicionado	Planta Eléctrica
Camilo Torres	SI	NO	SI
Jorge Bautista Vesga	NO	NO	NO
Planta Aceros	NO	NO	NO
Civil	SI	NO	NO

Química	NO	NO	NO
Álvaro Beltrán	NO	NO	NO
Industrial	SI	SI	NO
Salud Morfología	NO	NO	NO
Administración 1	NO	NO	SI
Biblioteca	NO	NO	SI
Publicaciones	NO	NO	SI
Alta Tensión	NO	NO	NO
Luis A. Calvo	NO	NO	SI
Mecánica	NO	NO	NO
Centic	NO	NO	SI
Cenivam	NO	NO	SI
Salud 1	NO	NO	NO
Ciencias Humanas	NO	NO	SI
Coliseo	SI	NO	NO
Administración 2	SI	NO	NO

De acuerdo con la información indicada en la *Tabla 1*, se presenta la síntesis de los medidores de energía y plantas eléctricas que hacen parte de la instalación dentro de los cuartos técnicos.

Tabla 2. Marca y protocolo de los equipos de medición de energía

Cuartos Técnicos	Tablero General	Protocolo
Camilo Torres	Merlin Gerin PM800 (Schneider Electric)	Modbus RTU
Civil	ABB ANR 144	Modbus RTU
Industrial	Satec PM 130 EH	Modbus RTU
Coliseo	Circutor CVM 96	Modbus RTU
Administración 2	Satec true meter PM 130 E	Modbus RTU

Tabla 3. Plantas eléctricas por cuarto técnico.

Lugar	Generador		
	Marca	Modelo	Serie
Camilo Torres	Cummins	C300D6-4	E10T015646
Administración 1	Cummins	GCT 8.3	45243846
Biblioteca	Cummins	C300D6-4	E10T015646
Cenivam	Cummins	C135 D6-4	B10T014447
Centic	Cummins	C200 D6-4	C06T001892
Ciencias Humanas	Cummins	C200 D6-4	H05T001164
Eléctrica	Cummins	C200 D6-4	K12T025460
Luis A. Calvo	Kohler	50RZ282	391561

En el anexo 1 en formato digital se encuentran los formatos diligenciados durante la visita técnica a los cuartos, los anexos fueron diligenciados durante la visita con las observaciones rápidas del momento, adicional a cada formato se realizó una síntesis de las observaciones más importantes advertidas en cada cuarto técnico mostrado también en el anexo 1, además de esto incluye el registro fotográfico realizado para cada cuarto.

3. DISEÑO DE LA ARQUITECTURA DE COMUNICACIONES

3.1 IDENTIFICACIÓN DE EQUIPOS APTOS PARA MONITORIZACIÓN.

Durante el diseño de la arquitectura de comunicaciones, se identificaron los equipos con capacidad de monitorización presentes en la UIS, con el objetivo de plantear la arquitectura necesaria del sistema de comunicaciones según las especificaciones de los dispositivos, se identificaron dos clases de equipos principales, el primero corresponde a los paneles de control de las plantas eléctricas y el segundo, los medidores de potencia ubicados en los tableros generales de algunos cuartos técnicos.

Para el caso de plantas eléctricas se cuenta con el siguiente inventario:

Tabla 4. Listado Plantas Eléctricas⁷

CuartosTécnicos	Detalles Planta		
	Marca	Modelo	Potencia [KW]
Administración 1	Cummins	gct 8.3	125
Biblioteca	Cummins	c300 d6	300
Camilo Torres	Cummins	c300 d6	300
Cenivam	Cummins	c135 d6	136
Centic	Cummins	c200 d6	208
Ciencias Humanas	Cummins	c200 d6	200
Eléctrica	Cummins	c200 d6	208
Luis A. Calvo	Kohler	50RZ282	139
Publicaciones	Stewart & Stevenson		

⁷ Autor

Para el caso de medidores de energía, se cuenta con el siguiente inventario:

Tabla 5. Listado Medidores de Potencia

Cuartos Tecnicos	Tablero General	T. Aire Acondicionado
Camilo Torres	Schneider Electric PM800	NO
Civil	ABB ANR 144	NO
Industrial	Satec PM 130 EH	Satec PM 130 EH
Coliseo	Circuitor CVM 96	NO
Administración 2	Satec true meter PM 130 E	NO

En el caso de las plantas eléctricas, se hace necesario resaltar que no se cuenta con información de la planta presente en Publicaciones, debido a que no está a cargo de la división de planta física, y a pesar de que fue posible acceder al sitio en el que se encuentra, no se encontró de la llave de acceso a la cabina que encapsula la planta eléctrica dado a que como se mencionó anteriormente esta planta eléctrica no se encuentra a cargo de la división de planta física.

Otro caso importante corresponde a la planta situada en Luis A. Calvo, única planta a gas con la que cuenta la institución, no es apta para monitorización debido a la antigüedad del equipo, por lo tanto, no es posible que este equipo logre ser monitorizable, se hace necesario la adquisición de una planta nueva en caso tal de que se desee monitorizar.

Por último, la planta eléctrica ubicada en el edificio de Administración I, que cuenta con un panel de control manual, no apto para la integración al esquema de monitorización, ya que no presenta ninguna forma de comunicación. Para esta planta no se dispone de un accesorio estándar que pueda ser puesto externamente con el cual se logre una adaptación a un sistema de

comunicaciones, por lo tanto es necesario que Cummins realice una evaluación de la planta y examine la posibilidad de llevar las señales con control manual a un HMI (Interfaz Máquina Hombre) que contenga un punto de comunicaciones.

Las plantas que se pueden integrar a la plataforma de monitorización serán las mostradas en la tabla 20, con las excepciones que se mencionaron anteriormente, para un total de 6 plantas disponible para monitorización.

Todas las plantas eléctricas cuentan con un panel de control integrado que además de brindar una interfaz gráfica, también cuentan con un sistema denominado Power Command Control 1, este sistema o cualquiera superior a esta versión se caracterizan por tener incluido una tarjeta unida al panel de control que se encarga de brindar un puerto de comunicaciones RS-485 con Protocolo Modbus RTU.

Con respecto a los medidores de energía instalados en los tableros generales de algunos cuartos técnicos y en el tablero de Aire Acondicionado en el caso del Edificio de Ingeniería Industrial, todos se encuentran aptos para integrarse a las plataforma de monitorización existente, posteriormente se mencionará la forma de comunicación que utilizan.

Los tableros que carecen de medidores de energía pueden ser fácilmente incorporados a la arquitectura de comunicaciones con la adquisición de equipos (Sección 3.4 describe algunos equipos disponibles) que sean puestos en el tablero general de los cuartos técnicos (Figura 9).

Figura 8. Medidor de Energía sobre Tablero General.



Tomada de: Edificio Camilo Torres

3.2 DATOS QUE SUMINISTRAN LAS PLANTAS ELÉCTRICAS Y MEDIDORES DE POTENCIA.

Antes de sugerir el esquema de comunicaciones a utilizar, es necesario resaltar los datos que se pueden adquirir en la plataforma de automatización de Andover Continuum.

Por parte de las plantas eléctricas que son aptas para incorporarse en un esquema de comunicaciones se puede llegar a brindar la siguiente información:

En el motor se pueden registrar datos de temperatura, velocidad, presión de aceite, mediciones de voltaje y corriente, así mismo tiene la opción de brindar una señal de advertencia en caso tal de que el motor se encuentre en falla, una señal de parada en el momento en que el sistema de control realice una parada inmediata del motor y una señal de arranque del motor, también cuenta con la posibilidad de conocer el voltaje línea a línea, línea a neutro, estado y amperaje del alternador.

En el caso de las centrales de medida o medidores de energía, no todas arrojan la misma información dado que pertenecen a diferentes empresas variando los datos

obtenidos, sin embargo de manera global en todas ellas se dispone de lo siguiente:

- ✓ Tensión línea-línea
- ✓ Tensión línea-neutro
- ✓ Frecuencia
- ✓ Corriente
- ✓ Corriente de Neutro
- ✓ Potencia Activa
- ✓ Potencia Reactiva
- ✓ Potencia Aparente
- ✓ Factor de Potencia
- ✓ THD (intensidad y tensión)
- ✓ Energía Acumulada Activa

Algunos un poco más completos como el PM800 de Schneider Electric y el PM130 PLUS de Satec, cuentan con la posibilidad de obtener más datos, tales como:

- ✓ Demanda de intensidad (por fase presente, media trifásica)
- ✓ Media de factor de potencia (total trifásico)
- ✓ Demanda de potencia activa (por fase presente, punta)
- ✓ Demanda de potencia reactiva (por fase presente, punta)
- ✓ Demanda de potencia aparente (por fase presente, punta)
- ✓ Lecturas coincidentes
- ✓ Demandas de potencia pronosticadas
- ✓ Desequilibrio (intensidad y tensión)
- ✓ Rotación de fases
- ✓ Ángulos y magnitudes armónicos (por fase)
- ✓ Componentes de secuencia
- ✓ Lecturas bidireccionales
- ✓ Energía reactiva por cuadrante

- ✓ Energía incremental
- ✓ Energía condicionada

3.3 RECONOCIMIENTO DE PROTOCOLOS PRESENTES EN LOS DISPOSITIVOS.

Antes de mencionar los protocolos con los que cuentan los equipos, se hace necesario profundizar un poco en el tema del BMS (Building Management System) o la plataforma de gestión de la edificación que en este caso es la sede principal de la UIS, el cual cuenta con una parte de software y hardware, dicho sistema de automatización es Andover Continuum de Schneider Electric, esta plataforma al igual que las plataformas encargadas de la automatización en edificaciones usan Bacnet como protocolo nativo, es por esto que el nombre Bacnet se deriva de *Building Automation and Control Networks* o Automatización de edificios y control de redes.

Andover Continuum se hace más flexible ofreciendo una interoperabilidad para la integración con dispositivos de otro fabricante, por lo tanto consta de un componente de hardware con controladoras que no solo ofrecen protocolo Bacnet sino también la opción de integrarse con otros protocolos (El esquema de integración se muestra en la Figura 10.), ofreciendo entre su lista: SNMP, HTML, Active-X y XML, TCP/IP, OPC, LonWorks, Modbus y Ethernet.

Figura 9. Protocolos usados por Andover Continuum

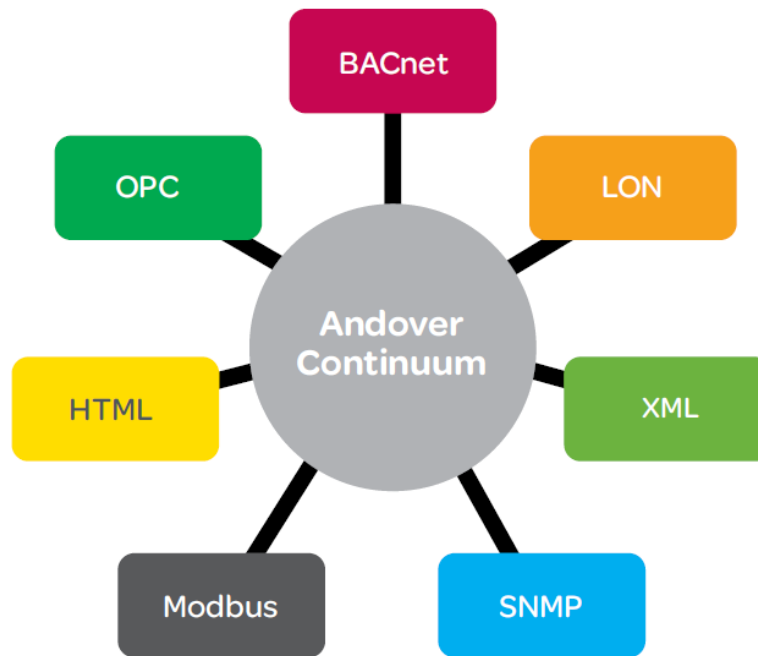


Imagen tomada de: Andover Continuum Third-Party Communication Interfaces and Protocols.

http://www.tac.com/data/internal/data/08/89/1259934669638/Third_Party_SDS_A4.pdf

Las plantas eléctricas identificadas disponen de un panel de control con un puerto de comunicaciones RS-485 con protocolo disponible de Modbus RTU, antiguamente la marca cummins, manejaba LonWorks como protocolo principal para las comunicaciones sin embargo como estrategia de mercado adoptó Modbus para sus comunicaciones

“(…) Cummins Power Generation controls have used LonWorks communication since the mid-1990s, however, in recent years the preference in Cummins Power

Generation's key critical protection markets has been for Modbus communication at the application layer and RS-485 (...)"⁸

Como es notorio en el fragmento anterior, Modbus es un protocolo que a pesar de ser antiguo ha tenido y continua teniendo gran acogida en el mercado, principalmente a nivel industrial, abarca como gran ventaja el hecho de utilizar RS-485 que fue diseñado para que las señales puedan viajar a través de grandes distancias sin ser atenuadas por la resistencia e inductancia del cableado y obteniendo gran inmunidad al ruido.

No sólo Cummins Power Generation asegura que el protocolo a nivel Industrial es Modbus RTU, también otras empresas como ABB citan dentro de sus textos fragmentos como el siguiente:

"(...) The standard communication language in industrial environments is Modbus RTU, which is both reliable and easy to program. Modbus is a standard protocol, thus any product linked to the network via serial port able to support that protocol can be integrated and can communicate with other products. (...)"⁹

De esta manera las plantas eléctricas, todos los medidores de energía presentes dentro de la institución manejen como protocolo de comunicación Modbus RTU (Remote Terminal Unit) enmarcándose en la idea de ser un protocolo global a nivel industrial, y generando la ventaja de una fácil intercomunicación entre dispositivos sin necesidad de entrar en costos de gateways para conversión de protocolos e interoperabilidad entre módulos de diferentes marcas.

⁸ Tomado de: Application Engineering. T-034: Networking Application Manual. Power Generation Cummins.

https://powersuite.cummins.com/PS5/PS5Content/SiteContent/en/Binary_Asset/pdf/Commercial/technical/T-034.pdf

⁹ Tomado de: Multimeters and network analyzers. Fully monitored installations. ABB. [http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/5a64c67b0b68afaac1257909002cfb80/\\$file/2csc445050b0201.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/5a64c67b0b68afaac1257909002cfb80/$file/2csc445050b0201.pdf)

Al utilizar Modbus como protocolo de comunicación en este escenario además de favorecer la simplicidad, abre la posibilidad a futuro de seguir integrando nuevos dispositivos bajo este protocolo, por ejemplo las plantas eléctricas en especial de la marca Cummins continúan bajo el estándar Modbus y la mayoría de medidores de energía ofrecen como mínimo este protocolo.

Una vez escogido el protocolo de comunicación que se desea a usar se busca que Andover Continuum pueda adaptarse a una comunicación bajo este protocolo y como se mencionó anteriormente, ya se sabe que se cuenta con Modbus dentro de la lista de protocolos de compatibilidad con la plataforma de automatización, así mismo se conoce que Andover maneja como protocolo nativo Bacnet y se hace necesario entrar en detalles para la integración con Modbus, es por esto que vale la pena mencionar que dentro de la integración de dispositivos a la plataforma se requiere de controladoras como parte del Hardware, garantizando una interpretación de los datos recibidos hacia la parte de Software que se encontrará en un Computador tipo servidor con la interfaz propia de la plataforma Andover Continuum.

La Figura 11 muestra un esquema general de Integración a la plataforma Andover Continuum

Figura 10. Esquema General de Andover Continuum

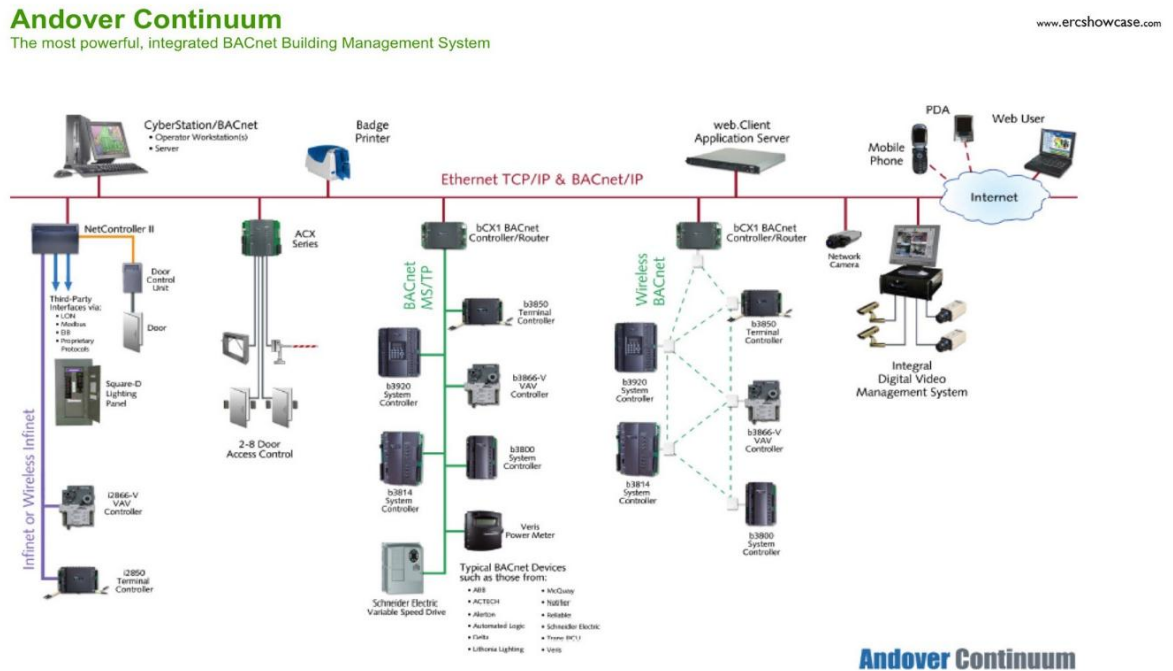


Imagen tomada de: Andover Continuum Product Catalogue. http://www.schneider-electric.ca/documents/buildings/continuum_catalogue.pdf

Las controladoras serán quienes tengan una vinculación directa con los equipos, por lo tanto estas requerirán de un *driver* o de ahora en adelante llamados *XDrivers*, por lo tanto cada puerto de la controladora que reciba un dispositivo deberá contar con un XDriver para Modbus RTU. Algunas de las controladoras que se pueden usar para este proceso son:

→ Bcx1-CR, cuenta con dos puertos de comunicación, uno de estos RS 485 capaz de entender el protocolo Modbus

→ NetController II, cuenta con cuatro puertos de comunicación, tres de estos son RS 485 capaces de soportar el Xdriver.

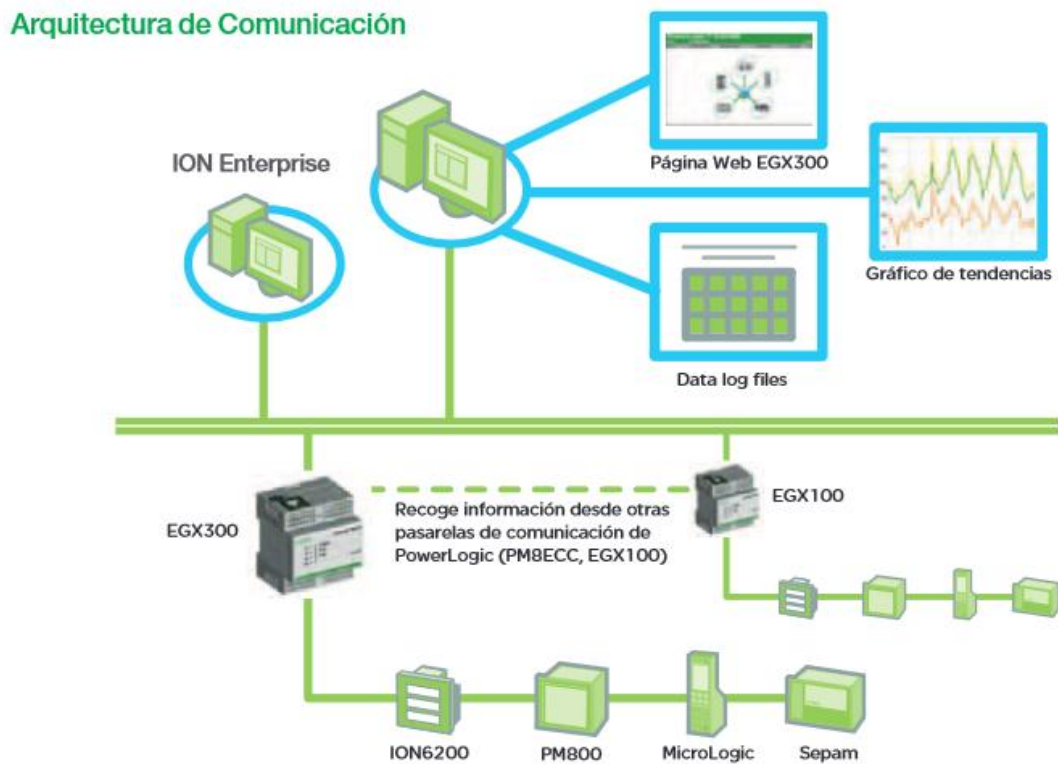
→ACX 5740/2740, es una controladora comercial principalmente para accesos, que cuenta con un puerto RS-485 capaz de soportar el Xdriver para el protocolo

Existen 11 dispositivos diferentes que serán comunicados con Andover Continuum, por lo tanto es claro que se necesitarán de 11 puertos cada uno con un XDriver para Modbus RTU, es en este proceso cuando se abren las puertas a una segunda forma de intercomunicación sin salir del protocolo Modbus, esta idea surge con la necesidad de economizar controladoras y por ende economizar en XDrivers.

Por lo tanto, se abre la posibilidad de contar con un Gateway (Pasarela o Puerta de enlace) que abrió las puertas al mercado pensando precisamente en la intercomunicación de centrales de medida a esquemas de monitorización más globales que requirieran de una conexión mucho más eficaz y ventajosa.

Este Gateway ofrece la opción de pasar de Modbus RTU a Modbus TCP/IP, quien puede llegar a recibir 128 dispositivos Modbus RTU en forma serial, conectados como esclavos que llegan al Gateway quien pasa a convertirse en el maestro de los dispositivos, en esta conexión lo que se está garantizando es que el Gateway sea llevado como un solo dispositivo a la controladora, utilizando tan sólo un XDriver para Modbus TCP/IP y este se encargue de responder por los dispositivos enlazados, así mismo ofrece como otro gran ventaja la posibilidad de enlazar 117 dispositivos más a esta conexión sin incurrir en gastos de controladoras y XDrivers adicionales, a diferencia de la conexión con Modbus RTU que en caso de dispositivos adicionales se requieren puertos de controladoras disponibles con XDrivers presentes en estos. La figura 12 muestra una arquitectura de comunicación básica para dispositivos EGX100.

Figura 11. Arquitectura de Comunicación con Pasarelas de enlace



Tomado de: Análisis y Supervisión de Redes Eléctricas. Schneider Electric
<http://www.schneider-electric.cl/documents/local/catalogos/de/cap6.pdf>

3.4 PLANTEAMIENTO DE LA INTEGRACIÓN DE LOS EQUIPOS DE MONITORIZACIÓN AL SISTEMA DE AUTOMATIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN.

3.4.1 Primera solución con protocolo Modbus RTU: Como se mencionó anteriormente la solución que se plantea para la integración de los equipos monitorizables en la institución implica que para cada equipo de monitorización se requiera de un puerto RS-485 en una controladora que sea capaz de entender y comunicarse con el protocolo Modbus RTU, por lo tanto bajo el esquema que se plantea es apenas necesario pensar que se requiere para la conexión de los equipos 11 puertos con el Xdriver disponible:

Tabla 6. Listado de Xdriver

Cuarto Técnico	Dispositivo para el que se requiere
Camilo Torres	Planta Eléctrica y Medidor de Potencia
Civil	Medidor de Potencia
Industrial	Dos Medidor de Potencia
Coliseo	Medidor de Potencia
Administración 2	Medidor de Potencia
Biblioteca	Planta Eléctrica
Centic	Planta Eléctrica
Cenivam	Planta Eléctrica
Ciencias Humanas	Planta Eléctrica

Se plantea la instalación de cuatro controladoras NetController II, contando con un total de 12 puertos con conexión RS-485, cada uno de estos deberá tener instalado el Xdriver para Modbus RTU, para este caso se realizará un cableado desde el equipo en el cuarto de control al Edificio Centic en donde se encontraría todas las controladoras instaladas y centralizadas (Figura 13 muestra un esquema general de la conexión) finalmente allí se realizará una conexión de cada controladora a la red de seguridad adoptada por la Universidad para la implementación del control de accesos y de cualquier avance que se realice en cuanto al sistema de monitorización, este proceso se realiza con una extensión en fibra óptica de la red de seguridad a un switch, quien será el receptor de la controladora, de esta manera se encontrará listo para la detección en el software de cada controladora y a su vez de cada equipo monitorizable de la institución, vale la pena resaltar que el software ya se encuentra en una computadora conectado a un switch y por ende enlazado a la red.

A manera de Resumen, los componentes necesarios que se requieren para la conexión son los siguientes:

→Cuatro (4) NetController II

controladora y a su vez se requerirá de la instalación del XDriver, sin embargo, cabe mencionar que bajo esta conexión, los dispositivos de más al anterior mencionado, requerirá la inversión de controladoras que satisfagan el número requerido.

3.4.2 Segunda solución con protocolo Modbus TCP/IP. Como segunda solución se plantea una conexión bajo el protocolo Modbus TCP/IP, como se había mencionado en el apartado 4.3 los equipos soportan el protocolo Modbus RTU, sin embargo, esta solución se centra en la integración de los dispositivos mediante una conexión Ethernet que llega a la controladora, buscando disminuir la cantidad de controladoras, pasar de comprar 11 Xdriver a uno solo, y ofrecer la vinculación de nuevos dispositivos que se comuniquen bajo el protocolo Modbus RTU al sistema de automatización Andover Continuum.

Para el planteamiento de la nueva solución se requiere de un dispositivo *EGX100*, conocido como una pasarela Ethernet de *Schneider Electric*, básicamente el dispositivo se encarga de garantizar una conectividad entre dispositivos serie (hasta 128 dispositivos en serie) y una conexión Ethernet bajo protocolo Modbus TCP/IP.

Los dispositivos son conectados en modo esclavo al dispositivo maestro (EGX 100) no olvidando que este tipo de conexión es llamada así porque el dispositivo maestro pregunta al esclavo sobre alguna información requerida y este contesta inmediatamente, sin embargo, una vez conectado al software el EGX 100 actuará de manera transparente, y el Software podrá reconocer cada uno de los dispositivos enlazados.

Por lo tanto el esquema que se realizará será el siguiente, once dispositivos ubicados en algunos de los cuartos técnicos de la Universidad, cableados y conectados en serie mediante RS-485, los cuales son llevados al EGX 100 quien recibe los dispositivos y realiza un cambio entre el Protocolo Modbus RTU de los medidores de potencia o de los paneles de control de las plantas eléctricas al

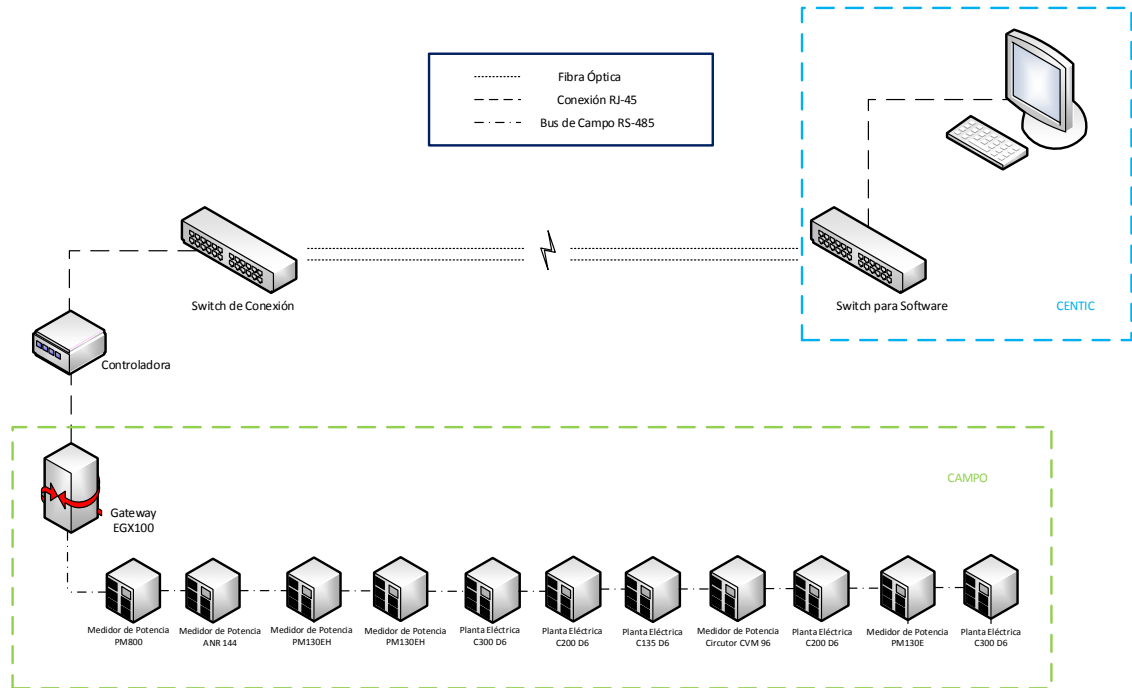
protocolo Modbus TCP/IP via Ethernet, esta Conexión Ethernet debe ser llevada a un switch de la Red de Seguridad implementada por la Universidad que a su vez deberá estar conectado por fibra óptica al switch en el que se encuentra la controladora que contenga el XDriver para Modbus TCP/IP (Esquema de conexión mostrado en la figura 14). Una vez finalizado este proceso el software de la plataforma Andover Continuum verá de manera transparente cada uno de los dispositivos que se encuentren conectados al EGX 100.

Para la implementación de esta solución se requerirá:

- Una (1) Controladora BCX o NetController II
- Un (1) Xdriver para Modbus TCP/IP
- Cableado (Cable RS-485 y Ethernet)
- Un (1) EGX-100
- Dos (2) Switch con acceso a la red de seguridad.

RESUMEN DE CONEXIÓN.

Figura 13. Esquema de Conexión solución II



En la figura Anterior se muestra la conexión mencionada anteriormente, en la cual los dispositivos de monitorización son todos interconectados con cable RS 485 de manera serial llegando al Gateway EGX100, que a su vez está conectado a un switch; por otro lado se encuentra la controladora con el XDriver también conectada a un switch, y como último escenario se muestra el PC que contiene la plataforma de Andover Continuum con su respectiva conexión a un switch de la red de seguridad, esta última conexión no se profundiza mucho dado que ya existe en la institución.

3.5 CASOS A FUTURO DE VINCULACIÓN DE NUEVOS DISPOSITIVOS

En caso tal de que la UIS incurra en la remodelación y adecuamiento de los cuartos técnicos adoptando nuevos dispositivos de monitorización, se hace necesario una revisión de cada uno de los dispositivos a monitorizar dado que existen en el mercado centrales de medida que no cuentan con puertos de comunicación, por ejemplo Schneider Electric dispone del PM700MG sin puerto de comunicaciones y PM710MG con las mismas características del anterior pero añadiendo puerto de comunicaciones RS-485 para Modbus RTU, igualmente sucede con las referencias PM1000 y PM1200.

Schneider Electric también tiene disponible las siguientes referencias de centrales de medida: PM9C, PM1200, PM710MG, ION6200, PM800, PM 810, PM820, PM850, PM870, ION7300, ION7330, ION7350, todas estas cuentan con puerto RS 485 con protocolo Modbus RTU.

Satec ofrece como medidores de energía las referencias: PM 130 Plus, PM172, PM 135 y C192PF8-RPF, todas con puerto de comunicaciones soportando Protocolo Modbus RTU.

ABB cuenta con el dispositivo M2M que se presenta de diferentes maneras, una de estas es sin puerto de comunicaciones, a su vez cuenta con la presentación, M2M MODBUS, M2M ALARM, M2M I/O con protocolo de comunicación Modbus RTU, y M2M ETHERNET, con protocolo de comunicación Modbus TCP/IP, también existe la opción del dispositivo ANR 96 que soporta protocolo Modbus RTU.

La marca CIRCUTOR ofrece como analizadores de redes los dispositivos CVM-C10, CVM-NRG96, CVM96 y CVM144, todos con protocolo Modbus RTU.

Como se mencionó anteriormente, las plantas eléctricas de la marca Cummins manejan protocolo Modbus RTU, es importante tener en cuenta el panel de control que usan ya que algunos son sólo de visualización como el caso del HMI211 caso

en el que se debe incurrir en gastos de tarjeta de comunicación, y otras ya vienen con la tarjeta de comunicación integrada como el caso de la Planta eléctrica de ciencias Humanas con panel de control 1300.

Una vez adquiridos los equipos y partiendo del hecho de escoger un dispositivo con protocolo Modbus RTU se tendrían dos opciones:

En el caso de estar implementada la arquitectura de comunicaciones sólo con Modbus RTU, se requiere de un cableado desde el dispositivo a una controladora con puerto libre para RS-485 en el cual se tenga instalado el Xdriver para Modbus RTU.

Si se ha implementado la arquitectura bajo el esquema de Modbus TCP/IP, se requerirá cablear el dispositivo a último o primer dispositivo conectado con el objetivo de que se continúe la serie.

Si se adquiere un dispositivo con sólo Modbus TCP/IP (Es necesario aclarar que la mayoría de los dispositivos que incluyen Modbus TCP/IP también incluyen RTU) no tendrá problema para el segundo tipo de conexión, para el primero se contemplan varias opciones, una el uso de un Gateway que pase de Modbus TCP/IP a RTU, o la conexión directa a un punto de la controladora que contenga el Xdriver para Modbus TCP/IP.

Contemplar un dispositivo de monitorización o planta eléctrica con otro protocolo diferente a Modbus no se hace tan factible pero en caso tal de que se registre un caso como este se hará necesario contemplar si el protocolo está incluido dentro del grupo de Andover Continuum, entonces se procede a realizar una conexión a una controladora con puerto que se adapte a los requerimientos y que lleve instalado el XDriver para el protocolo necesario, otra opción puede ser un uso de Gateway de cambio de protocolo hacia Modbus RTU o Modbus TCP/IP según la conexión que se tenga implementada.

4. EVALUACIÓN DE CONFORMIDAD EN LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS SEGÚN EL REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (RETIE)

Garantizar un estándar de seguridad en cualquier tipo de instalación eléctrica, requiere la aplicación de todos los factores que especifica el RETIE, con el fin de lograr el buen funcionamiento en las instalaciones, confiabilidad y la calidad en los productos, la compatibilidad de los equipos y un uso adecuado de estos.

Con base en las recomendaciones técnicas mínimas exigidas por el RETIE y el Código Eléctrico Colombiano NTC 2050, se hace el registro de los diagnósticos realizados en los cuartos técnicos que se encuentran instalados dentro de la sede principal de la Universidad Industrial de Santander.

4.1 SUBESTACIÓN EDIFICIO DE ELÉCTRICA

El edificio de Eléctrica cuenta con una subestación tipo interior de 500 KVA, la cual fue construida en el año 2012 y se encuentra ubicada en el costado occidental del mismo. Esta subestación cumple con las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE, su ubicación permite al personal de mantenimiento realizar las labores de inspección, revisión y movilización de equipos.

El sitio posee elementos ajenos a los equipos eléctricos de la subestación, los cuales pueden llegar a ocasionar accidentes al personal que ingrese. Las puertas de acceso son metálicas en celosía de dos hojas que abren hacia afuera para facilitar el ingreso de los equipos de tamaño de 1800 mm de altura. El área de ventilación sólo se obtiene por la puerta de acceso a la subestación.

La planta eléctrica de esta subestación se encuentra separada de los demás equipos instalados.

El transformador está encapsulado y separado hacia un costado de la planta eléctrica.

La iluminación en ambos sectores es con bombilla fluorescente no hermética, que cumple con los luxes mínimos que son 100 lx.

Durante la visita a la subestación se limitó el acceso al tablero general debido a no se contaba con el permiso para el ingreso al cuarto, por tal motivo no se pudo hacer evaluación del estado en que se encuentra este compartimiento.

4.2 SUBESTACIÓN EDIFICIO JORGE BAUTISTA VESGA

El edificio Jorge Bautista Vesga cuenta con una subestación tipo interior de 150 KVA, la cual se encuentra ubicada en el costado occidental del edificio en el primer piso. Los equipos instalados en la subestación cumplen con las distancias mínimas de seguridad asignadas según el RETIE.

La puerta de acceso se encuentra es metálica en celosía de dos hojas que abre hacia afuera para facilitar el ingreso de los equipos de tamaño entre 1800 mm de altura. Para ingresar a la subestación se requiere ascender por una escalera metálica dado que la puerta se encuentra aproximadamente a 1200 mm del piso, este difícil acceso puede ocasionar accidentes en caso de emergencia, además de dificultades en caso de mantenimiento de equipos.

El área de ventilación se obtiene por la puerta de acceso a la subestación y por medio de rejillas metálicas en celosía de 60X40 cm² que comunican con el exterior del cuarto y se encuentran en la parte superior de la pared frontal.

El armario del tablero general de baja tensión presenta un armario de lámina de acero "cold rolled" calibre 16 BWG el cual es resistente a esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos. Conforme a la NTC 1156 o la ASTM 117 el encerramiento resiste a efectos de humedad y corrosión. También presenta lámparas de

indicación de funcionamiento del sistema (normal o emergencia). La instalación de los instrumentos que hacen parte del tablero cumple con el código de colores que identifica cada uno de los circuitos que alimenta la subestación.

Dentro del tablero se encuentra instalado el interruptor general, los interruptores automáticos que cumplen la función de doble protección, es decir, actúan en caso de cortocircuito o en caso de sobrecarga de corriente, de tal forma que suspenden los circuitos instalados en este compartimiento. También se encuentra el barraje general el cual cumple con los requisitos establecidos por la Norma NTC 2050 Artículo 110-21/384-13. El tablero general cuenta con espacio para la instalación de medidores de potencia requeridos para la automatización de la subestación.

El transformador está encapsulado y separado en un local al lado de la planta eléctrica. La iluminación está provista con luminaria hermética, la cual brinda mayor seguridad y nivel de iluminancia en el cuarto. La medición del nivel de iluminancia de la subestación no fue posible realizarla debido a que no se contaba con un luxómetro para definir esta medida.

4.3 SUBESTACIÓN EDIFICIO DE INGENIERÍA CIVIL

El edificio de ingeniería civil cuenta con una subestación de tipo interior de 300 KVA, la cual se encuentra ubicada en el costado occidental del edificio en el primer piso.

La puerta de acceso es de tipo cortafuego metálica con seguridad antipánico y apertura hacia afuera.

El área de ventilación es por medio de rejillas metálicas en celosía de 60X60 cm², tiene una compuerta de cierre automático (dámper) en caso de incendio e inundación.

El armario del tablero general de baja tensión está construido en lámina de acero Cold Rolled calibre 16 BWG. Conforme a la NTC 1156 o la ASTM 117 el encerramiento resiste a efectos de humedad y corrosión. Dentro de los componentes instalados se encuentran los interruptores de protección y los interruptores automáticos que cumplen con la función de doble protección en caso de que ocurra cortocircuito o sobrecarga de corriente, de tal forma que se suspendan los circuitos instalados en este compartimiento. La instalación de los instrumentos que hacen parte del tablero cumple con el código de colores que identifica cada uno de los circuitos que alimenta la subestación.

El transformador está encapsulado y presenta las señales de riesgo eléctrico. La iluminación está provista con luminaria hermética, la cual brinda mayor seguridad y nivel de iluminancia en el cuarto. La medición del nivel de iluminancia de la subestación no fue posible realizarla debido a que no se contaba con un luxómetro para definir esta medida.

4.4 SUBESTACIÓN PLANTA DE ACEROS

El edificio de Planta de Aceros cuenta con una subestación tipo interior de 200 KVA, la cual se encuentra ubicada en el occidente del edificio en el primer piso.

La puerta de acceso es una reja metálica, la cual no brinda seguridad para los equipos eléctricos instalados y el personal no autorizado puede ingresar fácilmente. El área de ventilación es por medio de rejillas metálicas en celosía de 60X40 cm². El tablero general no cumple con ninguno de los requisitos establecidos por el RETIE y la Norma NTC 2050, por lo cual se requiere la adquisición de gabinetes que cumplan con las normas mencionadas.

El transformador no está encapsulado ni presenta las señales de riesgo eléctrico, ocasionando un riesgo eléctrico para el personal ya sea calificado o no. No

presenta iluminación alguna, debido a que el portabombilla se encuentra totalmente desconectado.

Se sugiere el rediseño de la subestación logrando una reconstrucción del espacio y cambio de todos los componentes instalados en él, debido a que algunos compartimientos como el armario del tablero general de baja tensión se encuentran oxidados y los instrumentos instalados en él se ven expuestos al medio ocasionando deterioro de los mismos.

4.5 SUBESTACIÓN EDIFICIO CAMILO TORRES

El edificio Camilo Torres cuenta con una subestación tipo interior de 500KVA, la cual se encuentra ubicada hacia el costado oriental en el exterior del edificio y cuenta con tres espacios diferentes, en uno se encuentra instalada la planta eléctrica, en el segundo se encuentra el transformador, y en el tercero el tablero general de baja tensión y demás equipos pertenecientes a la instalación. Esta división permite que se cumpla con las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE.

Para la planta eléctrica, la puerta de acceso es metálica en celosía de dos hojas que abre hacia afuera y su ventilación es por medio de rejillas metálicas de 60X40 cm², que presenta compuerta con cerradura antipánico en caso de emergencia. Para el transformador, la puerta es de tipo cortafuego con seguridad antipánico y el área de ventilación es por medio de rejillas metálicas en celosía de 60X60 cm², tiene compuerta de cierre automático (dámper) en caso de incendio e inundación. Para el tablero general y demás equipos, la puerta es de tipo cortafuego con seguridad antipánico y su ventilación es por medio de rejillas de vidrio de 40X40 cm² y no cuenta con dámper en caso de emergencia.

El armario del tablero general de baja tensión está construido en lámina de acero Cold Rolled calibre 16 BWG. Conforme a la NTC 1156 o la ASTM 117 el

encerramiento resiste a efectos de humedad y corrosión. Dentro de los componentes instalados se encuentran los interruptores de protección y los interruptores automáticos que cumplen con la función de doble protección en caso de que ocurra cortocircuito o sobrecarga de corriente, de tal forma que se suspendan los circuitos instalados en este compartimiento. La instalación de los instrumentos que hacen parte del tablero cumple con el código de colores que identifica cada uno de los circuitos que alimenta la subestación.

La iluminación en los tres sectores es con bombilla fluorescente no hermética, la cual cumple con los luxes mínimos que son 100 lx.

4.6 SUBESTACIÓN EDIFICIO DE INGENIERÍA MECÁNICA

El edificio de ingeniería mecánica cuenta con una subestación tipo interior de 160KVA, la cual se encuentra ubicada hacia el costado occidental en el interior del edificio. Esta subestación no cumple con las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE.

La puerta de acceso es metálica tipo cortina no enrollable con desplazamiento vertical asegurada con una candado que va al suelo, la cual no brinda seguridad al personal en caso de emergencia. El área de ventilación es por medio de rejillas metálicas de 60X40 cm² que se encuentran totalmente oxidadas y no tiene compuerta de cierre automático (dámper) en caso de incendio e inundación. El tablero general no cumple con ninguno de los requisitos establecidos por el RETIE y la Norma NTC 2050, por lo cual se requiere de un rediseño en esta instalación.

El transformador no está encapsulado ni presenta las señales de riesgo eléctrico, ocasionando un riesgo eléctrico alto para el personal ya sea calificado o no. Su iluminación es con bombilla fluorescente la cual cumple con los luxes mínimos que son 100 lx.

El cuarto en general no cuenta con ningún equipo de monitorización, por lo cual se hace necesario hacer un rediseño en la subestación antes de instalar estos equipos.

Para el rediseño de la subestación se sugiere hacer una reconstrucción del espacio y cambio de todos los componentes instalados en él, debido a que algunos compartimientos como el armario del tablero general de baja tensión se encuentran oxidados y los instrumentos instalados en él se ven expuestos al medio ocasionando deterioro de los mismos. También se sugiere extraer equipos que no se encuentran conectados dentro del cuarto y que impiden el paso para el personal limitando la instalación de nuevos equipos y ocasionando posibles accidentes dentro el cuarto.

4.7 SUBESTACIÓN AUDITORIO LUIS A. CALVO

El Auditorio Luis A. Calvo cuenta con una subestación tipo interior de 150KVA, la cual se encuentra ubicada en el interior del auditorio. Esta subestación no cumple con las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE.

El cuarto posee elementos ajenos a los equipos eléctricos pertenecientes a la subestación, el cual puede ocasionar accidentes para el personal que ingrese. La puerta de acceso es una reja metálica la cual puede dar ingreso fácilmente al personal no autorizado generando niveles de riesgo bastante altos.

El área de ventilación es restringida, sólo se obtiene por la puerta de acceso a la subestación.

El tablero general presenta deterioro en el armario, es decir, las láminas se encuentran oxidadas, las puertas del mismo no son embisagradas ni presenta seguridad en las cerraduras y los equipos instalados se encuentran desajustados. No cuenta con información suficiente para el personal en caso de mantenimiento y

hay exceso de equipos, lo cual interviene con las distancias mínimas de seguridad.

La planta eléctrica de esta subestación no se encuentra separada de los demás equipos instalados. Los transformadores están encapsulados y separados en un piso diferente al de la planta eléctrica y tablero general. Para la iluminación en ambos sectores se utiliza bombilla fluorescente no hermética, que cumple con los luxes mínimos que son 100 lx.

4.8 SUBESTACIÓN EDIFICIO DE INGENIERÍA QUÍMICA

El edificio de ingeniería química cuenta con una subestación tipo interior de 225KVA, la cual se encuentra ubicada hacia el costado occidental en el exterior del edificio. Esta subestación no cumple con las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE.

La puerta de acceso es una rejilla metálica la cual puede ser de fácil acceso para personal no autorizado. El área de ventilación es restringida (sólo se obtiene por la puerta de acceso a la subestación) y no cuenta con patrones de seguridad como el uso de dámper en caso de emergencias.

El tablero general no cuenta con armario para los interruptores y circuitos de alimentación, carece de señales de riesgo eléctrico.

El transformador no está encapsulado ni separado de los demás equipos eléctricos instalados. Para la iluminación se utiliza bombilla fluorescente no hermética que cumple con los luxes mínimos que son 100 lx.

4.9 SUBESTACIÓN BIBLIOTECA

La Biblioteca cuenta con una subestación tipo interior de 315KVA, la cual se encuentra ubicada en el interior del edificio. Esta subestación no cumple con las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE.

La puerta de acceso es una rejilla metálica que abre hacia afuera para facilitar el ingreso de los equipos de 2300 mm de altura. La ventilación sólo se obtiene por la puerta de acceso a la subestación.

El armario del tablero general de baja tensión está construido en lámina de acero Cold Rolled calibre 16 BWG. Conforme a la NTC 1156 o la ASTM 117 el encerramiento resiste a efectos de humedad y corrosión. Dentro de los componentes instalados se encuentran los interruptores de protección y los interruptores automáticos que cumplen con la función de doble protección en caso de que ocurra cortocircuito o sobrecarga de corriente, de tal forma que se suspendan los circuitos instalados en este compartimiento. La instalación de los instrumentos que hacen parte del tablero cumple con el código de colores que identifica cada uno de los circuitos que alimenta la subestación.

La planta eléctrica de esta subestación se encuentra separada de los demás equipos instalados. Los transformadores están encapsulados en armarios con puertas que incluyen ventilación tipo rejilla. Para la iluminación en ambos sectores se utiliza bombilla fluorescente no herméticas, que cumplen con los luxes mínimos que son 100 lx.

4.10 SUBESTACIÓN CENTIC

El CENTIC cuenta con una subestación tipo interior que presenta dos transformadores de 500KVA, uno para la alimentación de aire acondicionado y el otro que alimenta la demás carga del edificio. Esta subestación se encuentra

ubicada en el costado sur del edificio y cumple con las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE.

Las puertas de acceso son metálicas en celosía de dos hojas que abren hacia afuera para facilitar el ingreso de los equipos de 1800 mm de altura. El área de ventilación sólo se da por medio de las puertas de acceso.

El armario del tablero general de baja tensión está construido en lámina de acero Cold Rolled calibre 16 BWG. Conforme a la NTC 1156 o la ASTM 117 el encerramiento resiste a efectos de humedad y corrosión. Dentro de los componentes instalados se encuentran los interruptores de protección y los interruptores automáticos que cumplen con la función de doble protección en caso de que ocurra cortocircuito o sobrecarga de corriente, de tal forma que se suspendan los circuitos instalados en este compartimiento. La instalación de los instrumentos que hacen parte del tablero cumple con el código de colores que identifica cada uno de los circuitos que alimenta la subestación. El tablero general cuenta con espacio para la instalación de medidor de potencia, requerido en la automatización de esta subestación.

La planta eléctrica de esta subestación se encuentra separada de los demás equipos instalados. Los transformadores están encapsulados y separados en una bóveda al lado de la planta eléctrica. Para la iluminación en ambos sectores se utiliza bombilla fluorescente no hermética, que cumple con los luxes mínimos que son 100 lx.

4.11 SUBESTACIÓN EDIFICIO ADMINISTRACIÓN I

Se encuentra ubicada en la parte exterior del edificio de Administración I; esta subestación se compone de dos transformadores, uno de 200 KVA y otro de 75KVA. El tablero general de baja tensión se encuentra a 4.5 metros del transformador de 200 KVA.

El armario del tablero general de baja tensión no cuenta con las condiciones establecidas por el RETIE como la resistencia a la humedad y a la corrosión, no presenta rotulado ni instructivo alguno, el armario se encuentra totalmente deteriorado y no brinda la seguridad adecuada para los equipos instalados en él.

La planta eléctrica de esta subestación se encuentra separada de los demás equipos instalados. El transformador está encapsulado y separado en un recinto al lado de la planta eléctrica. Para la iluminación en ambos sectores se utiliza bombilla fluorescente no hermética, que cumple con los luxes mínimos que son 100 lx.

4.12 SUBESTACIÓN EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II

El edificio de administración II cuenta con una subestación tipo interior de 300KVA, la cual se encuentra ubicada en el costado occidental en el exterior del edificio. Esta subestación cumple con las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE, su ubicación permite al personal de mantenimiento realizar las labores de inspección, revisión y movilización de equipos. La puerta de acceso es metálica con rejillas tipo persiana en la parte inferior para dar ventilación al cuarto.

El armario del tablero general de baja tensión presenta un armario de lámina de acero "cold rolled" calibre 16 BWG, la instalación de los instrumentos que hacen parte del tablero cumple con el código de colores que identifica cada uno de los circuitos que alimenta la subestación.

Dentro del tablero se encuentra instalado dos interruptores generales, los interruptores automáticos que cumplen la función de doble protección, es decir, actúan en caso de cortocircuito o en caso de sobrecarga de corriente, de tal forma que suspenden los circuitos instalados en este compartimiento.

El transformador está encapsulado y separado en un local al lado del tablero general y los demás equipos instalados. Para la iluminación en ambos sectores se

utiliza bombilla fluorescente no hermética, que cumple con los luxes mínimos que son 100 lx.

4.13 SUBESTACIÓN EDIFICIO ALVARO BELTRAN PINZÓN

El edificio Álvaro Beltrán cuenta con una subestación tipo interior de 225KVA, la cual se encuentra ubicada en el costado norte del edificio. Esta subestación cumple con las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE, su ubicación permite al personal de mantenimiento realizar las labores de inspección, revisión y movilización de equipos.

La puerta de acceso es metálica que abre hacia afuera para facilitar el ingreso de los equipos que hacen parte de la subestación. La ventilación se da por medio de rejillas metálicas que presentan compuerta de cierre automático (Dámper) en caso de un incendio.

El armario del tablero general de baja tensión presenta un armario de lámina de acero “cold rolled” calibre 16 BWG, la instalación de los instrumentos que hacen parte del tablero cumple con el código de colores que identifica cada uno de los circuitos que alimenta la subestación.

Dentro del tablero se encuentra instalado el interruptor general, los interruptores automáticos y el barraje general. Cuenta con espacio para la instalación de medidores de energía requeridos para la automatización de la subestación.

El transformador está encapsulado y separado en un recinto al lado del tablero general de baja tensión, se encuentra sobre un pedestal de concreto el cual evita que haya contacto directo con el suelo en caso de incendio e inundación. Para la iluminación en ambos sectores se utiliza bombilla fluorescente no hermética, que cumple con los luxes mínimos que son 100 lx.

4.14 SUBESTACIÓN EDIFICIO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

El edificio de ingeniería industrial cuenta con una subestación tipo interior de 225 KVA, la cual se encuentra ubicada en la parte occidental en el exterior del edificio. Esta subestación cumple con las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE, el recinto cuenta con un sistema de ventilación mecánico.

La puerta de acceso es metálica que abre hacia afuera para facilitar el ingreso de los equipos que hacen parte de la subestación. La ventilación se da por medio de rejillas metálicas que presentan compuerta de cierre automático (Dámper) en caso de un incendio.

El armario del tablero general de baja tensión presenta un armario de lámina de acero “cold rolled” calibre 16 BWG. La instalación de los instrumentos que hacen parte del tablero cumple con el código de colores que identifica cada uno de los circuitos que alimenta la subestación.

El transformador está encapsulado y separado en un recinto al lado del tablero general de baja tensión. Para la iluminación en ambos sectores se utiliza bombilla fluorescente no hermética, que cumple con los luxes mínimos que son 100 lx.

Presenta espacio para la instalación de una planta de emergencia, cumpliendo con parámetros mínimos de las distancias mínimas de seguridad según el RETIE.

4.15 SUBESTACIÓN EDIFICIO DE CIENCIAS HUMANAS

El edificio de ciencias humanas cuenta con una subestación tipo interior de 300 KVA, la cual se encuentra ubicada en la parte interior del edificio, en el sótano. Esta subestación no cumple con todas las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE, su ubicación dificulta al personal de mantenimiento realizar las labores de inspección, revisión y movilización de equipos.

La puerta de acceso es por medio de unas rejillas metálicas sin seguridad antipánico ni cortafuego, lo cual representa un riesgo para los equipos instalados y el personal a ingresar en este cuarto. La ventilación se da por la puerta de acceso principal generando posibles daños en los equipos por no realizar cambios de temperatura necesarios para que la instalación no se vea afectada.

El armario del tablero general de baja tensión posee interruptores automáticos que no cumplen con la norma NTC 2050 Artículo 110-22, donde se requiere la marquilla de información que permita dar fiabilidad y seguridad en su funcionamiento. Por otro lado, existen anotaciones inaceptables del manejo del totalizador en caso de que exista un corte de suministro eléctrico, la manipulación de este equipo por parte de los vigilantes puede causar accidentes.

El transformador está encapsulado por medio de un gabinete anti pánico con rejillas de ventilación para evitar sobrecalentamiento de este. Para la iluminación en ambos sectores se utiliza bombilla fluorescente no hermética, que cumple con los luxes mínimos que son 100 lx.

La planta de emergencia se ubica en el mismo espacio de los demás equipos instalados, por lo que no cumple a su totalidad con los parámetro de distancias mínimas de seguridad exigido por el REITE.

4.16 SUBESTACIÓN CENIVAM

El cenivam cuenta con una subestación a la intemperie, donde sólo tiene instalado el tablero general de baja tensión. Los interruptores no cumplen no la Norma 2050 Artículo 110-22. No se tiene descripción por medio de un diagrama unifilar del tablero, ni existen barreras que permitan el alojamiento y espacio suficiente para los cables.

La planta de emergencia se ubica a la intemperie de manera encapsulada, con rejillas de ventilación que generan mejor flujo de aire para el funcionamiento del mismo.

4.17 SUBESTACIÓN COLISEO

El coliseo cuenta con una subestación tipo interior de 400 KVA, la cual se encuentra ubicada en el costado occidental del edificio. Esta subestación cumple con todas las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE, su ubicación permite realizar procesos mantenimiento, labores de inspección, revisión y movilización de equipos.

La puerta de acceso es de tipo cortafuego según el Artículo 20.4.1 del RETIE con cerradura antipánico que garantiza seguridad y buen funcionamiento de ella en caso de emergencia. No presenta ventilación alguna, los equipos instalados pueden presentar fallas por falta de aire hasta el punto de sobrecalentarse cuando se esté operando.

El armario del tablero general de baja tensión posee interruptores automáticos que cumpliendo con la norma NTC 2050 Artículo 110-22, el cual se identifican a través de marquillas, dando información que permita dar fiabilidad y seguridad en su funcionamiento.

El transformador está encapsulado por medio de un gabinete antipánico con rejillas de ventilación para evitar sobrecalentamiento de este y se encuentra separado de los demás equipos instalados. Para la iluminación en ambos sectores se utiliza bombilla fluorescente no hermética, que cumple con los luxes mínimos que son 100 lx.

4.18 SUBESTACIÓN SALUD

El Edificio de Salud cuenta con una subestación tipo interior de 225 KVA, la cual se encuentra ubicada en el costado norte del edificio. Esta subestación presenta el espacio para una instalación adecuada de los equipos, pero actualmente no cumple con todas las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE.

La puerta de acceso no es de tipo cortafuego según el Artículo 20.4.1 del RETIE ni presenta cerradura antipánico. Tampoco hay ventilación, por lo que los equipos instalados pueden presentar reducción en su vida útil de funcionamiento.

El armario del tablero general de baja tensión posee interruptores automáticos que cumple con la norma NTC 2050 Artículo 110-22, el cual se identifican a través de marquillas, dando información que permita dar fiabilidad y seguridad en su funcionamiento. Por otro lado, su gabinete se encuentra visible para personal no autorizado por lo que puede generar accidentes, debido a que no hay elementos de señalización que impida esta situación.

El transformador está encapsulado por medio de un gabinete metálico, que presenta rejillas brindando ventilación para que no se sobrecaliente el equipo. Para la iluminación en ambos sectores se utiliza bombilla fluorescente no hermética, que cumple con los luxes mínimos que son 100 lx.

4.19 SUBESTACIÓN SALUD MORFOLOGÍA

El Edificio de Salud Morfología cuenta con una subestación tipo interior de 225 KVA, la cual se encuentra ubicada el costado oriental del edificio. Esta subestación presenta el espacio para una instalación adecuada de los equipos, pero actualmente no cumple con todas las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE.

La puerta de acceso no es de tipo cortafuego según el Artículo 20.4.1 del RETIE ni presenta cerradura antipánico.

El armario del tablero general de baja tensión posee interruptores automáticos que cumple con la norma NTC 2050 Artículo 110-22, el cual se identifican a través de marquillas, dando información que permita dar fiabilidad y seguridad en su funcionamiento. Por otro lado, su gabinete se encuentra visible para personal no autorizado por lo que puede generar accidentes, debido a que no hay elementos de señalización que impida esta situación.

El transformador está encapsulado por medio de un gabinete metálico, que presenta rejillas metálicas que brindan ventilación para que no se sobrecaliente el equipo. Para la iluminación en ambos sectores se utiliza bombilla fluorescente no hermética, que cumple con los luxes mínimos que son 100 lx.

4.20 SUBESTACIÓN ALTA TENSIÓN

El edificio de alta tensión cuenta con una subestación tipo interior de 300 KVA, la cual se encuentra ubicada en la parte occidental en el interior del edificio. Esta subestación presenta el espacio para una instalación adecuada de los equipos, pero actualmente no cumple con todas las distancias mínimas de seguridad exigidas por el RETIE.

La puerta de acceso no es de tipo cortafuego según el Artículo 20.4.1 del RETIE ni presenta cerradura antipánico. La ventilación permite a los equipos instalados operar correctamente sin que ocurra calentamiento en ellos.

El armario del tablero general de baja tensión no presenta gabinete de protección para los equipos instalados en él, los interruptores automáticos no dan fiabilidad ni seguridad en su funcionamiento.

El transformador está encapsulado por medio de un gabinete metálico, que presenta rejillas metálicas que brindan ventilación para que no se sobrecaliente el equipo. Para la iluminación en ambos sectores se utiliza bombilla fluorescente cumpliendo con los luxes mínimos que son 100 lx.

4.21 EVALUACIÓN TÉCNICA PARA LAS SUBESTACIONES.

A continuación se presenta los principales requisitos que deben cumplir cada una de las subestaciones de la UIS, se dispone del requisito según la norma técnica vigente y la explicación de cada uno de los ítems mostrados

Tabla 7. Requisitos para Cuartos Técnicos.

Requisitos	Subestaciones de Media Tensión Tipo Interior
RETIE 20.4.1	Las bóvedas deben contar con los sistemas de ventilación, para operación normal de los equipos y con los dispositivos que automáticamente cierren el evento de incendio.
RETIE 20.16.2.1 g.	Los interruptores deben estar provistos de elementos que indiquen la posición cerrada y la posición abierta; los cuales deben ser visibles.
RETIE 20.16.2.1 i.	El interruptor automático debe ser rotulado sobre la parte externa del mismo dispositivo con la siguiente información: Marca del fabricante, corriente nominal, indicación de las posición de abierto y cerrado, tensión nominal.
RETIE 20.25	El transformador está provisto de su respectiva placa de identificación.
RETIE Art.23.1 j.	Los encerramientos para alojar en su interior los equipos de corte y seccionamiento son metálicos y los límites de estos no incluyen las paredes del cuarto dedicado a la subestación.
RETIE Art.23.1 k.	Las cubiertas, puertas o distancias de aislamiento, no deben permitir el acceso de personal no calificado, a barrajes o elementos energizados.

RETIE Art.23.1 u.	No existen canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, excepto las tuberías de extinción de incendios y de refrigeración de los equipos de la subestación.
RETIE Art. 24.2 a.	Posee un espacio con las dimensiones apropiadas de acuerdo con el tipo de uso destinado.
RETIE Art24.2 c.	Se asegura que una persona no autorizada no puede acceder a las parte energizadas del sistema, ni tocar de manera directa, ni introducir objetos que puedan poner en contacto con un elementos energizado.
RETIE Art24.2 e.	Dispone de un número de salidas de emergencia, para evitar que un operador quede atrapado en caso de accidente.
RETIE Art24.2 f.	Cuenta con los elementos de drenaje o bombeo para impedir la inundación.
RETIE Art24.2 g.	Los equipos eléctricos de la subestación se encuentran separados de la planta de emergencia por un muro o barrera que impida el acercamiento de personas no calificadas a elementos energizados.
NTC 2050 Art. 450-22	Los transformadores tipo seco instalados en exteriores cuentan con encerramientos a prueba de intemperie.
Requisitos	Tablero de Baja Tensión
RETIE Art.20.23.1.1	Los encerramientos del tablero resisten los efectos de humedad y la corrosión.
RETIE Art.20.23.1.2 a.	Toda parte conductora de corriente que se encuentran fijas, están construidas en plata, cobre o aluminio. No se debe utilizar el hierro o el acero en una parte donde se conduce corriente.
RETIE Art.20.23.1.2 f.	Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos deben estar en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema.
RETIE Art.20.23.1.4	Se especifica de manera clara y visible la siguiente información: Tensión(es) nominal(es) de operación, corriente nominal de alimentación, marca registrada por el fabricante, el símbolo de riesgo eléctrico.
RETIE Art. 20.23.1.4 j.	Tiene su respectivo diagrama unifilar actualizado.
Requisitos	Celda en Media Tensión

RETIE Art.20.23.2	La celda de media tensión tiene especificado de manera clara y visible, la siguiente información: Tensión(es) nominal(es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Marca registrada del fabricante, El símbolo de riesgo eléctrico.
Requisitos	Distancia de Seguridad
RETIE Art. 13.4	El Límite de aproximación restringida es señalado con una franja visible en pintura u otra señal que brinde un cerramiento temporal, facilitando al personal no autorizado identificar el máximo acercamiento permitido.
RETIE Art.23.1	Los muros que son utilizados para encerrar subestaciones, deben tener una altura mínima de 2,5 m en toda su expansión.
RETIE Art.23.2 Fig. 23.3	Los cercos en mallas instalados como barreras para el personal no autorizado se colocaron de tal manera que las partes expuestas energizadas están por fuera de la zona de distancia de seguridad.

La tabla 8 y 9 contiene la información mostrada anteriormente en un formato general y adicionalmente contiene cada uno de los cuartos técnicos, los campos que contengan una “x” en la intersección del cuarto técnico con el ítem indican el cumplimiento del cuarto con la especificación técnica, por ende los cuadros vacíos hacen referencia al no cumplimiento de la norma en el cuarto técnico.

Tabla 8. Evaluación Técnica

CUARTO TÉCNICO	ARTÍCULO RETIE										
	20.4.1	20.16.2.1 g.	20.16.2.1 l.	20.25	23.1 j.	23.1 k.	23.1 u.	24.2 a.	24.2 c.	24.2 e.	24.2 f.
Administración 1	x	x	X	x	x		x	X			
Administración 2	x	x	X	x	x	x	x	X	x		
Alta Tensión						x	x				
Alvaro Beltran	x	x	x	x	x	x	x	X	x		
Biblioteca	x	x	x	x	x	x	x	X	x		
Camilo Torres	x	x	x	x	x	x	x	X	x		
Cenivam						x	x				

Centic	x	x	x	x	x	x	x	X	x		
Ciencias Humanas	x	x	x	x	x	x	x	X	x		
Civil	x	x	x	x	x	x	x	X	x		
Coliseo						x	x	X	x		
Eléctrica	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Industrial	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Jorge Bautista Vesga	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Luis A. Calvo	x			x	x		x	x			
Mecánica				x	x		x				
Planta Aceros				x	x		x				
Química	x	x	x	x	x		x	x			
Salud 1						x	x				
Salud Morfología							x	x			

Tabla 9. Continuación de la Evaluación Técnica

CUARTO TÉCNICO	ARTÍCULO RETIE										NTC 2050 Art. 450- 22
	24.2 g.	20.23.1.1	20.23.1.2 a.	20.23.1.2 f.	20.23.1.4	20.23.1.4 j.	20.23.2	13.4	23.1	23.2 Fig. 23.3	
Administración 1	x		X	x					x		
Administración 2	x	x	X	x	x	x	X		x	x	x
Alta Tensión			X								
Alvaro Beltran	x	x	X	x	x	x	X		x	x	x
Biblioteca		x	X	x	x	x	X		x	x	x
Camilo Torres		x	X	x	x	x	X		x	x	x
Cenivam			X								
Centic		x	X	x	x	x	X		x	x	x
Ciencias Humanas	x	x	X	x	x	x	X		x	x	x
Civil		x	X	x	x	x	x		x	x	x
Coliseo			X	x	x	x					
Eléctrica	x	x	X	x	x	x	x		x	x	x
Industrial	x	x	X	x	x	x	x		x	x	x
Jorge Bautista Vesga		x	X	x	x	x	x		X	x	x
Luis A. Calvo			X	x			x		X	x	

Mecánica									X		
Planta Aceros									X		
Química			X	x	x				X		
Salud 1			X	x							
Salud Morfología			X	x							

4.22 RECOMENDACIONES GENERALES.

Las siguientes recomendaciones se realizan de manera general para los cuartos técnicos:

✓ ILUMINACIÓN:

Se recomienda realizar un estudio de iluminación a cada uno de los cuartos técnicos de la UIS, dado que se observa que tan sólo el cuarto técnico ubicado en el edificio Jorge Bautista Vesga y el del edificio de Ingeniería Civil cuentan con un sistema de iluminación tipo hermética, mientras que los otros cuartos mantienen una iluminación que ocasiona deficiencia del suministro de energía, incumpliendo el artículo 17 del RETIE.

“Artículo 17. ILUMINACIÓN La instalación de portalámparas debe atender requerimientos mecánicos de la fuente y los requisitos de aislamiento eléctrico y polaridad para evitar contactos directos o indirectos con partes energizadas”¹⁰

El estudio que se plantea también requiere la utilización de un luxómetro (Instrumento que realiza la medición de en luxes en un ambiente) dado que se requiere un nivel mínimo de 100 lx medio de 150 lx y máximo de 200 lx, según el RETILAP (Reglamento Técnico de Iluminación y alumbrado público) así mismo verificar que la iluminación sea uniforme en cada uno de los espacios del cuarto técnico, cumpliendo con el siguiente apartado del RETIE

¹⁰ Tomado del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas del 30 de Agosto de 2013. (RETIE)

“Artículo 21.1 EDIFICACIONES. Ítem r. La iluminación en la central y en las subestaciones debe ser uniforme, evitando en especial el deslumbramiento en las zonas de lectura de tableros, los valores de iluminancia deben cumplir los requisitos establecidos en el reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público **RETILAP**.”⁹

De igual manera se requiere la implementación de un sistema la iluminación de emergencia, cumpliendo el artículo 17, ítem a del RETIE

“Artículo 17. ILUMINACIÓN. Ítem a. La instalación eléctrica y los equipos asociados deben garantizar el suministro ininterrumpido para iluminación en sitios donde la falta de ésta pueda originar riesgos para la vida de las personas, tal como en áreas críticas, salidas de emergencia o rutas de evacuación.”⁹

Y sección 470.2 del RETILAP que menciona las instalaciones que requieren de alumbrado de emergencia.

“470.2 INSTALACIONES QUE REQUIEREN DE ALUMBRADO DE EMERGENCIA. Ítem f. Lugares en los que se ubican tableros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado.”¹¹

Así mismo se hace necesario acogerse en especial a la sección 470 del RETILAP, que plantea las características, ubicación y señalización del sistema de iluminación de emergencia, así como generar unas pruebas periódicas en el sistema de iluminación que garantice su funcionalidad en caso de una emergencia, las pruebas necesitan ser incluidas en un libro que se disponga con las siguientes especificaciones.

- “Fechas de cada una de las inspecciones periódicas y ensayos
- Breve descripción de las mismas
- Identificación de los defectos encontrados
- Acciones correctoras realizadas

¹¹ Tomado de Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP)

- Modificaciones realizadas en la instalación del alumbrado de emergencia”¹²

✓ SISTEMA CONTRA INCENDIOS:

Es necesario plantear un sistema de extinción de incendios más robusto que además de contar con la puerta contra fuego y dámper en las bóvedas también sea complementado con un sistema de riego y detección de humo, este sistema de sensores de detección de humo además de ser implementado en cada uno de los cuartos técnicos también podrá ser montado en la plataforma del sistema de automatización de la Universidad, el cual básicamente constará de detectores de humo y una central de incendio que sea la encargada de llevar la información de los sensores de humo a la plataforma Andover Continuum, por ejemplo, se puede contar con detectores de humo RF280THS y una central de incendio (FPA-1200) la cual recogerá la información de los sensores en serie hacia la controladora de la plataforma Andover quien monitorizará el sistema contra incendios instalados en los cuartos técnicos.

✓ BÓVEDAS:

En algunos cuartos técnicos visitados como el de ingeniería química, ingeniería mecánica, administración I, entre otros requieren de bóvedas para el alojamiento de los transformadores que hacen parte de cada una de las subestaciones. Para implementar esta sugerencia se debe tener en cuenta los requerimientos que enuncia el RETIE tales como el artículo 20.4.1 ítem a e ítem b.

✓ PUERTA ANTIPÁNICO:

Subestaciones como la del edificio de ciencias humanas, el edificio de ingeniería química, edificio de administración I, el edificio de ingeniería mecánica, biblioteca, requieren de un cambi6n en el acceso a las instalación que hay en su interior. De

¹² Tomado del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas del 30 de Agosto de 2013. (RETIE). Artículo 7.2 PRUEBAS PERIÓDICAS A LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN DE EMERGENCIA

acuerdo con el RETIE en el artículo 20.4.2 se sugiere utilizar puertas cortafuego con cerradura antipánico en caso de alguna emergencia.

✓ EXCLUSIVIDAD DE AMBIENTES

Todos los cuartos eléctricos deben contar con espacios para montar, operar y realizar mantenimiento de equipos y componentes que se encuentran instalados, de tal forma que se garantice seguridad para los mismos y para el personal que ingrese. De esta forma todas las subestaciones cumplen con la exclusividad de ambiente y con los requerimientos que enuncia el RETIE en el artículo 10.4.

✓ DISTANCIAS DE SEGURIDAD:

Se recomienda tener en cuenta las distancias de Seguridad contempladas en el RETIE Artículo 13 y 23, ya que en las instalaciones de la Universidad es posible encontrar cuartos técnicos como el Camilo Torres que cumplen con las distancias de seguridad, pero a su vez existen otros como planta de Aceros que carece de estas distancias mínimas, así mismo ninguno de los cuartos técnicos contempla la demarcación como límite de proximidad hacia sitios energizados. Carecer de esta demarcación y de distancias mínimas acarrea posibles accidentes en materia de riesgo eléctrico, dado que el aire es un buen aislante que puede llegar a prevenir gran parte de los accidentes que se puedan presentar por proximidad con lugares energizados.

✓ ADVERTENCIAS DE RIESGO ELÉCTRICO:

Se recomienda reforzar los avisos de advertencia de riesgo eléctrico en las subestaciones de: Administración I, Biblioteca, Cenivam, Centic, Ciencias Humanas, Coliseo, Jorge Bautista Vesga, alta tensión, Luis A. Calvo, Ingeniería Mecánica, planta de aceros, Ingeniería química, Morfología y Salud I, ya que este tipo de advertencia puede llegar a prevenir un accidente de trabajadores, estudiantes, o cuerpo docente que no estén informados sobre la peligrosidad del

sitio al cual se aproximan, la carencia de este tipo de advertencias en caso de un accidente puede encaminar hacia un proceso judicial en contra de la Institución.

✓ LIMPIEZA:

Se recomienda la limpieza de todos los cuartos técnicos, en especial los ubicados en la facultad de Salud, Biblioteca, Administración I, Planta de Aceros, Laboratorio de Alta tensión, Ingeniería mecánica e Ingeniería Química; la presencia de escombros puede acarrear la aparición de plagas, que puedan afectar el normal funcionamiento al poner en peligro las subestaciones, de igual manera la presencia de escombros puede ocasionar un accidente en el ingreso a los cuartos.

5. COSTOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN

En el capítulo 5 se describe los costos para la incorporación de los equipos existentes al sistema de Automatización adoptado por la institución, en esta sección se contemplan todos los cuartos técnicos, la razón por lo que se hace esto es contemplar la posibilidad de integración de nuevos dispositivos que a futuro pueda adquirir la institución y realizar un sistema de costeo mucho más global, por lo tanto en esta sección no se contempla tan sólo los equipos mencionados durante el capítulo 4, sino se contemplan los costos como si todos los cuartos técnicos tuvieran un equipo de monitorización con Protocolo Modbus RTU (Se contempla este hecho porque para una posible conexión se necesita suponer un protocolo en cada equipo y además de esto el protocolo más usado en el mercado a nivel industrial es este, lo que hace que sea una idea bastante viable y posible).

Partiendo de la idea en la que todos los cuartos técnicos cuentan con un equipo de monitorización disponible para integrar en el sistema, se contemplan unos costos bajo la conexión con protocolo Modbus RTU que aparte de contener una ruta que pasa por todos los cuarto técnicos, también contemple las controladoras (8 controladoras con 21 puertos que abarcan todos los cuartos), y Xdriver (21 Xdriver que contempla un medidor de potencia por cuarto y las cinco plantas disponibles) para una integración de todos los equipos, en el caso de conexión con protocolo Modbus TCP/IP solo se incrementa la cantidad de cable y un cuarto en la facultad de salud con controladora, Gateway y Xdriver para unir los equipos que hipotéticamente existirían allá.

Para la realización de los costos para equipos electrónicos se solicitaron cotizaciones de equipos a EME Ingeniería S.A y EDECS S.A.S, y los precios que aparecen se basaron en la cotización de EDECS S.A.S dado que se recibió información más completa sobre los equipos que se requieren.

Las aproximaciones que se manejan en las longitudes para el tendido del cableado eléctrico se basan en una visita a la Institución en donde se contempló una ruta para tendido de cable eléctrico, longitudes que fueron dimensionadas con el uso de un plano escalado y con el cual se pudo hacer una aproximación bastante cercana.

A su vez se contó con la sugerencia de un Ingeniero Civil, quien recomienda la utilización de un equipo que se conoce como topo tipo misil, este equipo no será necesario para todo el proceso pero si brinda grandes ventajas en el momento en el que se necesite un tendido de cable en un terreno en el que se vea afectada la estabilidad de la estructura existente, por ejemplo, en caso tal de necesitar atravesar una vía es recomendado utilizar el topo ya que aparte de que los costos con este tipo de maquinaria son similares a los de la excavación manual, si se ve como una gran ventaja el hecho de salvar guardar la estabilidad del terreno, ya que no se hace necesario el rompimiento de la infraestructura vial existente que dejará de ser el mismo una vez sea perforado. Su desventaja principal radica en el costo de alquiler del equipo, sin embargo como se mencionó anteriormente, existen casos en los que el precio del alquiler no difiere mucho de los costos con excavación manual y si ofrecen grandes ventajas en el proceso.

5.1 COSTOS PARA DISEÑO DE COMUNICACIÓN CON MODBUS RTU

La implementación de este modelo de comunicación se presenta a continuación, vale recordar que en este modelo cada equipo va a un puerto diferente de una controladora. En la facultad de salud también se tendrá una controladora a la cual podrían llegar los dispositivos en caso tal de que existieran dentro de la sede.

Figura 14. Esquema de Cableado con Modbus RTU

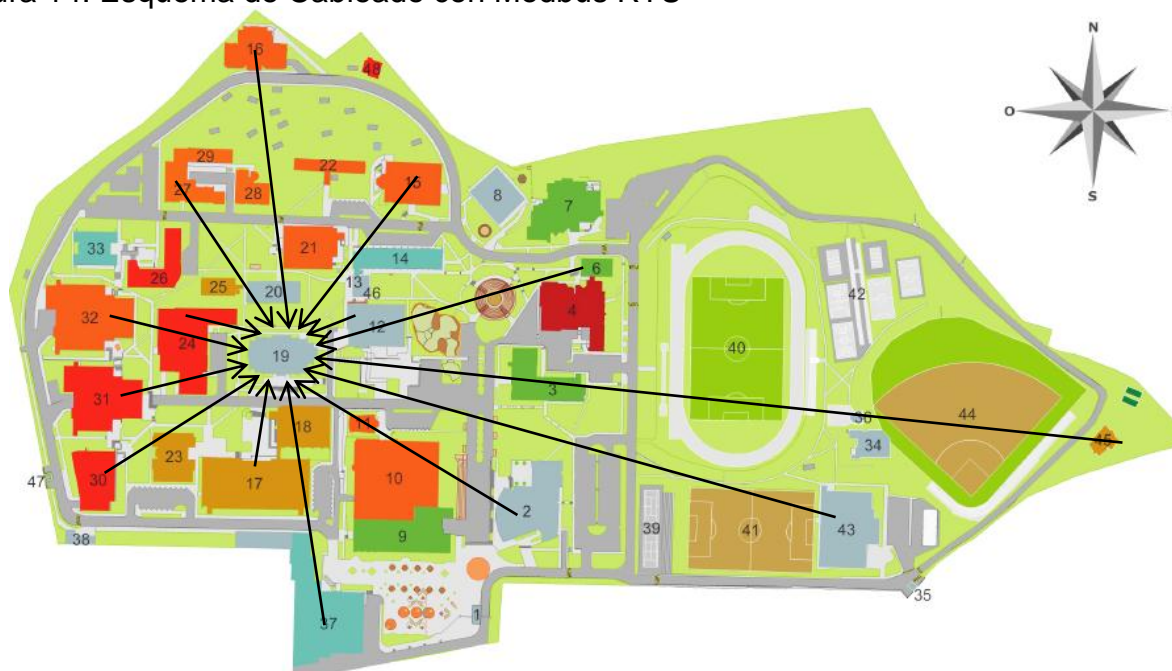


Tabla 10. Costos para Modbus RTU

FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS						9 de Abril de 2014	
OBRA:						CONTRATO	
ITEM	TIPO	DESCRIPCION	UND	VALOR UNITARIO	CANT	SUBTOTAL	
1,00		Subestación CENTIC					
1.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00	
1.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00	
1.07	C	Instalación controladora de red	1	9.523.020,00	7	66.661.140,00	
1.09	C	Instalación fibra óptica	1	7.340,00	2	14.680,00	
1.10	C	Instalación swich	1	459.462,00	1	459.462,00	
1.11	C	Instalación de Xdriver	1	3.596.294,00	21	75.522.174,00	
1-st		Subtotal	1		1	144.472.554,00	
2,00		Subestación Biblioteca					
2.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00	
2.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	35	1.452.990,00	
2.03	C	Excavaciones con topomisil	1	128.188,00	2	256.376,00	
2.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.293,00	35	1.725.255,00	
2.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	37	455.507,00	
2.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00	
2-st		Subtotal				5.705.226,00	

3,00		Subestación Mecánica				
3.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
3.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	94	3.902.316,00
3.03	C	Excavaciones con topomisil	1	128.188,00	5	640.940,00
3.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.293,00	94	4.633.542,00
3.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	99	1.218.789,00
3.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
3-st		Subtotal				12.210.685,00
4,00		Subestación Camilo Torres				
4.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
4.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	268	11.125.752,00
4.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	14	1.315.958,00
4.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	268	13.226.604,00
4.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	282	3.471.702,00
4.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
4-st		Subtotal				30.955.114,00
5,00		Subestación Ciencias Humanas	1			
5.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
5.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	166	6.891.324,00
5.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	9	845.973,00
5.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	166	8.192.598,00
5.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	175	2.154.425,00
5.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
5-st		Subtotal				19.899.418,00
6,00		Subestación Petróleos				
6.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
6.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	221	9.174.594,00
6.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	12	1.127.964,00
6.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	221	10.907.013,00
6.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	233	2.868.463,00
6.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
6-st		Subtotal				25.893.132,00
7,00		Subestación Planta de Aceros				
7.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
7.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	238	9.880.332,00
7.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	12	1.127.964,00
7.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	238	11.746.014,00
7.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	250	3.077.750,00
7.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
7-st		Subtotal				27.647.158,00
8,00		Subestación Civil				
8.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
8.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	200	8.302.800,00
8.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	10	939.970,00
8.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	200	9.870.600,00
8.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	210	2.585.310,00

8.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
8-st		Subtotal				23.513.778,00
9,00		Subestación Química				
9.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
9.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	120	4.981.680,00
9.03	C	Excavaciones con topomisl	1	93.997,00	6	563.982,00
9.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	120	5.922.360,00
9.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	126	1.551.186,00
9.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
9-st		Subtotal				14.834.306,00
10,00		Subestación Alta Tensión				
10.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
10.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	244	10.129.416,00
10.03	C	Excavaciones con topomisl	1	93.997,00	13	1.221.961,00
10.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	244	12.042.132,00
10.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	257	3.163.927,00
10.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
10-st		Subtotal				28.372.534,00
11,00		Subestación Alvaro Beltrán				
11.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
11.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	299	12.412.686,00
11.03	C	Excavaciones con topomisl	1	93.997,00	16	1.503.952,00
11.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	299	14.756.547,00
11.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	315	3.877.965,00
11.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
11-st		Subtotal				34.366.248,00
12,00		Subestación Industrial				
12.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
12.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	176	7.306.464,00
12.03	C	Excavaciones con topomisl	1	93.997,00	9	845.973,00
12.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	176	8.686.128,00
12.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	185	2.277.535,00
12.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
12-st		Subtotal				20.931.198,00
13,00		Subestación Administración 2				
13.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
13.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	244	10.129.416,00
13.03	C	Excavaciones con topomisl	1	93.997,00	13	1.221.961,00
13.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	244	12.042.132,00
13.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	257	3.163.927,00
13.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
13-st		Subtotal				28.372.534,00
14,00		Subestación Administración 1				
14.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
14.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	260	10.793.640,00
14.03	C	Excavaciones con topomisl	1	93.997,00	14	1.315.958,00

14.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	260	12.831.780,00
14.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	274	3.373.214,00
14.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
14-st		Subtotal				30.129.690,00
15,00		Subestación Luis A. Calvo				
15.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
15.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	313	12.993.882,00
15.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	16	1.503.952,00
15.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	313	15.447.489,00
15.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	329	4.050.319,00
15.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
15-st		Subtotal				35.810.740,00
16,00		Subestación Coliseo				
16.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
16.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	527	21.877.878,00
16.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	28	2.631.916,00
16.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	527	26.009.031,00
16.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	555	6.832.605,00
16.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
16-st		Subtotal				59.166.528,00
17,00		Subestación Cenivam				
17.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
17.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	703	29.184.342,00
17.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	37	3.477.889,00
17.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	703	34.695.159,00
17.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	740	9.110.140,00
17.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
17-st		Subtotal				78.282.628,00
18,00		Subestación Salud				
18.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
18.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	1	12.311,00
18.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
18.07	C	Instalación controladora de red	1	9.523.020,00	1	9.523.020,00
18.09	C	Instalación fibra óptica	1	7.340,00	2	14.680,00
18.10	C	Instalación swith	1	459.462,00	1	459.462,00
18.11	C	Instalación de Xdriver	1	3.596.294,00	2	7.192.588,00
18-st		Subtotal				19.017.159,00
19,00		Subestación Salud Morfología				
19.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
19.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	40	1.660.560,00
19.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	4	375.988,00
19.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	40	1.974.120,00
19.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	40	492.440,00
19.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
19-st		Subtotal				6.318.206,00

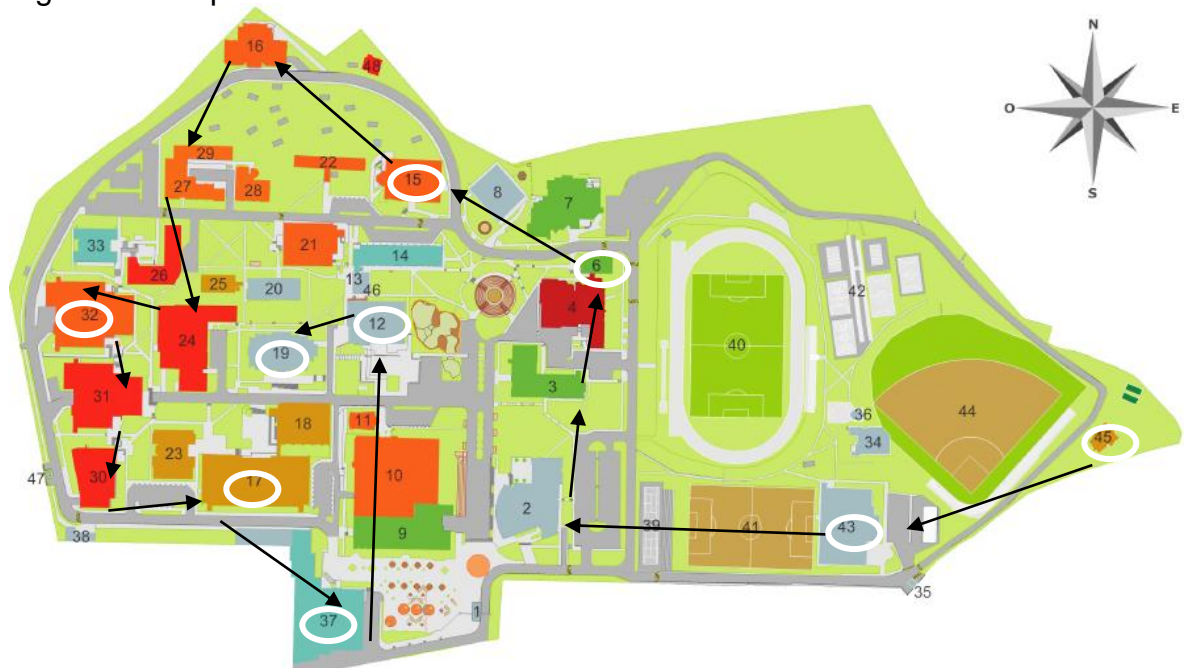
TOTAL COSTO DIRECTO						645.898.836,00
A.I.U (35%)						226.064.593,00
VALOR TOTAL						871.963.429,00
IVA (16% SOBRE UTILIDAD)						5.167.191,00
SUBTOTAL						877.130.620,00

Se anexa en formato digital los costos de la implementación con los análisis de precios Unitarios para cada actividad.

5.2 COSTOS PARA DISEÑO DE COMUNICACIÓN CON MODBUS TCP/IP

Para este proceso se requiere de un tendido serial entre los medidores de potencia, el recorrido que se optó fue de la siguiente manera

Figura 15. Esquema de Cableado con Modbus TCP/IP



Se inicia con Cenivam, seguido de la subestación del Coliseo, en seguida por Luis A Calvo, luego Administración I y II, Edificio de Industrial, Álvaro Beltrán, Laboratorio de Alta tensión seguido de la subestación de Ingeniería Química, luego Ingeniería Civil, Petroleos, Planta de Aceros, Ciencias Humanas, Biblioteca y llegada al Centic. La figura 15 muestra el recorrido mencionado.

Los cuartos técnicos de la facultad de salud van cableados en forma serial y llevan el mismo proceso de la sede principal, es decir, se conectan a un Gateway que al igual que la controladora va conectado a un switch de la red de seguridad, la cual ya existe en esta sede dado que soporta el control de Acceso dentro de la Facultad de Salud.

Tabla 11. Costos para Modbus TCP//P

FORMULARIO DE CANTIDADES Y PRECIOS UNITARIOS					9 de Abril de 2014	
OBRA:					CONTRATO	
ITEM	TIPO	DESCRIPCION	UND	VALOR UNITARIO	CANT	SUBTOTAL
1,00		Subestación CENTIC				
1.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
1.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	36	1.494.504,00
1.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	2	187.994,00
1.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	36	1.776.708,00
1.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	38	467.818,00
1.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
1.07	C	Instalación controladora de red	1	9.523.020,00	1	9.523.020,00
1.08	C	Instalación Getway que incluye conexión a switch	1	6.789.449,00	1	6.789.449,00
1.09	C	Instalación fibra óptica	1	7.340,00	2	14.680,00
1.10	C	Instalación swith	1	459.462,00	1	459.462,00
1.11	C	Instalación de Xdriver	1	3.596.294,00	1	3.596.294,00
1-st		Subtotal	1		1	26.125.027,00
2,00		Subestación Biblioteca				
2.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
2.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	76	3.155.064,00
2.03	C	Excavaciones con topomisil	1	128.188,00	4	512.752,00
2.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.293,00	76	3.746.268,00

2.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	80	984.880,00
2.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
2-st		Subtotal				10.214.062,00
3,00		Subestación Mecánica				
3.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
3.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	125	5.189.250,00
3.03	C	Excavaciones con topomisil	1	128.188,00	6	769.128,00
3.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.293,00	125	6.161.625,00
3.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	131	1.612.741,00
3.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
3-st		Subtotal				15.547.842,00
4,00		Subestación Camilo Torres				
4.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
4.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	122	5.064.708,00
4.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	6	563.982,00
4.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	122	6.021.066,00
4.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	128	1.575.808,00
4.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
4-st		Subtotal				15.040.662,00
5,00		Subestación Ciencias Humanas	1			
5.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
5.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	162	6.725.268,00
5.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	8	751.976,00
5.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	162	7.995.186,00
5.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	170	2.092.870,00
5.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
5-st		Subtotal				19.380.398,00
6,00		Subestación Petróleos				
6.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
6.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	110	4.566.540,00
6.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	6	563.982,00
6.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	110	5.428.830,00
6.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	116	1.428.076,00
6.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
6-st		Subtotal				13.802.526,00
7,00		Subestación Planta de Aceros				
7.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
7.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	90	3.736.260,00
7.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	5	469.985,00
7.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	90	4.441.770,00
7.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	95	1.169.545,00
7.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
7-st		Subtotal				11.632.658,00

8,00		Subestación Civil				
8.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
8.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	183	7.597.062,00
8.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	10	939.970,00
8.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	183	9.031.599,00
8.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	193	2.376.023,00
8.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
8-st		Subtotal				21.759.752,00
9,00		Subestación Química				
9.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
9.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	85	3.528.690,00
9.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	4	375.988,00
9.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	85	4.195.005,00
9.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	89	1.095.679,00
9.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
9-st		Subtotal				11.010.460,00
10,00		Subestación Alta Tensión				
10.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
10.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	161	6.683.754,00
10.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	8	751.976,00
10.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	161	7.945.833,00
10.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	169	2.080.559,00
10.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
10-st		Subtotal				19.277.220,00
11,00		Subestación Alvaro Beltrán				
11.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
11.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	159	6.600.726,00
11.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	8	751.976,00
11.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	159	7.847.127,00
11.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	167	2.055.937,00
11.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
11-st		Subtotal				19.070.864,00
12,00		Subestación Industrial				
12.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
12.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	231	9.589.734,00
12.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	12	1.127.964,00
12.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	231	11.400.543,00
12.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	243	2.991.573,00
12.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
12-st		Subtotal				26.924.912,00
13,00		Subestación Administración 2				
13.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
13.02	C	Excavaciones en material común o	1	41.514,00	162	6.725.268,00

		conglomerado				
13.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	8	751.976,00
13.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	162	7.995.186,00
13.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	170	2.092.870,00
13.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
13-st		Subtotal				19.380.398,00
14,00		Subestación Administración 1				
14.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
14.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	83	3.445.662,00
14.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	4	375.988,00
14.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	83	4.096.299,00
14.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	87	1.071.057,00
14.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
14-st		Subtotal				10.804.104,00
15,00		Subestación Luis A. Calvo				
15.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
15.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	350	14.529.900,00
15.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	18	1.691.946,00
15.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	350	17.273.550,00
15.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	368	4.530.448,00
15.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
15-st		Subtotal				39.840.942,00
16,00		Subestación Coliseo				
16.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
16.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	211	8.759.454,00
16.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	11	1.033.967,00
16.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	211	10.413.483,00
16.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	222	2.733.042,00
16.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
16-st		Subtotal				24.755.044,00
17,00		Subestación Cenivam				
17.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
17.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	1	12.311,00
17.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
17-st		Subtotal				1.827.409,00
18,00		Subestación Salud				
18.01	C	Localización y Replanteo	1	1.046.498,00	1	1.046.498,00
18.02	C	Excavaciones en material común o conglomerado	1	41.514,00	36	1.494.504,00
18.03	C	Excavaciones con topomisil	1	93.997,00	2	187.994,00
18.04	C	Relleno compactado en material seleccionado	1	49.353,00	36	1.776.708,00
18.05	C	Tendido de Canal	1	12.311,00	38	467.818,00
18.06	C	Cajas de Inspección	1	25.620,00	30	768.600,00
18.07	C	Instalación controladora de red	1	9.523.020,00	1	9.523.020,00

equipo topográfico para contemplar la viabilidad del tendido dentro de la topografía del terreno.

También se sugiere la evaluación del recorrido con el objetivo de verificar si dentro de la institución ya existe canalización para el tendido de cableado entre cuartos técnicos, cabe resaltar que el orden de la conexión entre dispositivos no altera la funcionalidad del diseño.

RECOMENDACIONES

- ✓ En el momento de Incorporar dispositivos de monitorización nuevos dentro de la Institución se requiere que: Los equipos cuenten con un puerto de comunicaciones, que el protocolo que utilizan se encuentra dentro de la lista de los protocolos que la plataforma Andover Continuum maneja, y preferiblemente optar por un protocolo de comunicación Modbus dado que en el mercado las plantas eléctricas y los analizadores en su mayoría disponen de versiones que cuentan con este protocolo, de esta manera se estaría optando por una solución de conexión ya planteada.

- ✓ Se sugiere como arquitectura de comunicación la diseñada con protocolo Modbus TCP/IP, ya que garantiza la conexión de nuevos dispositivos con el protocolo Modbus RTU (más común en el mercado), a su vez economiza en gastos relacionados con controladoras y Xdriver, y garantiza la conectividad de hasta 117 dispositivos más dentro de la Institución.

- ✓ Se recomienda la visita de localización y replanteamiento en el momento en el que se vaya a ejecutar la obra correspondiente al tendido de cableado, dado que es necesario revisar si ya existe canalización para el tendido, reconocer la infraestructura existente y garantizar un tendido acorde con el terreno.

- ✓ La instalación del o los Xdrivers debe ser realizada por una empresa certificada en la plataforma de Andover Continuum, así como la configuración dentro en el software de los dispositivos (gastos contemplados en el análisis de costos) dado que Schneider Electric no asegura la garantía si una empresa no certificada realiza este proceso

CONCLUSIONES

- ✓ Durante la visita a cada uno de los cuartos técnicos de la Universidad Industrial de Santander sede principal y facultad de Salud se identificó la presencia de seis (6) dispositivos de monitorización de redes para incluirlos dentro de la Plataforma de Monitorización y Control Andover Continuum, a su vez se encontraron cinco (5) plantas de emergencia que pueden ser vinculadas al sistema de Monitorización existente.

- ✓ Con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE) y la Norma NTC 2050, se establecieron los requisitos mínimos que se deben tener en cuenta para el adecuado funcionamiento de los equipos instalados dentro de una Subestación Eléctrica tipo Interior. A su vez, se identificó la existencia de espacio para la instalación de red de datos para el control y monitoreo de estos equipos en futuras mejoras realizadas en las subestaciones.

- ✓ La Plataforma *Andover Continuum* adquirida por la Institución con el objetivo de realizar un control y supervisión del campus Universitario, cuenta con siete (7) protocolos de comunicación que ofrecen la posibilidad de integrar los dispositivos de monitorización con los que actualmente cuenta la universidad (presentes en tableros generales y plantas de emergencia).

- ✓ El proceso de Inclusión de medidores de energía y los paneles de control de plantas de emergencia a la plataforma de control y automatización Andover Continuum de la UIS ofrece las garantías para la vinculación de todos los equipos existentes, sin embargo se hace necesario contar con las controladoras que se adapten al protocolo de monitorización presente en los dispositivos y a su vez el driver que permita la conexión a estas, dado que la plataforma ofrece el protocolo necesario para la vinculación de los equipos pero no lo ofrece como protocolo

principal de la herramienta y necesita de “puentes” que garanticen la integración de los equipos.

✓ Se plantean dos posibles soluciones para la vinculación de los equipos existentes dentro de la Institución, una realizada con Modbus RTU y otra con Modbus TCP/IP, cualquiera de las dos puede ser utilizada ya que garantiza la funcionalidad de los dispositivos y el reconocimiento de estos dentro de la plataforma, sin embargo se ve más ventajosa la conexión con Modbus TCP/I, ya que garantiza la vinculación de 127 dispositivos más, acarreando gastos de canalización y cableado, pero sin invertir en controladoras o Xdrivers adicionales.

✓ De acuerdo con el análisis de precio unitario realizado para cada propuesta del diseño de arquitectura de comunicaciones, se observó que la inversión varia en un 52.5%, es decir, la propuesta de protocolo Modbus TCP/IP es la más adecuada para la implementación de este proyecto en comparación del protocolo Modbus RTU, por costos y robustez en el sistema para futuras vinculaciones de dispositivos.

BIBLIOGRAFÍA

Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público. RETILAP, 2010.

Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas. RETIE, 2013

MORA F., Máquinas Eléctricas, Quinta edición, Mc Graw Hill.

Andover Continuum™, Third-Party Communication Interfaces and Protocols, Schneider Electric. 2013.

ACX Series Access Controller for Ethernet, Schneider Electric. 2013.

User Guide PowerLogic™ Ethernet Gateway EGX300, Schneider Electric. 2013.

User Guide PowerLogic™ Ethernet Gateway EGX100, Schneider Electric. 2013.

User Guide PowerLogic™ Series 800 Power Meter PM810, PM820, PM850, & PM870, Schneider Electric. 2013.

Installation and Operation Manual PM130 PLUS Powermeter Series PM130P/PM130E/PM130EH, Satec 2014.

INSTRUCTION MANUAL, CVM-96 SERIES SUPPLY NETWORK ANALYZER, Circuitor. 2014.

User Manual, ANR144 ELECTRICAL MULTIFUNCTION ANALYZER, ABB.

Manual no encontrado en la web y solicitado al fabricante. 2014.

Operator Manual, with PowerCommand® Control 3100 PCCP, Cummins Power Generation.

http://www.cummins.co.kr/new/images/data/PCC3100/PCC3100_02.pdf

Application Engineering T-034: Network Application Manual, Cummins Power Generation.

https://powersuite.cummins.com/PS5/PS5Content/SiteContent/en/Binary_Asset/pdf/Commercial/technical/T-034.pdf

PowerCommand® 1.1 control system, Specification Sheet, Cummins Power Generation.

https://www.google.com.co/search?q=PowerCommand%C2%AE+1.1+control+system%2C+Specification+Sheet%2C+Cummins+Power+Generation&rlz=1C1CHMO_enCO573CO573&oq=PowerCommand%C2%AE+1.1+control+system%2C+Specification+Sheet%2C+Cummins+Power+Generation&aqs=chrome..69i57.584j0j7&sourceid=chrome&es_sm=93&ie=UTF-8

Operator Manual, with PowerCommand® Control 1301, Cummins Power Generation.

http://www.cummins.co.kr/new/images/data/PCC1301_2/PCC1301_01.pdf

TAC Vista Product Catalog, Schneider Electric.

http://www2.schneider-electric.com/documents/buildings/0091192_tac_vista_catalogue.pdf

Generator Set Controls Accessories, Global. Cummins Power Generation

<http://cumminspower.com/www/literature/brochures/GeneratorSetControlsAccessories/GeneratorSetControlsAccessories.pdf>

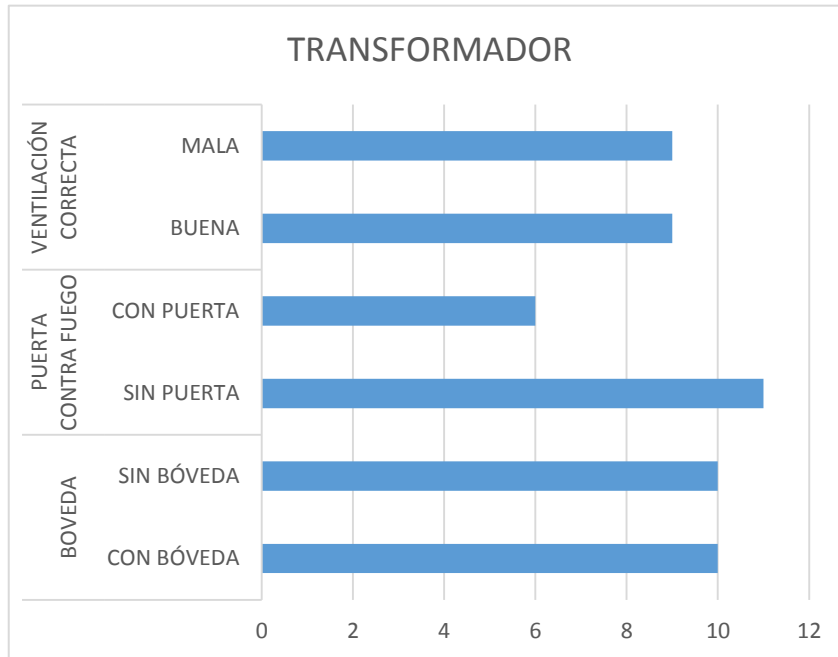
Análisis y Supervisión de Redes Eléctricas. Schneider Electric. 2014.

Multimeters and network analyzers. Fully monitored installations. ABB. 2014.

ANEXOS

ANEXO A¹³ EVALUACIÓN PRELIMINAR DE LAS SUBESTACIONES

RESUMEN GENERAL DETALLES DE TRANSFORMADORES



Los transformadores deben cumplir las condiciones de

Artículo 20.4 BÓVEDAS, PUERTAS CORTAFUEGO, COMPUERTAS DE VENTILACIÓN Y SELLOS CORTAFUEGO.

Además de esto deberá cumplir:

Artículo 23.1 REQUISITOS GENERALES DE SUBESTACIONES. Ítem c. *En los espacios en los cuales se encuentran instaladas las subestaciones con partes energizadas expuestas, deben colocarse y asegurarse la permanencia de cercas, pantallas, tabiques o paredes, de tal modo que limite la posibilidad de acceso a personal no autorizado. Las puertas deben contar con elementos de seguridad que limite la entrada de personal no autorizado. Este requisito no se aplica para subestaciones tipo poste que cumplan las distancias mínimas de seguridad.*

ARTÍCULO 27.4.1 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTO DIRECTO O PROTECCIÓN BÁSICA. ÍTEM C. *Se deben colocar obstáculos o barreras que impidan el acceso de las personas no autorizadas a las partes energizadas.*

¹³ Los datos contenidos en este anexo fueron recopilados durante las visitas, las tablas y gráficas son la síntesis de los datos recopilados

DATOS QUE SOPORTAN EL RESUMEN GENERAL DETALLES DE

	DETALLES DEL TRANSFORMADOR		TRANSFORMADOR																		
			BOVEDA		PUERTA CONTRA FUEGO		VENTILACIÓN			BARRERAS											
			CON	SIN	SIN	CON	BUENA	MALA	SIN	CON	SIN	CON									
Cuartos Técnicos	TIPO	POTENCIA [KVA]																			
Administración 1	Convencional	200		x											x						
		75		x											x						
Administración 2	Pedestal	300	x																		
	Convencional	300																			
Alvaro Beltran	Pedestal	225	x																		
	Convencional	315																			
Biblioteca	Convencional	315																			
	Convencional	500	x																		
Camillo Torres	Convencional	500																			
	Convencional	500																			
Centic	Convencional	500																			
	Convencional	500																			
Ciencias Humanas	Pedestal	300	x																		
	Convencional	300																			
Civil	Convencional	300																			
	Pedestal	400	x																		
Coliseo	Pedestal	150	x																		
	Pedestal	600	x																		
Industrial	Pedestal	225	x																		
	Pedestal	150	x																		
Jorge Bautista Vesga	Convencional	150																			
	Convencional	150																			
Luis A. Calvo	Convencional	150																			
	Convencional	160																			
Mecánica	Convencional	200																			
	Convencional	225																			
Planta Aceros	Convencional	225																			
	Convencional	225																			
Química	Convencional	225																			
	Convencional	225																			
Salud 1	Convencional	225																			
	Convencional	225																			
Salud Morfología	Convencional	225																			

RESUMEN GENERAL DETALLES DE ILUMINACIÓN



Las instalaciones deben cumplir con los siguientes parámetros

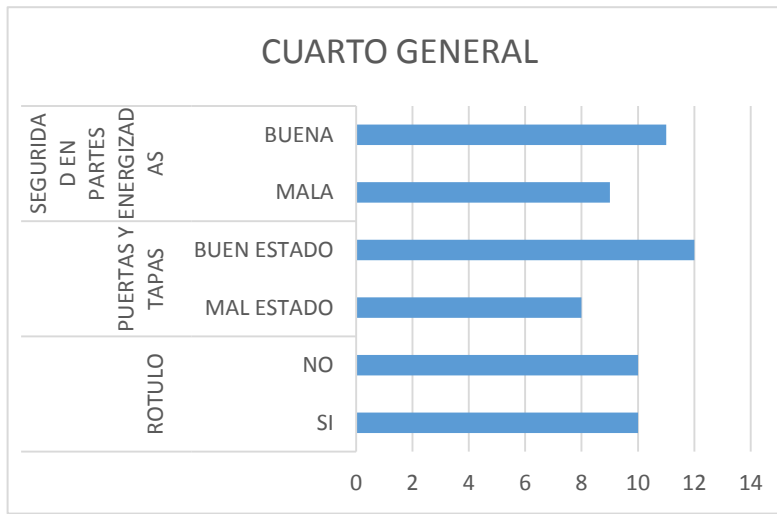
Artículo 17. ILUMINACIÓN La instalación de portalámparas debe atender requerimientos mecánicos de la fuente y los requisitos de aislamiento eléctrico y polaridad para evitar contactos directos o indirectos con partes energizadas

ARTÍCULO 21.1 EDIFICACIONES. ÍTEM R. La iluminación en la central y en las subestaciones debe ser uniforme, evitando en especial el deslumbramiento en las zonas de lectura de tableros, los valores de iluminancia deben cumplir los requisitos establecidos en el reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público **RETILAP**.

DATOS QUE SOPORTAN EL RESUMEN GENERAL DE ILUMINACIÓN

CuartosTécnicos	ILUMINACIÓN	
	NO HERMÉTICA	HERMÉTICA
Administración 1	X	
Administración 2	X	
Alta Tensión	X	
Alvaro Beltran	X	
Biblioteca	X	
Camilo Torres	X	
Cenivam	X	
Centic	X	
Ciencias Humanas	X	
Civil		X
Coliseo	X	
Eléctrica	x	
Industrial	X	
Jorge Bautista Vesga		X
Luis A. Calvo	X	
Mecánica	X	
Planta Aceros	X	
Publicaciones	X	
Química	X	
Salud 1	X	
Salud Morfología	X	

RESUMEN GENERAL DETALLES DE CUARTO GENERAL



Según los requisitos del RETIE, las instalaciones deben tener un sistema contra incendios para los siguientes casos:

De acuerdo al cuadro anterior, se deben cumplir los siguientes requisitos:

Art. 2.1 INSTALACIONES Las instalaciones deben construirse de tal manera que las partes energizadas peligrosas, no deben ser accesibles a personas no calificadas y las partes energizadas accesibles no deben ser peligrosas, tanto en operación normal como en caso de falla.

ART. 2.4.1 EXCEPCIONES EN INSTALACIONES Contar con las envolventes o encerramientos que garanticen que las partes energizadas no estén fácilmente expuestas a contacto directo de personas.

ART. 20.23.1.1. CONDICIONES DE LA ENVOLVENTE O ENCERRAMIENTO (TAMBIÉN LLAMADO GABINETE O ARMARIO) ÍTEM A. Los tableros deben fabricarse de tal manera que las partes energizadas peligrosas no deben ser accesibles y las partes energizadas accesibles no deben ser peligrosas, tanto en operación normal como en caso de falla.

27.4.1 MEDIDAS DE PROTECCIÓN CONTRA CONTACTO DIRECTO O PROTECCIÓN BÁSICA . ÍTEM C. Se deben colocar obstáculos o barreras que impidan el acceso de las personas no autorizadas a las partes energizadas.

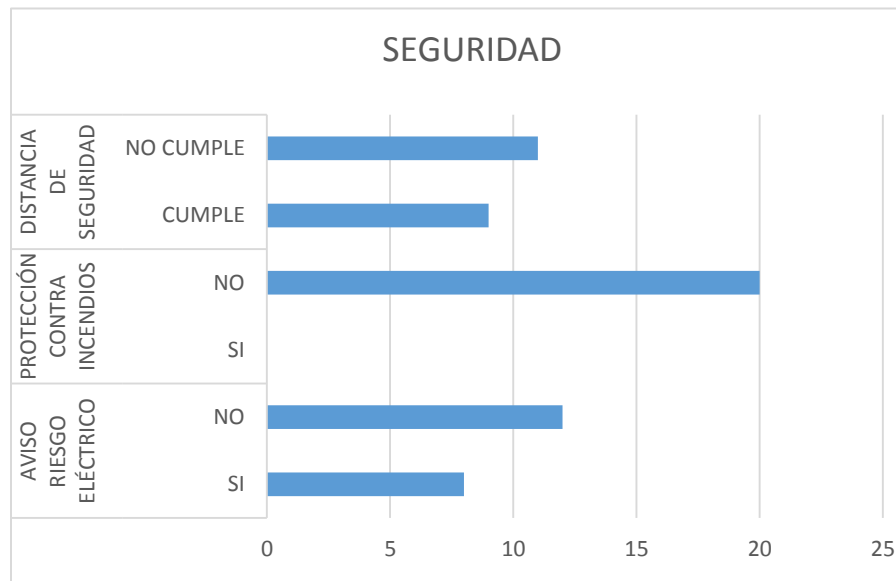
20.23.1.4 ROTULADO E INSTRUCTIVOS. Un tablero debe tener adherida de manera clara, permanente y visible, mínimo la siguiente información:

- a. Tensión(es) nominal(es) de operación.
- b. Corriente nominal de alimentación.
- c. Número de fases.
- d. Número de hilos (incluyendo tierras y neutros).
- e. Razón social o marca registrada del productor, comercializador o importador.
- f. El símbolo de riesgo eléctrico.
- g. Cuadro para identificar los circuitos.

DATOS QUE SOPORTAN EL RESUMEN GENERAL DETALLES DE CUARTO

CUARTOS TÉCNICOS	CUARTO GENERAL										
	ROTULO		PUERTAS Y TAPAS			SEGURIDAD EN PARTES ENERGIZADAS			DIAGRAMA UNIFILAR		
	SI	NO	MAL	BUEN	MALA	BUENA	SI	NO			
Administración 1		x	x		x						x
Administración 2		x		x		x					x
Alta Tensión		x	x		x						x
Alvaro Beltran	x			x		x					x
Biblioteca	x			x		x					x
Camilo Torres	x			x		x					x
Cenivam		x		x		x					x
Centic	x			x		x					x
Ciencias Humanas	x			x		x					x
Civil	x			x		x					x
Coliseo		x		x		x					x
Eléctrica	x			x		x					x
Industrial	x			x		x					x
Jorge Bautista Vesga		x		x		x					x
Luis A. Calvo		x	x		x						x
Mecánica	x		x		x						x
Planta Aceros	x		x		x						x
Química		x	x		x						x
Salud 1		x	x		x						x
Salud Morfología		x	x		x						x

RESUMEN GENERAL DETALLES DE SEGURIDAD



Según los requisitos del RETIE, las instalaciones deben tener un sistema contra incendios para los siguientes casos:

Art. 21.1 EDIFICACIONES.

Ítem o. La central de generación debe tener un sistema automático de extinción de incendios y un plan de emergencias.

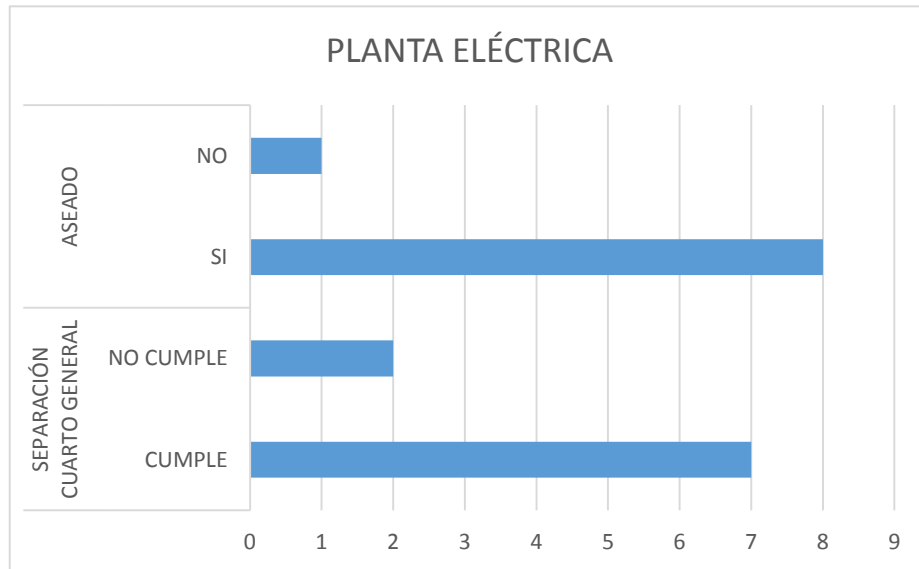
Ítem v. Los transformadores con potencia igual o mayor 100 kVA, ubicados al interior de la casa de máquinas deben ser instalados en celdas diseñadas con muros y puertas antiexplosión. Cada celda debe tener un sistema automático de extinción de incendio y además un sistema de renovación de aire por medio de una unidad manejadora.

Así mismo, el cumplimiento de las distancias de seguridad se acogen al **ARTÍCULO 13** del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas y el **ARTÍCULO 6 SÍMBOLOGÍA Y SEÑALIZACIÓN** el cual considera obligatorio la utilización de símbolos gráficos

**DATOS QUE SOPORTAN EL RESUMEN GENERAL DE
SEGURIDAD**

	SEGURIDAD					
	SIMBOLO RIESGO ELÉCTRICO		PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS		DISTANCIA DE SEGURIDAD	
	SI	NO	SI	NO	CUMPLE	NO CUMPLE
CuartosTécnicos						
Administración 1		X		X		X
Administración 2	x			x	x	
Alta Tensión		x		x		x
Alvaro Beltran	x			x		x
Biblioteca	x			x		x
Camilo Torres	x			x	x	
Cenivam		x		x	x	
Centic		x		x	x	
Ciencias Humanas		x		x	x	
Civil	x			x	x	
Coliseo		x		x	x	
Eléctrica	x			x	x	
Industrial	x			x	x	
Jorge Bautista Vesga		x		x		x
Luis A. Calvo	x			x		x
Mecánica		x		x		x
Planta Aceros		x		x		x
Química		x		x		x
Salud 1		x		x		x
Salud Morfología		x		x		x

RESUMEN GENERAL DETALLES PLANTAS ELÉCTRICAS



Las plantas Eléctricas deben dar cumplimiento a los siguientes artículos del RETIE

ARTÍCULO 21.1. EDIFICACIONES. ÍTEM E. *En el centro de control de la planta debe disponerse de un mímico que represente el diagrama unifilar de la central, que cubra los sistemas de media y alta tensión y de las líneas de transmisión asociadas con conexión física directa a la central, el cual debe ir sobre paneles o en pantallas de computador y cerca de los centros de mando.*

24.2 SUBESTACIONES DE MEDIA TENSIÓN TIPO INTERIOR O EN EDIFICACIONES. ÍTEM G. *Los equipos eléctricos de la subestación o de cuartos eléctricos deben estar separados de la planta de emergencia por un muro o barrera que impida el acercamiento de personas no calificadas a elementos energizados.*

**DATOS QUE SOPORTAN EL RESUMEN GENERAL DE
PLANTAS ELÉCTRICAS**

CuartosTécnicos	DETALLES DE PLANTA			PLANTA ELÉCTRICA			
				SEPARACIÓN CUARTO GENERAL		ASEADO	
	Marca	Modelo	Potencia [KW]	Cumple	No cumple	Si	No
Administración 1	Cummins	gct 8.3	125	X		X	
Biblioteca	Cummins	c300 d6	300	X		X	
Camilo Torres	Cummins	c300 d6	300	X		X	
Cenivam	Cummins	c135 d6	136	X		X	
Centic	Cummins	c200 d6	208	X		X	
Ciencias Humanas	Cummins	c200 d6	200		X	X	
Eléctrica	Cummins	c200 d6	208	X		X	
Luis A. Calvo	Kohler	50RZ282	139		X	X	
Publicaciones	Stewart & Stevenson			X			X