 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-27

CONSTRUCCIÓN OBRA VENTUS

Presentado por:

Alejandro de Jesús Patiño Ruiz

Ingeniería Electromecánica

Asesor proyecto de grado

Orlando Zapata Cortés

INSTITUTO TECNOLÓGICO METROPOLITANO

FACULTAD DE INGENIERÍA

**MEDELLÍN
2019**

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RESUMEN

Este proyecto de grado fue producto de prácticas profesionales para optar por el título de ingeniero electromecánico. El proceso fue realizado en la empresa Energía Estructurada S.A.S., su razón social es diseño, mantenimiento e instalación de redes eléctricas y las practicas fueron ejecutadas en la obra Ventus ubicada en el municipio de Rionegro Antioquia.

Cómo funciones propias en el proceso de la practicas profesionales, se actuaba sobre dirigir y supervisar en el trascurso del avance de obra en redes eléctricas en una instalación residencial, verificando que los planos, cantidades de contrato con relación a las cantidades de obra sean coherentes, comprobando la veracidad de la información en actualización de planos por necesidad de obra o de la empresa Energía estructurada, buscando siempre la optimización del recurso el aprovechamiento de los espacios y del tiempo de ejecución.

La obra llamada Ventus es una torre de 28 pisos, consta de 168 apartamentos, 225 celdas de parqueadero, piscina, cancha de squash, cancha de futbol, salón social, administración, cuartos técnicos y subestación eléctrica.

Palabras claves: Torre Ventus, subestación eléctrica, planos eléctricos, proyecto de redes, instalación residencial.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

RECONOCIMIENTOS

Mis agradecimientos son especialmente para mi madre y mi padre que siempre me apoyaron y ayudaron en el transcurso de mi carrera profesional, a mi hermano que me brindó su apoyo incondicional para la realización de este proyecto; también quiero agradecer a la empresa Energía Estructurada S.A.S. que me permitieron realizar mis prácticas profesionales ayudándome a crecer como personal y como profesional en el área.

Quiero agradecer a los ingenieros German López y Ludwen Monsalve por ayudarme con su conocimiento y experiencia en el transcurso de la realización de mis prácticas profesionales y ayudándome a la solución de problemas presentados en obra y fuera de ella.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

ACRÓNIMOS

NTC Norma técnica colombiana

RETIE Reglamento técnico de instalaciones eléctricas

EPM Empresas Públicas de Medellín

RCI Red contra incendios

GFCI ground-fault circuit interrupter

PVC policloruro de vinilo

EMT tubería eléctrica metálica

IMC Intermediate Metal Conduit.

CA corriente alterna

DC-CC corriente directa

GPR Ground Potential Rise

XLPE Polietileno Reticulado

SPT Sistema de puesta a tierra

OP Operador de red

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS	9
1.1 Objetivo general	9
1.2 Objetivos específicos	9
2. MARCO TEÓRICO	10
2.1 Símbolos eléctricos	10
2.2 Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas.	11
2.3 Diseño de las instalaciones eléctricas.	11
3 METODOLOGÍA	23
3.1 Análisis de las funciones para la realización del proyecto Ventus.	23
3.2 Instalación en baja tensión	23
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	36
5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO	40

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1. PRINCIPALES SÍMBOLOS GRÁFICOS. FUENTE RETIE 2013.....	¡ERROR! MARCADOR NO DEFINIDO.
FIGURA 1. PRINCIPALES SÍMBOLOS GRÁFICOS. FUENTE RETIE 2013.....	11
FIGURA 2 CANALIZACIÓN ELÉCTRICA DESCENTRALIZADA. NORMA EPM RA8-017.....	19
FIGURA 3 INSTALACIÓN TÍPICA DEL PISO 7 HASTA PISO 27. FUENTE PROPIA.....	24
FIGURA 5 MEDIDA DESCENTRALIZADA POR MÉTODO DE ELECTROBARRAS. NORMA EPM, RA8-017.....	27
FIGURA 6 SÍMBOLOS QUE DEBEN IR A LA PUERTA DE LA SUBESTACIÓN. NORMA RA8-014.....	28
FIGURA 7 ILUMINACIÓN MÍNIMA EN EL CUARTO TÉCNICO. FUENTE NORMA EPM RA8-014.....	29
FIGURA 8 OPCIONES PARA ENTRAR AL GABINETE DE MEDIDA DESDE EL TGA. FUENTE NORMA EPM RA8-017.....	30
FIGURA 9 PLANO VERTICAL DE LA RED DE LA TORRE VENTUS. FUENTE PROPIA.....	31
FIGURA 10 ESPECIFICACIÓN DEL BUITRÓN DE LA RED SECUNDARIA. FUENTE NORMA EPM RA8-017.....	32
FIGURA 11 PRIMER PLANO ENTREGADO POR INTERVENTORÍA DE LA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE VENTUS. FUENTE PROPIA.....	33
FIGURA 12 CORTE A-A DE LA FIGURA 9, DETALLE DEL POSIBLE ENREDO DE TUBOS EN SUBESTACIÓN ELÉCTRICA. FUENTE PROPIA.....	34
FIGURA 13 SUBESTACIÓN ELÉCTRICA ACTUAL. FUENTE PROPIA.....	35
FIGURA 14 PROYECTO DE REDES, CANALIZACIÓN EXTERIOR HASTA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA. FUENTE PROPIA.....	41

LISTA DE TABLAS

TABLA 1 VALORES DE REFERENCIA PARA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA..	16
TABLA 2 VALORES DE REGULACIÓN POR DISTANCIA PARA ELEGIR CALIBRE.	25
TABLA 3 LABORES DESEMPEÑADAS POR LAS PAREJAS.....	36
TABLA 4 HORAS EXTRAS DEL PERSONAL.....	37
TABLA 5 SISTEMAS ELECTROMECAÑICOS EN LA TORRE VENTUS.....	38
TABLA 6 INSTALACIÓN CAMBIO DE TUBERÍA, SEGÚN CONTRATO VS INSTALADO EN SITIO.....	39

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

INTRODUCCIÓN

La empresa Energías Estructurada S.A.S. está dedicada al montaje, diseño y mantenimiento de redes eléctricas en media y baja tensión, cumpliendo con las normas que rigen nacionalmente como lo son la NTC 2050, el RETIE y la norma de construcción de EPM.

La empresa lleva en el mercado alrededor de 3 años mostrando calidad y nuevas alternativas en la instalación de redes eléctricas, proponiendo como principal material los alimentadores en aluminio esto con el fin de que el proyecto sea más rentable.

Todos los productos utilizados en construcción cumplen con normatividad y vigencia de igual forma el personal cuenta con tarjeta profesional de técnico electricista para garantizar la calidad de los productos y los servicios que prestan.

En el trascurso de este trabajo se mostrará el paso a paso de la construcción en la parte eléctrica de la obra torre Ventus, identificando fallas de diseño, errores en construcción, modificaciones en terreno y principalmente ayudando con la solución de problemas en el campo.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo general

Ayudar en el proceso de construcción y cumpliendo de la normatividad empleada en las obras de trabajo de la empresa Energía Estructurada S.A.S mejorando los tiempos de respuesta en las dificultades que puede haber a nivel técnico, personal y de obra, ayudando a la empresa a optimizar el recurso técnico.

1.2 Objetivos específicos

- Corregir problemas no previstos en el transcurso de la construcción.
- Implementar y supervisar la ejecución de los trabajos cumpliendo con el RETIE NTC 2050 y la norma EPM.
- Establecer tiempos de respuesta para cada una de las situaciones en el transcurso de la obra.
- Optimizar los recursos empleados para la construcción de la obra, mejorar tiempos y dar nuevas soluciones en la instalación.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2. MARCO TEÓRICO


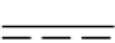


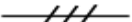

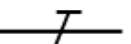

















Según el reglamento técnico de instalaciones eléctricas (Retie), se consideran como instalaciones eléctricas los circuitos eléctricos con todas sus partes, tales como, cables, equipos, máquinas y aparatos que conforman un sistema eléctrico y que se utilizan para la generación, transmisión, transformación, distribución o uso final de la energía eléctrica; sin importar si son públicas o privadas y estén dentro de los rangos de operación de tensión y frecuencia aquí establecidos, es decir, tensión nominal mayor o igual a 24 V en corriente continua o más de 25 V en corriente alterna con frecuencia de servicio nominal inferior a 1000 Hz. Colombia. Ministerio de minas y energía. (2013) Resolución número 90907.

Las exigencias del Reglamento técnico de instalaciones eléctricas aplican a todas las instalaciones eléctricas construidas con después de la entrada en vigencia del mismo, así como sus ampliaciones y remodelaciones. Colombia. Ministerio de minas y energía. (2013) Resolución número 90907.

Las instalaciones construidas después del 1° de mayo de 2005, el propietario debe dar aplicación a las disposiciones contenidas en el RETIE vigente a la fecha de construcción y en las anteriores al 1° de mayo de 2005, garantizar que no representen riesgo para la salud o la vida de las personas y animales. Colombia. Ministerio de minas y energía. (2013) Resolución número 90907.

2.1 Símbolos eléctricos

El RETIE nos obligatoria a la aplicación de los símbolos gráficos que se encuentran en la siguiente tabla, tomados de las normas unificadas IEC 60617, ANSI Y32, CSA Z99 e IEEE 315, estas guardan con mayor relación la seguridad eléctrica. RETIE. (2013) Símbolos eléctricos (p.35) Colombia.

					
Caja de empalme	Corriente continua	Central hidráulica en servicio	Central térmica en servicio	Conductores de fase	Conductor neutro
					
Conductor de puesta a tierra	Conmutador unipolar	Contacto de corte	Contacto con disparo automático	Contacto sin disparo automático	Contacto operado manualmente
					
Descargador de sobretensiones	Detector automático de incendio	Dispositivo de protección contra sobretensiones - DPS	DPS tipo varistor	Doble aislamiento	Empalme
					
Equipotencialidad	Extintor para equipo eléctrico	Fusible	Generador	Interruptor, símbolo general	Interruptor automático en aire




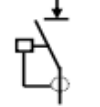

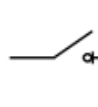


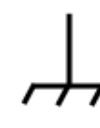

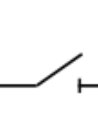










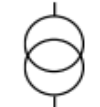
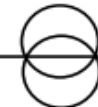

					
Interruptor bipolar	Interruptor con luz piloto	Interruptor unipolar con tiempo de cierre	Interruptor diferencial	Interruptor unipolar de dos vías	Interruptor seccionador para AT
					
Interruptor termomagnético	Lámpara	Masa	Parada de emergencia	Seccionador	Subestación
					
Tablero general	Tablero de distribución	Tierra	Tierra de protección	Tierra aislada	Tomacorriente, símbolo general
					
Tomacorriente en el piso	Tomacorriente monofásico	Tomacorriente trifásico	Transformador símbolo general	Transformador de aislamiento	Transformador de seguridad

Figura 1. Principales símbolos gráficos. Fuente RETIE 2013.

2.2 Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas.

Todas las instalaciones eléctricas objeto del RETIE debe cumplir unos requisitos, como son:

2.3 Diseño de las instalaciones eléctricas.

Toda instalación eléctrica a la que le aplique el RETIE, debe contar con un diseño realizado por un profesional o profesionales legalmente competentes para desarrollar esa actividad. El diseño podrá ser detallado o simplificado según el tipo de instalación. RETIE. (2013) Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas (pp.49,50,51) Colombia.

Según el Retie un diseño detallado después de ser realizado por un profesional competente y capacitado para tal labor y profesional en tal enfoque, su matrícula profesional debe incluir o abarcar el alcance del proyecto, conforme a las Leyes 51 de 1986 y 842 de 2003. Las partes involucradas con el diseño deben atender y respetar los derechos de autor y propiedad intelectual de los diseños. Debe contemplar los parámetros que apliquen de la siguiente lista:

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- a) Análisis y cuadros de cargas iniciales y futuras, incluyendo análisis de factor de potencia y armónicos.
- b) Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico.
- c) Análisis de cortocircuito y falla a tierra.
- d) Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos.
- e) Análisis de riesgos de origen eléctrico y medidas para mitigarlos.
- f) Análisis del nivel tensión requerido.
- g) Cálculo de campos electromagnéticos para asegurar que, en espacios destinados a actividades rutinarias de las personas, no se superen los límites de exposición definidos en la Tabla 14.1
- h) Cálculo de transformadores incluyendo los efectos de los armónicos y factor de potencia en la carga.
- i) Cálculo del sistema de puesta a tierra.
- j) Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.
- k) Verificación de los conductores, teniendo en cuenta el tiempo de disparo de los interruptores, la corriente de cortocircuito de la red y la capacidad de corriente del conductor de acuerdo con la norma IEC 60909, IEEE 242, capítulo 9 o equivalente.
- l) Cálculo mecánico de estructuras y de elementos de sujeción de equipos.
- m) Cálculo y coordinación de protecciones contra sobrecorrientes. En baja tensión se permite la coordinación con las características de limitación de corriente de los dispositivos según IEC 60947-2 Anexo A.
- n) Cálculos de canalizaciones (tubo, ductos, canaletas y electroductos) y volumen de encerramientos (cajas, tableros, conduletas, etc.).
- o) Cálculos de pérdidas de energía, teniendo en cuenta los efectos de armónicos y factor de potencia.
- p) Cálculos de regulación.
- q) Clasificación de áreas.
- r) Elaboración de diagramas unifilares.
- s) Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción.
- t) Especificaciones de construcción complementarias a los planos, incluyendo las de tipo técnico de equipos y materiales y sus condiciones particulares.
- u) Establecer las distancias de seguridad requeridas.
- v) Justificación técnica de desviación de la NTC 2050 cuando sea permitido, siempre y cuando no comprometa la seguridad de las personas o de la instalación.
- w) Los demás estudios que el tipo de instalación requiera para su correcta y segura operación, tales como condiciones sísmicas, acústicas, mecánicas o térmicas.

Nota 1. El tipo de instalación depende de la profundidad con que se traten los parámetros antes descritos, debe aplicarse el juicio profesional del responsable del diseño.

Nota 2. El diseñador deberá realizar la justificación de que parámetros no aplican.

Nota 3. El diseñador debe hacer un análisis de riesgo eléctrico el cual es una descripción de los factores de riesgos potenciales o presentes en la instalación eléctrica y recomendaciones necesarias para mitigar o minimizar las mismas. RETIE. (2013) Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas (pp.49,50,51) Colombia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.4 Responsabilidad de los diseñadores.

Los diseños de las instalaciones eléctricas deben propiciar que en la construcción de la instalación se cumplan todos los requerimientos del RETIE que le apliquen. Tanto las memorias de cálculo como los planos o diagramas deben contemplar en forma legible el nombre, apellidos y número de matrícula profesional de la persona o personas que actuaron en el diseño, quienes firmarán tales documentos y con la firma aceptan dar cumplimiento a los requerimientos del RETIE, en consecuencia, serán responsables de los efectos derivados de la aplicación del diseño. RETIE. (2013) Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas (p.51) Colombia.

El diseñador debe tener una comunicación contante y asertiva resolviendo inquietudes y actualizando cambios en obra.

El diseñador responsable de tal construcción, debe dejar evidencia sobre las distancias mínimas de seguridad, servidumbre, planos de construcción, todo esto en memorias de cálculo seguido de fotografías. RETIE. (2013) Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas (p.51) Colombia.

2.5 Responsabilidad de los constructores.

Los profesionales competentes responsables de la construcción y remodelación de cualquier edificación que tenga cualquier tipo de instalación eléctrica objeto del RETIE deben cumplir los siguientes requisitos y estar registrados en el Registro de Productores e Importadores de Productos (bienes o servicios) sujetos al cumplimiento de reglamentos técnicos de la SIC:

- a) Debe garantizar la contratación de personal calificado, técnico y competentes legalmente para la ejecución de dichas actividades.
- b) Asegurar la calidad, requisitos RETIE y certificación de todo producto y material utilizado en la instalación.
- c) El constructor como responsable de la instalación al inicio de la obra debe verificar los planos eléctricos y debe determinar si el diseño tiene conformidad con el RETIE. El constructor debe dejar registro por escrito de algún cambio en el diseño por no cumplir norma y de no ser posible tal cambio por parte del diseñador, el profesional responsable de la construcción debe realizar tales cambios y dejar constancia y hacerse responsable de los resultados de tal cambio. Las responsabilidades derivadas de estos servicios deben ser solidarias entre las partes.
- d) El constructor como responsable de la instalación debe asegurar la veracidad del cumplimiento del reglamento en tal instalación y demostrado mediante el diligenciamiento del documento denominado declaración de cumplimiento con el RETIE. El profesional competente que suscriba la declaración será responsable de los resultados de las instalaciones eléctricas construidas, durante la operación de la misma.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- e) Los planos finales se dejarán conforme a la instalación construida, dichos planos deben ser firmados por el profesional competente responsable de la dirección o construcción directa de la instalación eléctrica.

Parágrafo 1. En el momento que se detecte algún tipo de incumplimiento con el RETIE atribuido al constructor responsable, se debe dar aviso al operador de red o al comercializador, quien deberá tomar las medidas pertinentes para evitar accidentes o incidentes de origen eléctrico. RETIE. (2013) Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas (pp.51,52) Colombia.

Parágrafo 2. Cualquier incumplimiento evidenciado del RETIE es un peligro inminente y es una causa justificada para la suspensión por parte del operador de red. RETIE. (2013) Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas (pp.51,52) Colombia.

La subestación eléctrica según la norma EPM: Se considera como subestación de una instalación, el sitio destinado con exclusividad a la colocación de los equipos de medida, los elementos de protección generales y el transformador o transformadores que puedan ser requeridos, siempre y cuando sean accesibles sólo a personal calificado para su operación. Norma EPM. (2013) RA8-017 Colombia.

2.6 Espacios para el montaje, operación y mantenimiento de equipos.

Según el RETIE todo lugar donde se encuentre una instalación eléctrica debe tener espacios suficientes para su mantenimiento, operación y montaje, incluye los accesos, de tal manera que garantice la seguridad de la instalación y primordialmente de las personas. RETIE. (2013) Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas (p.53) Colombia.

Cumpliendo con lo dispuesto en la Ley 388 de 1997, en el ordenamiento territorial es importante disponer de los espacios para la construcción, operación y mantenimiento de todas redes de distribución y las líneas, subestaciones de transmisión, asegurando los anchos de servidumbre y distancias de seguridad requeridas según el nivel de tensión; las autoridades de planeación municipal y curadurías deben tener especial atención en el momento de otorgar licencias de construcción para que se garantice el cumplimiento de las distancias mínimas de seguridad a elementos energizados de las líneas, subestaciones y redes eléctricas. RETIE. (2013) Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas (p.53) Colombia.

Este texto nos explica que en instalaciones como cuartos técnicos donde hay varios servicios como por ejemplo televisión, comunicaciones y redes eléctricas se debe determinar el mayor riesgo según el nivel de tensión y el operador debe implementar las condiciones mínimas para la instalación de los demás elementos. RETIE. (2013) Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas (p.53) Colombia.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Según el reglamento se debe garantizar los accesos adecuados en subestaciones y cuartos eléctricos de media y baja tensión, donde el ancho del ala de las puertas de acceso con relación al espacio de trabajo no debe ser menor a 90 cm y en los cuartos donde se alojan transformadores de media tensión, puertas de acceso deben abrir hacia fuera y disponer de cerradura antipánico, independiente de la potencia y de los equipos que tenga el sistema. RETIE. (2013) Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas (p.53) Colombia.

Este reglamento también nos indica que cuando hay partes expuestas a menos de 150V con relación a tierra, el espacio de trabajo mínimo no debe ser inferior a 1,9 m de altura y 0,75 m de ancho o el ancho del equipo si este es mayor. En cualquier caso, la profundidad del espacio de trabajo frente al equipo no debe ser inferior a 0,9 m. RETIE. (2013) Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas (p.53) Colombia.

También dice que cuando se tengan partes expuestas energizadas a tensión entre 2500 V y 9000 V con relación a tierra, el mínimo espacio de trabajo no debe ser menor a 1,9 m de altura o la altura del equipo cuando este sea más alto y 0,9 m de ancho o el ancho del equipo si este es mayor. En estos casos, la profundidad del espacio de trabajo no debe ser inferior a 1,5 m. RETIE. (2013) Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas (p.53) Colombia.

Este reglamento es claro cuando especifica donde hay equipos con un ancho mayor a 1,8 m y una corriente nominal igual o superior a 1200 amperios, se deben tener dos accesos al espacio de trabajo. Con el fin de que la persona que esté trabajando tenga facilidad en evacuar el sitio. RETIE. (2013) Requerimientos generales de las instalaciones eléctricas (p.53) Colombia.

2.7 CLASIFICACIÓN DE LOS NIVELES DE TENSIÓN

El RETIE estandariza los niveles de tensión, para corriente alterna según la NTC 1340:

- a) Extra alta tensión (EAT): Corresponde a tensiones superiores a 230 kV.
- b) Alta tensión (AT): Tensiones mayores o iguales a 57,5 kV y menores o iguales a 230 kV.
- c) Media tensión (MT): Los de tensión nominal superior a 1000 V e inferior a 57,5 kV.
- d) Baja tensión (BT): Los de tensión nominal mayor o igual a 25 V y menor o igual a 1000 V.
- e) Muy baja tensión (MBT): Tensiones menores de 25 V.

Lo escrito en este artículo del RETIE se refiere a que cada instalación eléctrica debe estar por dentro de la clasificación descrita anteriormente y que si el valor del nivel de tensión esta por fuera de esta clasificación se tomara con el nivel más alto. RETIE. (2013) Clasificación de niveles de tensión (p.55) Colombia.

2.8 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Lo dicho por el reglamento en este artículo refiere que en toda instalación eléctrica donde aplique RETIE, se debe disponer de un sistema de puesta a tierra (SPT), esto con el fin de evitar que personas en contacto con la misma, queden sometidas a tensiones de paso, de

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

contacto o transferidas, que superen los umbrales de soportabilidad del ser humano cuando se presente una falla. RETIE. (2013) Sistema de puesta a tierra (p.65) Colombia.

Los objetivos de un sistema de puesta a tierra (SPT) son: La seguridad de las personas, la protección de las instalaciones y la compatibilidad electromagnética. RETIE. (2013) Sistema de puesta a tierra (p.65) Colombia.

Funciones de un SPT son:

- a) Garantizar condiciones de seguridad a los seres vivos.
- b) Permitir a los equipos de protección despejar rápidamente las fallas.
- c) Servir de referencia común al sistema eléctrico.
- d) Conducir y disipar con suficiente capacidad las corrientes de falla, electrostática y de rayo.
- e) Realizar una conexión de baja resistencia con la tierra y con puntos de referencia de los equipos.

Se debe tener un bajo nivel de resistencia en el SPT para disminuir la GRP, esto con el fin de cumplir los objetivos anteriores. RETIE. (2013) Sistema de puesta a tierra (p.65) Colombia.

2.9 VALORES DE REFERENCIA DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

En este artículo del reglamento nos indica que un buen SPT debe garantizar el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas. La resistencia de puesta a tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial, los valores en la tabla 1, adoptados de las normas técnicas IEC 60364-4-442, ANSI/IEEE 80, NTC 2050 y NTC 4552. Cumpliendo con estos valores, no exonera al diseñador y constructor de garantizar que las tensiones de paso, contacto y transferidas aplicadas al ser humano en caso de una falla a tierra, no superen las máximas permitidas. RETIE. (2013) Sistema de puesta a tierra (p.70) Colombia.

Tabla 1. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra. Fuente: Retie, 2013

APLICACIÓN	VALORES MÁXIMOS DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA
Estructuras y torrecillas metálicas de líneas o redes con cable de guarda	20 Ω
Subestaciones de alta y extra alta tensión.	1 Ω
Subestaciones de media tensión.	10 Ω
Protección contra rayos.	10 Ω
Punto neutro de acometida en baja tensión.	25 Ω
Redes para equipos electrónicos o sensibles	10 Ω

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.10 ILUMINACIÓN

Una buena iluminación, además de ser un factor de seguridad, productividad y de rendimiento en el trabajo, mejora el confort visual. Según lo dicho anteriormente, la demostración del cumplimiento del RETIE, los portalámparas o porta bombillas fijos deben cumplir los requisitos de producto y de instalación establecidos en el RETIE.

“Tanto el diseñador como el constructor de la instalación eléctrica, deben garantizar el suministro de energía para las fuentes de iluminación y sus respectivos controles, en los puntos definidos en el diseño detallado o en el esquema de iluminación, conforme a las necesidades de iluminación resultantes del cumplimiento del Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público RETILAP. Si la edificación requiere diseño de RETILAP y no la tiene, en la certificación RETIE se debe dejar esta no conformidad”. RETIE. (2013) Iluminación (p.78) Colombia.

También nos explica este artículo del reglamento que en instalaciones donde no se exija RETILAP, el diseñador y el constructor de la instalación eléctrica deben tener en cuenta los requerimientos de iluminación y ubicar las salidas necesarias para el montaje de las lámparas e interruptores en los lugares donde se requiera la iluminación y sus aparatos de control, en la certificación de cumplimiento del RETIE se debe verificará el cumplimiento de estos requisitos. RETIE. (2013) Iluminación (p.78) Colombia.

2.11 REGLAS DE ORO

Las instalaciones eléctricas por seguridad de los equipos y de las personas que los están instalando deben realizar cualquier maniobra con las siguientes “Reglas de oro”:

- a) Desenergizar o abrir el circuito de todas las fuentes de alimentación garantizando y verificando ausencia de tensión después de tal maniobra.
- b) Condenación o bloqueo, paso importante pues el sistema de apertura y cierre del mismo debe quedar señalizado con tarjetas como: “No energizar” o “prohibido maniobrar”, quitar los portafusibles de los cortacircuitos. Se llama “condenación o bloqueo”, esto impide la maniobra para manipulación del sistema.
- c) Verificar ausencia de tensión en cada una de las fases, se realiza con un dispositivo apropiado, donde el técnico no corra mayor riesgo en la verificación.
- d) Con puentes equipotenciales se coloca en la alimentación del equipo, es decir la alimentación de los dispositivos se colocan con un cable adecuado para que quede directamente a tierra.

“Los equipos de puesta a tierra se deben manejar con pértigas aisladas, conservando las distancias de seguridad respecto a los conductores, en tanto no se complete la instalación”. RETIE. (2013) Trabajos en redes desenergizadas (p.79) Colombia.

- e) Señalizar y delimitar la zona de trabajo. Se debe marcar con carteles visibles y prevenir el riesgo de incidente o accidente, debe ser el primer paso y el último paso después de energizar nuevamente.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.12 TRABAJOS EN ALTURA

Todo trabajador que se halle ubicado a una altura igual o superior a 1,5 m, debe tener curso de alturas según su clasificación, permiso para tal labor y estar sostenido de un sistema de protección contra caídas, atendiendo la reglamentación del Ministerio del Trabajo (Resolución 1409 de 2012 o la que la modifique o sustituya). RETIE. (2013) Trabajos en redes desenergizadas (p.81) Colombia.

“Todos los postes y estructuras deben ser inspeccionados cuidadosamente antes de subir a ellos, para comprobar que están en condiciones seguras para desarrollar el trabajo y que puedan sostener pesos y esfuerzos adicionales. Deben revisarse los postes contiguos que se vayan a someter a esfuerzos”. RETIE. (2013) Trabajos en redes desenergizadas (p.81) Colombia.

2.13 Descripción de los sistemas de medición para edificaciones con múltiples usuarios y especificaciones técnicas para medida descentralizada.

Según la aplicación de esta norma aplica en todas las edificaciones con múltiples instalaciones particulares residenciales o no residenciales. El objetivo es tener condiciones de seguridad adecuadas para la prestación del servicio de energía eléctrica, también el fácil acceso, operación y mantenimiento del sistema desde la alimentación hasta el punto de medida para EPM, además de evitar fraudes de tipo eléctrico, por ser responsable de la gestión integral de las pérdidas de energía según lo establecido en el decreto 387 de 2007 del Ministerio de Minas y Energía y resolución CREG 121 de 2007. Norma EPM. (2015) RA8-017Medida descentralizada (p.4) Colombia.

Esta norma nos indica las condiciones mínimas de la aplicación de la medida descentralizada, cumpliendo con distancias mínimas de seguridad, marcación, trayectos, accesos y puntos de medida las cuales eran monitoreadas por el operador de red para el cobro mensual de las instalaciones. Norma EPM. (2015) RA8-017Medida descentralizada (p.4) Colombia.

2.14 Descripción medida distribuida o descentralizada.

La norma nos indica que es un sistema de gabinetes de medida en pisos diferentes y las redes eléctricas que les suministran el servicio desde la fuente, su objetivo es distribuir desde allí los alimentadores a las instalaciones de uso final (ver figura 2). Dependiendo del tipo y topología de alimentación, este sistema de medición se puede subdividir en dos tipos:

Medida Distribuida empleando un bus de barras como alimentador de los diferentes tableros de medida. Norma EPM. (2015) RA8-017Medida descentralizada (p.7) Colombia.

Medida Distribuida empleando cables y tubos individuales como alimentador de los diferentes tableros de medida. Norma EPM. (2015) RA8-017Medida descentralizada (p.7) Colombia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

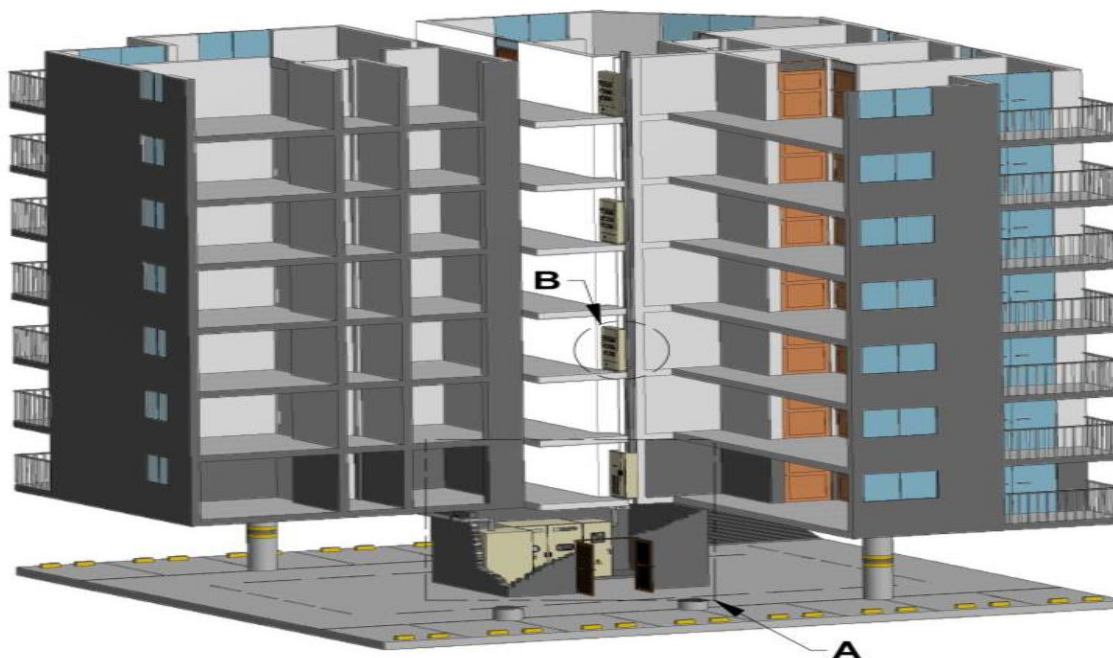


Figura 2. Canalización eléctrica descentralizada. Norma EPM RA8-017.

2.15 Sistema de alimentación distribuida mediante cables convencionales

El diagrama unifilar que describe este sistema se ilustra en la figura 2, con los siguientes componentes:

- a) Fuente de Alimentación (transformador):** Puede estar ubicado al interior de la edificación en una subestación, o en el exterior del inmueble, bien sea instalado en poste o en una estructura civil (transformador pedestal). en pocas palabras es el equipo electromecánico el cual reduce el voltaje entregado por la red para entregar el voltaje adecuado para uso final. Norma EPM. (2015) RA8-017 Medida descentralizada (p.10) Colombia.

- b) Tablero General de Alimentadores (TGA):** El detalle constructivo del Tablero General de Alimentadores es:

Debe tener tres compartimientos, el primero donde se encuentran las protecciones, el segundo donde se encuentra la barra del neutro y la barra de tierra y el tercero donde llega la alimentación del gabinete. Norma EPM. (2015) RA8-017 Medida descentralizada (p.10) Colombia.

- c) Alimentadores de los Tableros de Medida:** Las especificaciones técnicas que deberán cumplir estos alimentadores serán descritos en esta norma.

Tableros de Medida de Piso: Las especificaciones de los tableros de medida que van en los diferentes pisos son:

Debe tener una protección principal, mínimo debe de alojar 8 equipos de medida, debe tener tres compartimientos que son donde está la protección principal, las protecciones secundarias, y los equipos de medida, Deben cumplir unas medidas mínimas de altura con relación al piso acabado, medidas mínimas entre medidores. Norma EPM. (2015) RA8-017 Medida descentralizada (p.10) Colombia.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.16 Disposiciones generales aplicables a los sistemas de medida distribuida o descentralizada

En este capítulo se describen las disposiciones generales que deberán cumplir ambos sistemas de medida distribuida, bien sea alimentador del tipo electrobarra o alimentadores con cables alojados en ductos. Norma EPM. (2015) RA8-017Medida descentralizada (p.12) Colombia.

Usos no permitidos

En el sistema de medida descentralizada no está permitido lo siguiente:

- a) Edificaciones residenciales, comerciales o consultorios que no superen o iguale a 5 niveles, sin contar parqueaderos.
- b) Edificaciones residenciales, comerciales o consultorios que no superen 40 instalaciones.
- c) Edificaciones residenciales comerciales o consultorios que tengan entre 6 y 10 niveles sin contar parqueaderos, en este caso particular la edificación se surtirá del servicio eléctrico a través de dos centros de medida.
- d) No se permite la alimentación de un edificio desde otro edificio, pues deberá ubicar en sótanos o zonas de acceso común para todas las torres y los alimentadores para cada torre no podrán cruzar de manera parcial o total el interior de una torre distinta a la que atenderá de haber un solo transformador para alimentar todas las torres.
- e) En instalaciones industriales o comerciales solo se permitirá la medida descentralizada de tener más de tres niveles o un número de instalaciones mayor a 20.
- f) Si la potencia instalable por gabinete de medida es mayor a 112.5KVA no se permite la instalación en ducto IMC, pues debe ser electro barra o medida centralizada. Norma EPM. (2015) RA8-017Medida descentralizada (p.12) Colombia.

2.17 Consideraciones complementarias para los tableros de medida.

La construcción y localización de los tableros para medida semidirecta y directa en sistemas de medida distribuida o descentralizada, deberán cumplir con todos los requisitos establecidos en la norma RA8-012, además de los siguientes que los complementan o modifican. Norma EPM. (2015) RA8-017Medida descentralizada (p.13) Colombia.

- a) Los medidores deberán ser electrónicos preferiblemente con puerto de comunicación universal.
- b) Todos los tableros de medida descentralizada deberán contar con un totalizador general.
- c) Los tableros de medidores para medida descentralizada deberán alojar como mínimo 8 equipos de medida, y en unidades residenciales o de oficinas, estos además deberán ser instalados máximo en niveles intermedios de la edificación, es

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

decir, que para unidades residenciales o de oficinas no se podrán instalar en todos los niveles.

- d) En centros comerciales, los tableros de medida de piso y el tablero general de alimentadores, deberán ser instalados en cuartos técnicos para tableros eléctricos de medida.
- e) Los tableros de medida que posean un ancho superior a 1800 mm deberán ser instalados en cuartos técnicos, en el cual se deberá garantizarse el doble del espacio de trabajo o la doble salida de evacuación.
- f) Acorde a lo establecido en el numeral 9.1 del RETIE, y con el fin de evitar afectaciones electro-patológicas considerables a personas no calificadas, los tableros de medida de piso y el tablero general de alimentadores deberán ser instalados en cuartos técnicos, en los casos en los que estos elementos puedan verse sometidos a la energía generada por niveles de cortocircuito superiores a 20kA.
- g) En un mismo nivel de la edificación, solo está permitida la instalación de un centro de medida o un tablero de medida.
- h) Como excepción al numeral anterior, en edificaciones con más de 60 instalaciones por nivel, se permitirá un máximo de dos centros de medida por nivel, siempre y cuando cada centro de medida agrupe un mínimo de 30 instalaciones.
- i) En los casos cuando la edificación consista en varias estructuras unidas entre sí en todos los niveles, la misma se deberá considerar como una sola estructura para efectos de la aplicación de lo descrito en el numeral 5.2.7.
- j) En los casos donde los tableros de medida de piso o el tablero general de alimentadores se encuentren instalados en un cuarto técnico, la disposición del cuarto deberá cumplir lo dispuesto en la norma RA8-014.
- k) Los tableros de medida y el tablero general de alimentadores que estén ubicados en zonas de circulación común deberán quedar localizados a una distancia superior a 900 mm medidos desde los bordes más cercanos entre el tablero y los accesos o salidas, incluyendo el acceso a ascensores, cuartos técnicos, cuartos útiles, salidas de emergencia, locales comerciales, apartamentos y otros. (ver figura 9 y 10).
- l) En zonas de circulación, no está permitida la instalación de tableros de medida sobrepuesto por lo que en estos casos el tablero deberá ser empotrado. Norma EPM. (2015) RA8-017Medida descentralizada (p.13) Colombia.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

2.18 Estado del arte.

Practices focused in the mitigation of Lightning Electromagnetic Pulse (LEMP):

Este artículo expone resultados obtenidos durante la identificación de parámetros de compatibilidad electromagnética en sistemas de protección contra rayos. En él se exponen una serie de buenas prácticas de ingeniería orientadas a la mitigación de las perturbaciones de tipo transitorio, creadas por el impulso electromagnético generado durante una descarga atmosférica. Revista Tecnología en Marcha; Vol. 26, Núm. 4 (2013); Malagón-Carvajal, Gabriel, Giraldo-Picón, Ordoñez-Plata, Chacón, Julio Cesar, pág. 13-25

National Fire Protection Association (NFPA) 70E Código Nacional Eléctrico 2018

Este código Nacional aplica en escenarios como: Instalación de alimentadores, conductores y equipos eléctricos en estructuras o edificaciones públicos y privados, fuentes de suministro eléctrico, instalaciones exteriores de la propiedad, instalaciones en fibra óptica, también incluye empresas de ingeniería eléctrica que construyen oficinas, almacenes y talleres que no formen parte sustancial de una planta generadora, una subestación eléctrica o un centro de control. Hacen referencia especialmente al correcto uso del material en las instalaciones eléctricas

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

3 METODOLOGÍA

3.1 Análisis de las funciones para la realización del proyecto Ventus.

Las funciones entregadas por la empresa energía estructurada son mantener el control del personal, control de la herramienta y de la ejecución de obra según el cronograma entregado al inicio de la obra. Es importante agregar que la realización de cada una de las actividades fue en base a las normas NTC 2050, Retie 2013 y la norma EPM que la exige el operador de red, en este caso ellos mismos.

La optimización del recurso es uno de los puntos claves para la ejecución y la buena práctica en obra, ayuda a los intereses de la empresa y soluciona problemas en temas de costos para presentación de una propuesta en el área.

Una de las funciones más significativas para la empresa es la realización de los cortes cada quincena, es decir, la realización de los vales para cobrar según los trabajos ejecutados en obra, realizando recorridos y verificando que las cantidades cobradas son las pagadas.

El manejo de personal es el punto más influyente a la hora de supervisar todos los trabajos en la obra. Las categorías de los trabajadores son oficiales o ayudantes donde cada uno de los cargos debe cumplir con unas características específicas, pero sin importar estas lo más importante es cumplir el reglamento de la empresa.

3.2 Instalación en baja tensión

En una obra residencial el 94% de las actividades ejecutadas son en baja tensión, es el punto fundamental para el cumplimiento de la norma RETIE y el funcionamiento seguro y confiable de todas las instalaciones.

Se inició con la ejecución de tubería PVC de ½" y ¾", instalación de cajas por cada uno de los 168 apartamentos en los 21 pisos donde se encuentra, los otros pisos pertenecen a zonas comunes. Según la programación de obra cada ocho días se debían entregar 16 apartamentos al 100% incluye instalación de tubería por piso, por muro y por cielo cada circuito con sus respectivas cajas PVC 4x4, 2x4 u octagonales.

En el transcurso de dicha actividad colocaron tres parejas compuestas por un oficial y un ayudante, donde se debía proceder con las medidas entregadas por el área de diseño de la obra, como lo son la altura de interruptores 1,10 m, tomas dobles en pared 0,25 m, tablero de distribución a 1,65 m, tomas GFCI en baños 1,10 m, tomas GFCI en cocina a 0,2m por encima del mesón.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

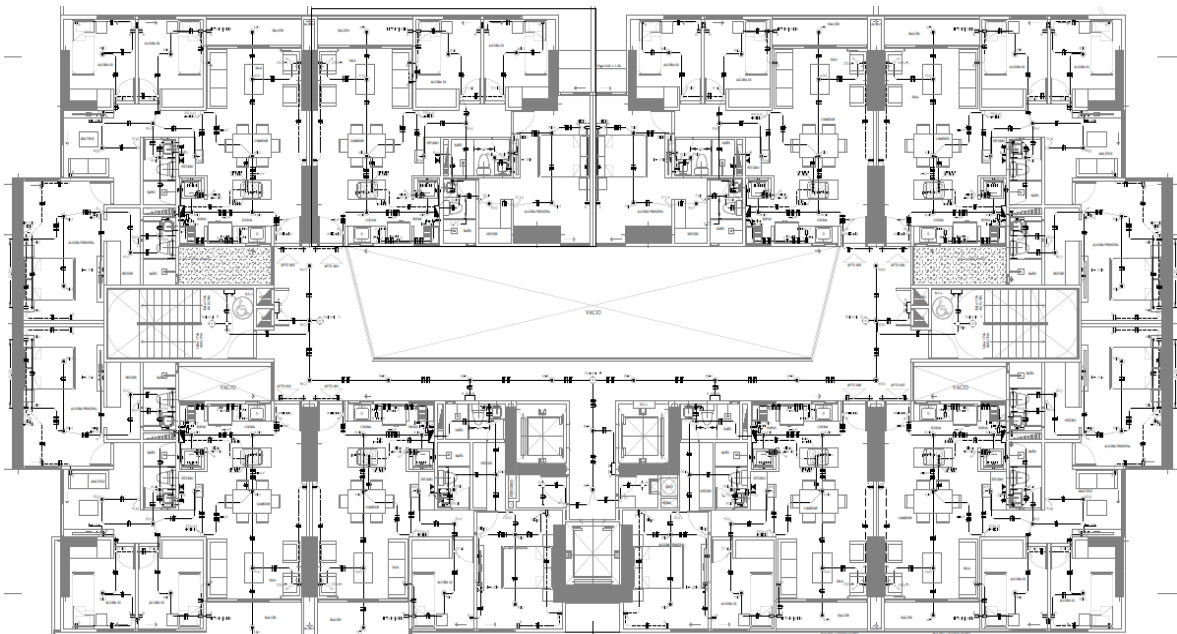


Figura 3. Instalación típica del piso 7 hasta piso 27. Fuente propia.

Con el montaje de tubería es donde se determina cada uno de los puntos en los cuales se va alimentar y los recorridos del circuito eléctrico, simplificada con la instalación de la tubería se pueden sacar cantidades objetivas de cableado, aparatos y tiempos de ejecución. Seguido de esto adquirir un compromiso el cual se cumpla a cabalidad.

Con relación a la fecha de inicio la terminación de tubería dentro de los apartamentos fue en 4 meses, esto por atraso de la obra con relación a otros contratistas como los maderos, los revocos y la mampostería.

La alambrada de los apartamentos empezó después de tener 24 apartamentos con tubería y cajas, es decir semana y media después de comenzar con la anterior labor. Para esta labor fueron necesarias dos parejas conformadas por un oficial y un ayudante cada pareja.

El tiempo de ejecución de la alambrada fue de tres meses con relación a la fecha de inicio y teniendo en cuenta los atrasos de obra.

En el transcurso de la instalación de la tubería y la alambrada dentro de los apartamentos también se debía ejecutar todos los puntos fijos los cuales son:

- Iluminación de las escaleras de emergencia.
- Iluminación pasillos.
- Iluminación parqueaderos.
- Iluminación del cuarto técnico.
- Iluminación del cuarto de basura.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Toda la iluminación mencionada anteriormente es controlada por sensores de movimiento, sin necesidad de colocaron interruptores en los lugares antes mencionados.

Es importante determinar que cada uno de los oficiales y ayudantes deben tener ciertas características para la realización del trabajo. Por lo anterior se miden tiempos de ejecución de cada una de las actividades para que la relación de trabajo ejecutado vs trabajador tenga un rango de operación similar. Su buen desempeño en las actividades determina la tarea a desarrollar y así aprovechar el recurso.

La iluminación de cada pasillo debe estar alimentada desde la subestación eléctrica ubicada en piso 5, es decir, todos los circuitos que pertenecen a puntos fijos convergen en subestación.

Puntos importantes a determinar son la responsabilidad del constructor y del diseñador ya que los dos por ser profesionales en la labor, pueden cambiar algún error que tenga el otro con base a la norma NTC 2050 o el RETIE.

La siguiente tabla la realizo para determinar la coherencia entre el calibre del alimentador que se encuentra en plano y si cumple con la regulación que exige la norma.

Tabla 2. Valores de regulación por distancia para elegir calibre. Fuente propia.

PISO N°	POTENCIA (W) LUMINARIA	CANTIDAD ILUMINACIÓN POR PISO	POTENCIA APARENTE TOTAL (W)	POTENCIA ACTIVA TOTAL (VA)	VOLTAJE (V)	CORRIENTE (A)	DISTANCIA ALIMENTADOR (m)	REGULACIÓN POR DISTANCIA (%)	CALIBRE N° DEL CONDUCTOR
PISO 1	64	22	1408	1482,11	120	12,35	29	2,53	10
PISO 2	64	22	1408	1482,11	120	12,35	24	2,09	10
PISO 3	64	22	1408	1482,11	120	12,35	19	2,63	12
PISO 4	64	22	1408	1482,11	120	12,35	15	2,08	12
PISO 5	64	22	1408	1482,11	120	12,35	12	1,66	12
PISO 6	9	17	153	161,05	120	1,34	9	0,14	12
PISO 7	9	17	153	161,05	120	1,34	12	0,18	12
PISO 8	9	17	153	161,05	120	1,34	15	0,23	12
PISO 9	9	17	153	161,05	120	1,34	18	0,27	12
PISO 10	9	17	153	161,05	120	1,34	21	0,32	12
PISO 11	9	17	153	161,05	120	1,34	24	0,36	12
PISO 12	9	17	153	161,05	120	1,34	27	0,41	12
PISO 13	9	17	153	161,05	120	1,34	31	0,47	12
PISO 14	9	17	153	161,05	120	1,34	33	0,50	12
PISO 15	9	17	153	161,05	120	1,34	37	0,56	12
PISO 16	9	17	153	161,05	120	1,34	41	0,62	12
PISO 17	9	17	153	161,05	120	1,34	45	0,68	12
PISO 18	9	17	153	161,05	120	1,34	48	0,72	12
PISO 19	9	17	153	161,05	120	1,34	52	0,78	12
PISO 20	9	17	153	161,05	120	1,34	57	0,86	12
PISO 21	9	17	153	161,05	120	1,34	61	0,92	12
PISO 22	9	17	153	161,05	120	1,34	65	0,98	12
PISO 23	9	17	153	161,05	120	1,34	68	1,02	12
PISO 24	9	17	153	161,05	120	1,34	74	1,11	12
PISO 25	9	17	153	161,05	120	1,34	77	1,16	12
PISO 26	9	17	153	161,05	120	1,34	82	1,23	12
PISO 27	9	17	153	161,05	120	1,34	85	1,28	12

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Se debe tener en cuenta que la instalación de cada uno de los alimentadores no puede estar por encima del 3% en regulación, pues no solo es norma si no que para mantener los equipos y dispositivos en funcionamiento dentro de sus rangos de operación es necesario cumplir con tal requerimiento.

La ejecución de cada uno de los componentes de la instalación eléctrica en esta obra se basó según programación primero dentro de los apartamentos y después afuera con cada uno de las partes que conforman la torre.

Continuaron con la alimentación del tablero de distribución de cada uno de los apartamentos que va desde el gabinete de medida ubicado en pisos intermedios correspondiente al piso, esta tenía una ruta desde cada apartamento saliendo hasta el pasillo y en dirección al cuarto técnico.



Figura 4. Alimentadores desde gabinete de medida hasta cada tablero de distribución. Fuente propia.

Los puntos rojos en la imagen anterior son la ubicación exacta de todos los tableros de distribución al interior de los apartamentos en toda la torre, el gabinete de medida solo se encuentra en pisos impares.

Esta tubería se instaló en EMT de 1", cumpliendo con las especificaciones técnicas de que se instala por encima de un cielo falso con un calibre de conductos de 2N°8 para fases más 1N°8 para neutro y 1N°10 para tierra.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Continuamos con la realización de los cuartos técnicos, ubicados en pisos impares comenzando desde el piso 7 y alimentando los apartamentos del mismo piso y el piso de abajo. Ejemplo el cuarto técnico ubicado en piso 11 alimenta el piso 11 y piso 10.

Esta distribución se basa en la norma RA8-017 de EPM, es medida descentralizada, es decir, los gabinetes de medida se encuentran en pisos intermedios y todos convergen a una subestación eléctrica.

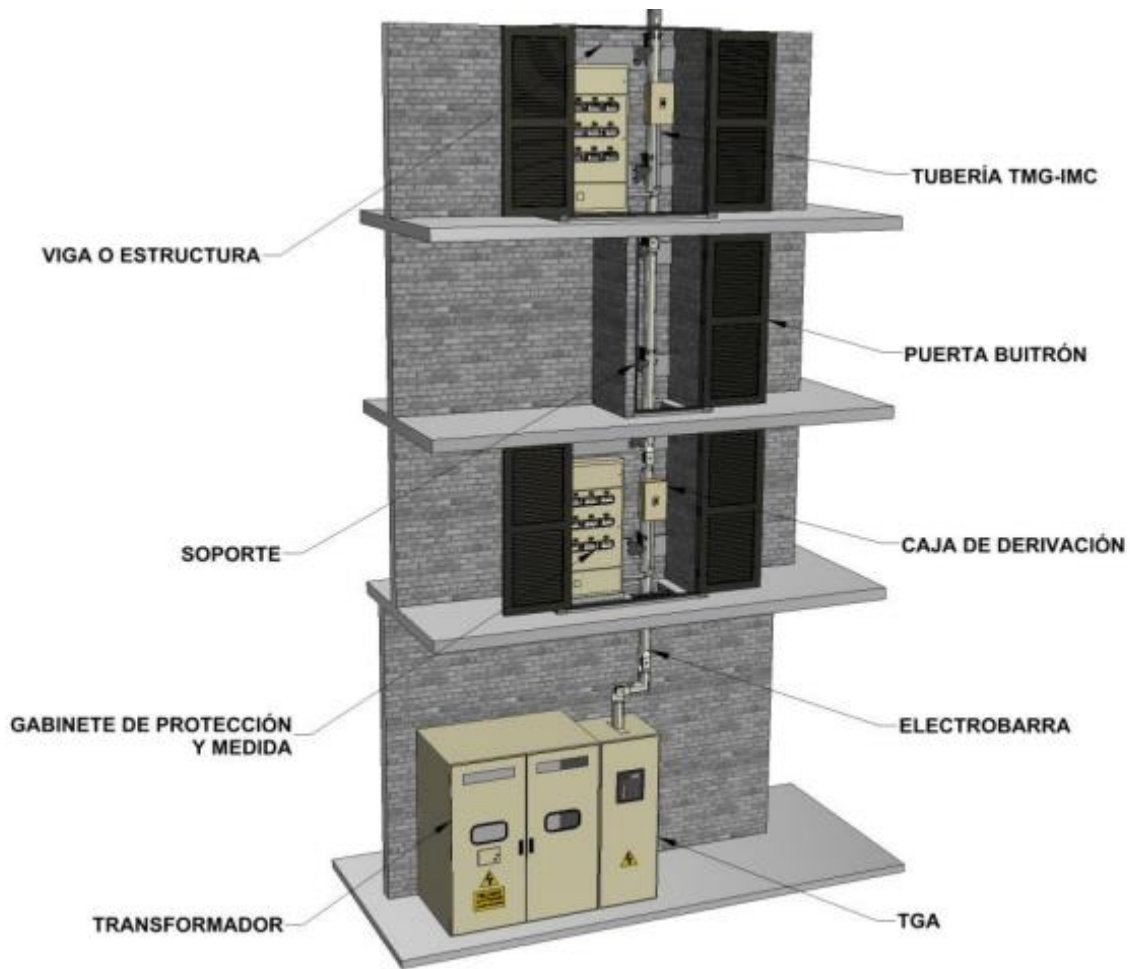


Figura 5. Medida descentralizada por método de electrobarras. Norma EPM, RA8-017.

La distribución en obra de esta medida descentralizada es verificada y aprobada por parte de EPM, después que ellos realicen las observaciones se puede iniciar el proceso de construcción.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Uno de los motivos por el cual se debe seguir a cabalidad la norma EPM, es porque ellos como operadores de red exigen unos parámetros técnicos para la legalización y energización de la propiedad.

Los parámetros más relevantes son:

- Medidas mínimas de los buitrones de media y baja tensión.
- Calibres mínimos por cada alimentador siempre y cuando este antes de la medida.
- Diámetros mínimos de la tubería.
- Medidas mínimas de los gabinetes como el TGA y Gabinetes de medida.
- Espacios mínimos de trabajo en subestación eléctrica y en cuartos técnicos.
- Marcación en tuberías.
- Simbología y marcación en puertas de cuartos técnicos y en subestación eléctrica.



Figura 6. Símbolos que deben ir a la puerta de la subestación. Norma RA8-014.

Al ingreso de la subestación se debe colocar un aviso con la siguiente información: “Prohibido el acceso de Personal NO calificado ni autorizado”, esta marcación se utiliza de acuerdo a lo establecido en el RETIE, artículo 11.

Los cuartos técnicos deben de cumplir unas características mínimas para cumplir con los requisitos pedidos y exigidos por EPM y RETIE. Por ser medida descentralizada los cuartos técnicos solo serán donde se encuentran los gabinetes de medida de los apartamentos, es decir, en los pisos impares para este proyecto.

- a) Si el gabinete de medida se encuentra a más de 0,3m con relación al marco de la puerta, debe ser un cuarto técnico.
- b) Las puertas del cuarto técnico deben ser de ancho mínimo 0,9m, doble ala y deben abrir hacia afuera con chapa antipánico.
- c) Debe tener una iluminación adecuada para el espacio de trabajo.

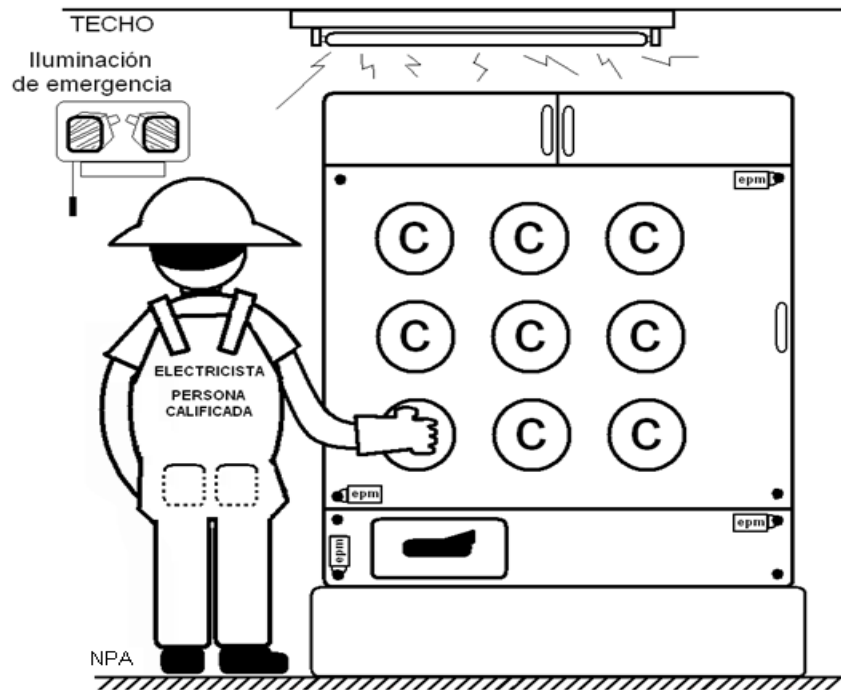


Figura 7. Iluminación mínima en el cuarto técnico. Fuente norma EPM RA8-014.

- d) Debe tener una lámpara de emergencia la cual será el apoyo visual para casos de emergencia o por ausencia de tensión, esta iluminación estará en las rutas de evacuación.
- e) Cada medidor y cada totalizador debe estar bien identificado y marcado con la nomenclatura entregada por planeación. Esta marcación debe ser en acrílico amarillo, de mínimo 4 milímetros, en bajo relieve y con letras negras.

Después de la adecuación de los gabinetes de medida, la red debe ser canalizada hasta el tablero general de alimentadores TGA que es donde convergen todas las alimentaciones de los diferentes gabinetes de medida ubicados en pisos intermedios, es decir, en los impares empezando desde piso 7 hasta piso 27.

Esta canalización debe ser en tubería IMC con todos sus accesorios y puntos de anclaje, marcada con franjas naranjas de 0,10 m cada 3 m. Por ser una red que va por un buitrón totalmente vertical debe tener los suficientes puntos de anclaje para seguridad de todo el personal y confiabilidad en el sistema del edificio.

Esta tubería según la norma RA8-017 tiene dos opciones para ingreso al gabinete, como se puede observar en la siguiente figura:

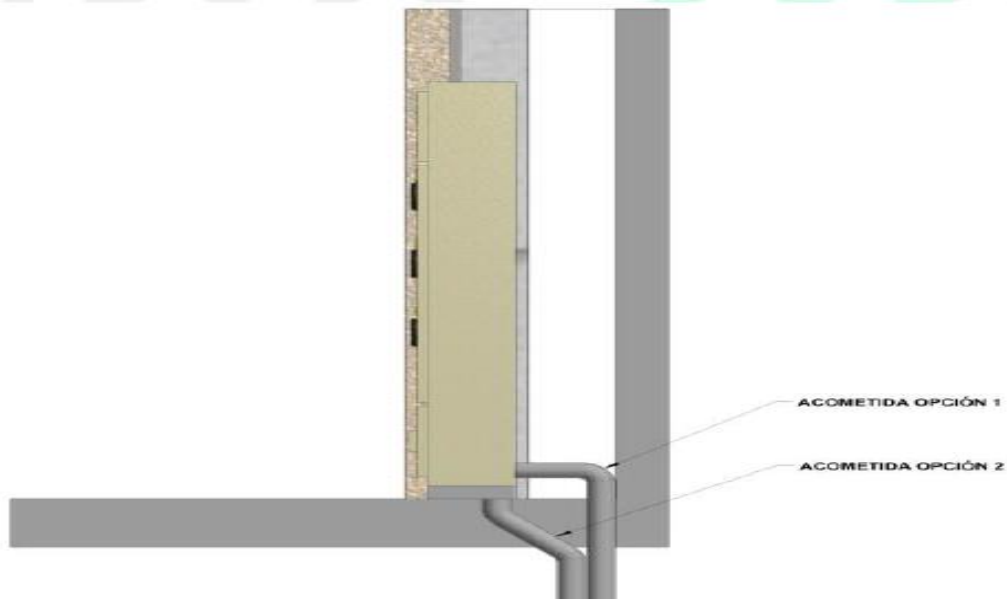


Figura 8. Opciones para entrar al gabinete de medida desde el TGA. Fuente Norma EPM RA8-017.

En este caso se descarta la opción 2, pues en el transcurso de la instalación se determina que esta tubería es muy complicada figurarla de tal forma que cumpla con esta opción. La opción 1 es la adecuada y durante esta ejecución no se tuvieron inconvenientes.,

Cabe resaltar que los alimentadores de los primeros 4 pisos impares empezando desde el piso 7 tienen un diámetro de 2" y que los otros 7 tubos tienen un diámetro de 3".

El proceso mediante el cual se genera un proyecto de redes ante EPM que es el operador de red, inicia con la presentación del proyecto con los planos eléctricos de la instalación, ellos después de verificar y analizar la información dejan observaciones las cuales se deben cumplir para que el proyecto sea generado y aprobado por el operador de red.

Después de que el operador de red de su aprobación, el proyecto inicia el proceso de construcción teniendo en cuenta cada una de las observaciones entregadas inicialmente.

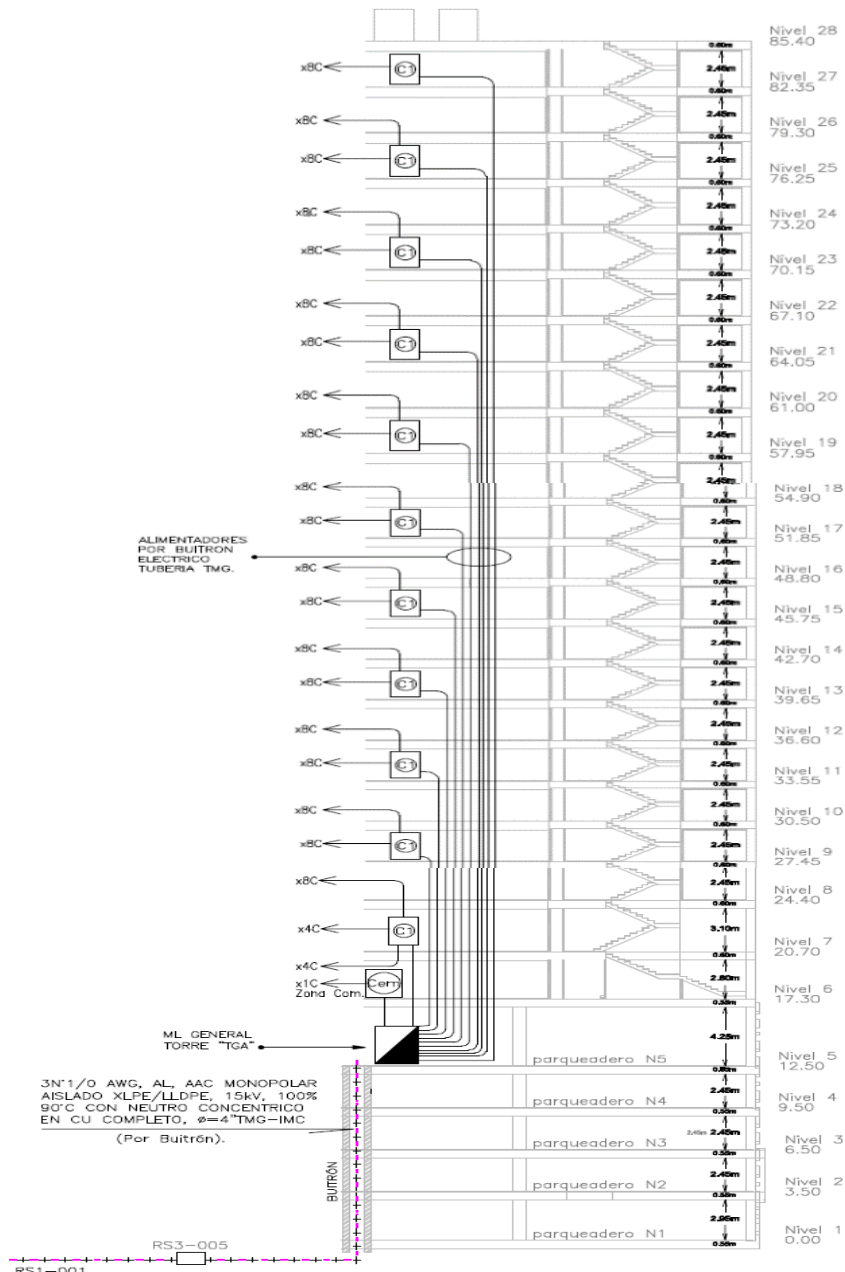


Figura 9. Plano Vertical de la red de la torre Ventus. Fuente propia.

Se debe cumplir a cabalidad con cada una de las normas EPM ya que la constructora en la mayoría de veces para que el proyecto salga más rentable y recuperar capital invertido recurren a la compra de activos por parte de EPM, es decir, ellos como operador de red van a comprar todo el sistema que se encuentra por encima del medidor, como por ejemplo compran:

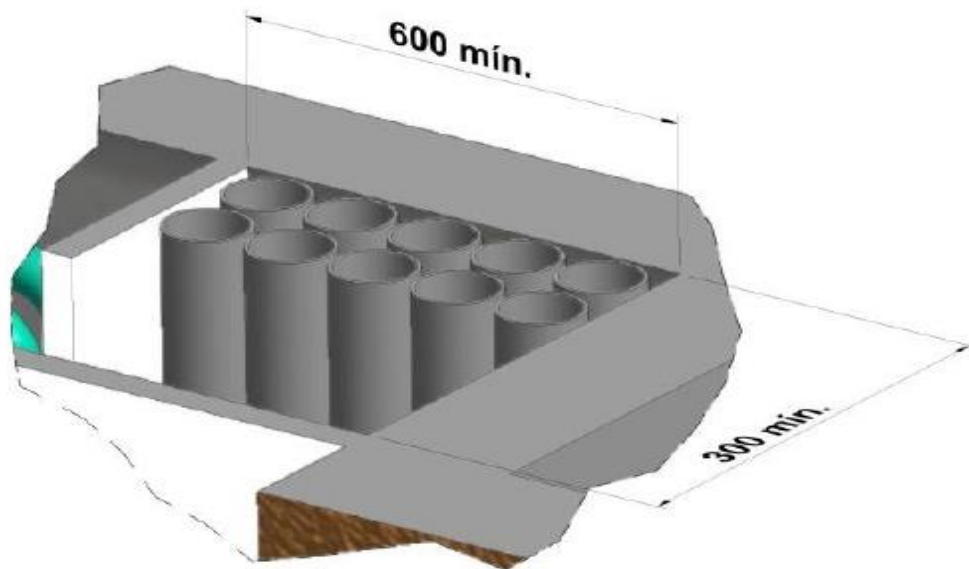
	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

- Red Aérea exterior
- Porte
- Vestida del poste
- Bajante
- Cajas de paso
- Red canalizada
- Cable de red primaria

Todo lo anterior especificado en el proyecto de redes.

Las especificaciones del buitrón tanto de la red primaria que va desde la calle hasta el piso 5 a la subestación eléctrica y desde la subestación hasta los pisos impares empezando en el piso 7 y llegando al piso 27 tienen unas medidas mínimas las cuales deben respetarse.

Las dimensiones mínimas que deberán cumplirse en el interior del buitrón y a lo largo de éste, para alojar adecuadamente los tubos alimentadores individuales de los tableros de medida de piso deberán ser de 0,6 m de ancho, por 0,3 m de profundidad libres.



DETALLE D

Figura 10. Especificación del buitrón de la red secundaria. Fuente Norma EPM RA8-017.

Después de la realización de la red canalizada por los buitrones seguimos con la construcción de la subestación donde la empezamos a montar cada uno de los equipos según el plano entregado por interventoría.

La subestación eléctrica de la torre ventas se compone de un seccionador, un transformador y un TGA.

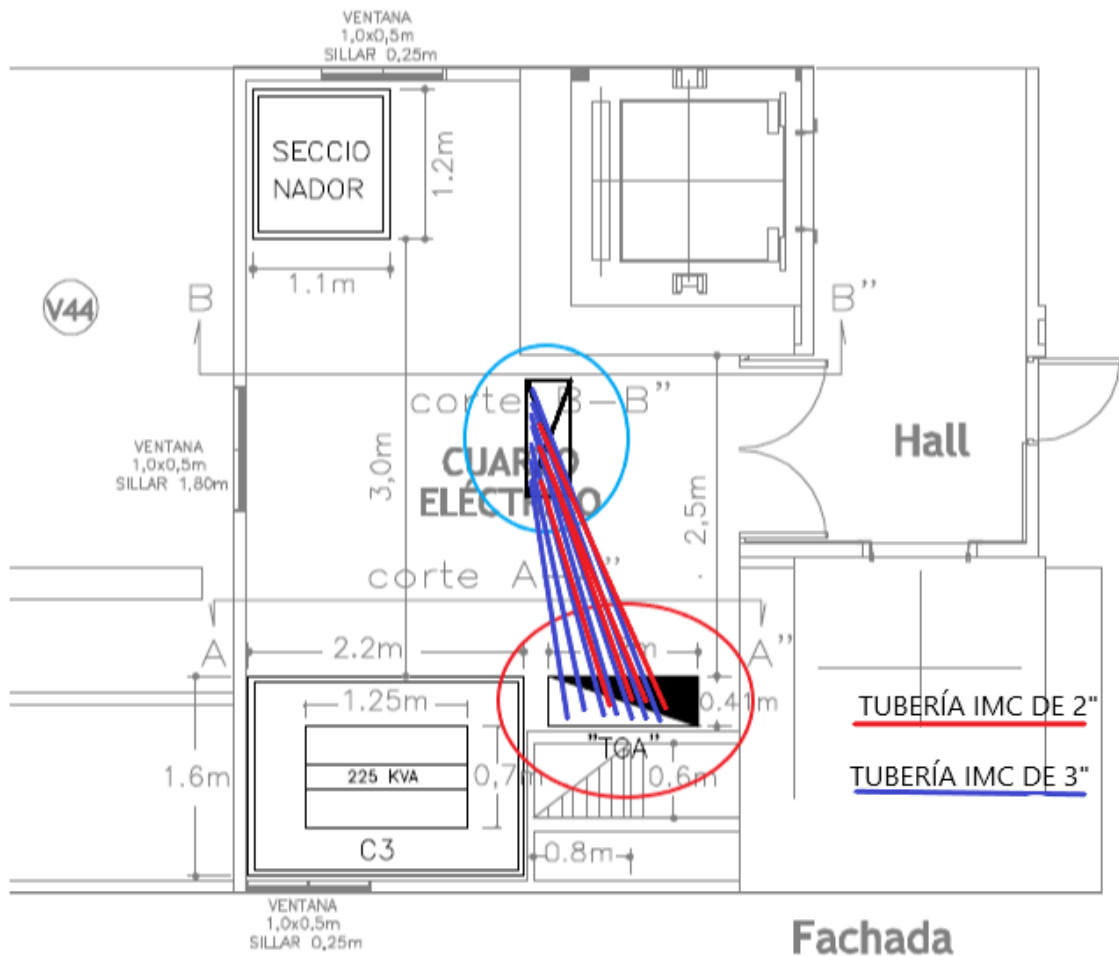


Figura 11. Primer plano entregado por interventoría de la subestación eléctrica de Ventus. Fuente propia.

En el proceso de la marcación en planta de cada uno de los equipos que componen la subestación eléctrica se determina que el buitrón que va hacia los diferentes pisos impares para la alimentación de los gabinetes de medida se encuentra diagonal al TGA lo que es complicado en sitio por que la tubería IMC de 3" y de 2" no se deja figurar para la instalación.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

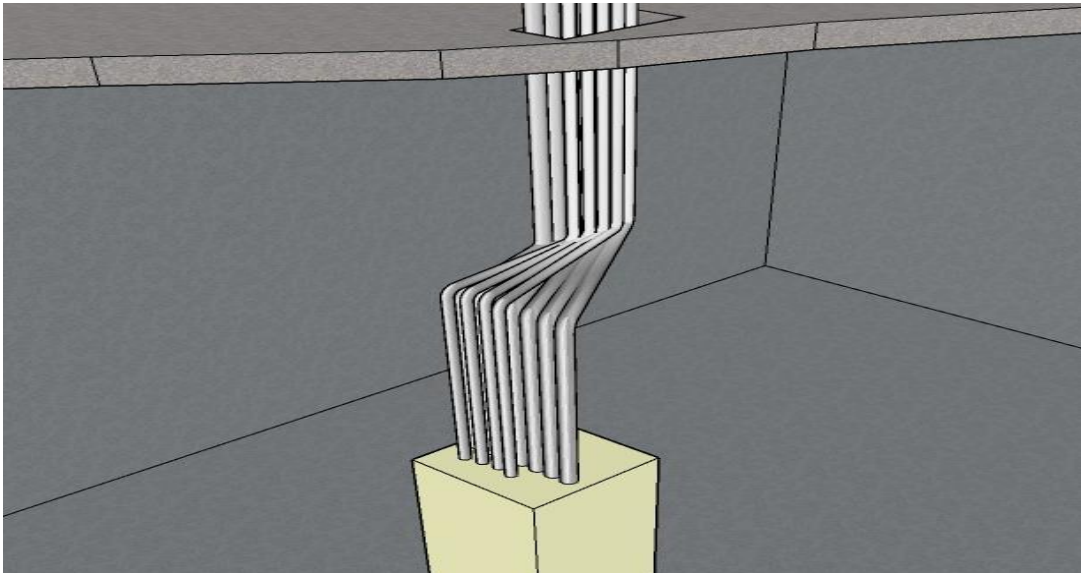


Figura 12. Corte A-A de la figura 9, detalle del posible enredo de tubos en subestación eléctrica. Fuente propia.

El trabajo de buscar una alternativa es la comodidad y la eficiencia en la instalación de cada tubo que compone el sistema. Es de saber que cada uno de los tubos después de ser cortado a la medida necesaria, debe mandarse a roscar con un maquina especial la cual no se encuentra en obra. Esto atrasa los tiempos de entrega generando incumplimiento con el cliente.

Se busca una alternativa, la cual es evaluada en sitio. Principalmente se verifican las distancias de seguridad y ventilación dentro de la subestación, según este diagnóstico se traslada el TGA para un espacio donde la tubería que va a recibir llega derecho con solo dos curvas sin instalar tubos en diagonal, aunque no son antinormativos también debemos instalar bajo la norma y lo más estético posible.

La subestación es el corazón de toda la red eléctrica, es donde mediante un transformador de potencia reductor entrega el voltaje adecuado para instalación de dispositivos eléctricos y electrónicos en la zona de uso fina, es decir, dentro de los apartamentos y en zonas comunes donde se hallan instalado.

Después de verificar cada accesorio en la tubería IMC, continuamos con la instalación de las acometidas que van hacia el gabinete de medida saliendo del TGA donde se encuentran las protecciones termomagnéticas hacia cada gabinete, cumpliendo con los calibres mínimos y especificaciones del cable.

Los tiempos de entrega de la subestación fueron de 4 semanas, pues los detalles de marcación y de instalación de cada uno de los cables debe ser garantizada.

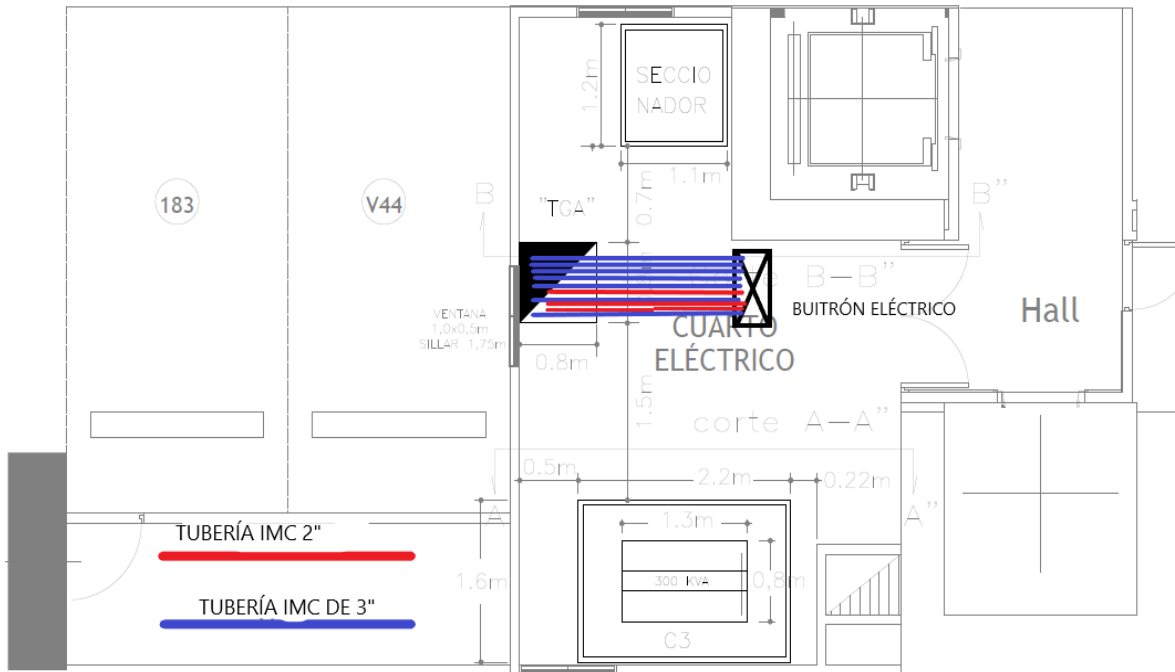


Figura 13. Subestación eléctrica actual. Fuente propia.

La instalación del alimentador desde el seccionador hasta el transformador es el trabajo que hay hasta la fecha, este cable es 3N° 1/0 XLPE en aluminio con neutro concéntrico 100% en cobre para media tensión.

Uno de los temas más importantes es la demarcación al interior de la subestación eléctrica, esto por ser fundamental la seguridad de las personas que ingresen a la misma.

La buena práctica y aplicación del código de colores es importante en toda la instalación de la torre y desde el transformador debe estar marcado cada componente del sistema, todas las fases los neutros y las tierras desde el transformador hasta el punto final de consumo.

Se debe llevar la secuencia desde el transformador hasta cada punto de uso final pues los sistemas electromecánicos deben ser monitoreados constantemente y según la secuencia de las fases depende el sentido de giro de los motores, por ejemplo, si una bomba de impulsión tiene las fases trocadas hará lo contrario de su función y hará succión, si la tubería está vacía creará una presión de vacío dentro de la bomba, esta creará un recalentamiento en el motor y posiblemente genere un daño interno.

La importancia de toda marcación, espacios de trabajo, iluminación de emergencia, etc., es parte de la buena práctica y va de la mano con la seguridad que se debe tener en toda instalación, el exceso en la seguridad no está de más.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al inicio de la obra se observa que el acompañamiento del ingeniero residente no es constante y que por tal motivo cada una de las parejas hace la labor que mejor cree que realiza, la siguiente tabla es un indicador de tiempo por cada labor, donde cada una de las pruebas duró 1 semana en dicha actividad.

Tabla 3. Labores desempeñadas por las parejas. Fuente propia.

PAREJA N°	PERSONAL OBRA VENTUS		LABOR A DESEMPEÑAR POR APARTAMENTO TIEMPO (HORAS)		
	TRABAJADOR	CARGO	TUBERIA Y CAJAS	ALAMBRADA	APARATEADA
1	NELSON HURTADO	OFICIAL	5	6	3
	ESTEBAN CORREA	AYUDANTE			
2	ALEJANDRO ORTEGA	OFICIAL	8	6	4
	YORMAN CALLE	AYUDANTE			
3	SALVADOR PALACIO	OFICIAL	6	4	6
	DEYBY ALVAREZ	AYUDANTE			
4	CEAR RESTREPO	OFICIAL	5,5	7	6
	JULIAN USME	AYUDANTE			
5	EDWIN URREGO	OFICIAL	6	7	7
	WILMAR ZAPATA	AYUDANTE			
6	CARLOS TABORDA	OFICIAL	9	4	5
	JAIME CARDONA	AYUDANTE			
7	FREDY SEPULVEDA	OFICIAL	9	5	3
	NICOLAS GONZALEZ	AYUDANTE			

La tabla 3 es un indicador el cual muestra los tiempos de ejecución con relación a la actividad desarrollada. Según este indicador se plantea un cronograma de actividades, colocando a cada pareja en la actividad donde tiene menor tiempo de ejecución.

El objetivo de la empresa es brindar estabilidad laboral a cada uno de los trabajadores, por tal motivo se busca en cada trabajador el punto fuerte del mismo y explotar esa cualidad, será beneficio para el trabajador y para la empresa.

Los resultados al terminar las pruebas y colocar las parejas en la labor en que realmente mejor se desempeñan es positiva, pues el rendimiento crece y aumentamos un apartamento por día, con relación a como trabajaban al inicio.

Al inicio de cada obra debe haber parámetros marcados en las actividades y funciones de cada uno de los trabajadores, particularmente en la obra Ventus los parámetros fueron marcados por cada uno de los trabajadores y evidenciando poco control al inicio de la obra.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO										Código		FDE 089	
											Versión		03	
											Fecha		2015-01-22	

Después de la implementación en los controles por labor y tiempo del mismo, se evidencia optimización del recurso y control de la misma.

Uno de los controles más marcados al inicio de las prácticas profesionales fue utilizar el recurso del tiempo extra en los trabajadores, pues se quedaban en actividades no primordiales, causando un gasto innecesario en el centro de costos de la obra.

En la siguiente tabla se evidencia la cantidad de horas extras generadas por quincena, sin una justificación válida y utilizando el recurso necesario en actividades que requieren atención primordial en horario fuera de lo laboral.

Tabla 6. Horas extras del personal. Fuente propia.

HORAS EXTRAS DEL PERSONAL			ENERO		FEBRERO		MARZO		ABRIL		MAYO		JUNIO		JULIO		AGOSTO		SEPTIEMBRE		
PAREJA N°	TRABAJADOR	CARGO	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	15	30	
1	NELSON HURTADO	OFICIAL	18	22	14	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	ESTEBAN CORREA	AYUDANTE	18	22	14	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	ALEJANDRO ORTEGA	OFICIAL	18	20	14	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	YORMAN CALLE	AYUDANTE	18	20	14	8	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	SALVADOR PALACIO	OFICIAL	16	19	14	8	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	DEYBY ALVAREZ	AYUDANTE	16	19	14	8	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	CEAR RESTREPO	OFICIAL	16	12	14	8	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	JULIAN USME	AYUDANTE	17	12	14	8	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	EDWIN URREGO	OFICIAL	17	11	14	8	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	WILMAR ZAPATA	AYUDANTE	17	11	14	8	8	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	CARLOS TABORDA	OFICIAL	15	14	14	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	JAIME CARDONA	AYUDANTE	15	14	14	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	FREDY SEPULVEDA	OFICIAL	10	20	14	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	NICOLAS GONZALEZ	AYUDANTE	10	20	14	8	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Se garantiza a la obra entrega a tiempo de todos los compromisos sin utilización de horas extras, esto se evalúa con el ingeniero residente y se entrega un cronograma ajustado a la obra teniendo en cuenta tiempos muertos en la ejecución de la labor, como lo son, por ejemplo; el trayecto al almacén por material, ir al baño, conectar la extensión, hidratación, etc.

En la tabla 5 se compara en el sistema el voltaje nominal de cada uno de los sistemas electromecánicos instalados hasta la fecha y se corrobora el voltaje entregado en el punto de uso final y se determina que los valores obtenidos están por dentro de los rangos de operación del equipo. Un tema importante en cuestión del cuidado del equipo y de la garantía del mismo.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Tabla 7. Sistemas electromecánicos en la torre Ventus. Fuente propia.

EQUIPO	NOMBRE	VOLTAJE NOMINAL	VOLTAJE ENTREGADO
1	ASCENSOR 1	200-230V	207V
2	ASCENSOR 2	200-230V	207V
3	ASCENSOR 3	200-230V	206V
4	BOMBA DE IMPULSIÓN	150-220V	208V
5	BOMBA DE SUPERIOR	150-220V	207V
6	BOMBA DEL RCI	208V	208V

La discusión en este punto del proyecto se debe enfocar en el costo y presupuesto de la obra, buscando beneficios y rentabilidad para la empresa antes de generar una propuesta y no buscarlos cuando ya el contrato está firmado, pólizas de cumplimiento pagadas y un avance lineal de la obra.

Este contrato en particular tiene un defecto a la hora de ejecutarlo, donde las partes que firmaron solo beneficia a la constructora, el contrato tiene un número de salidas eléctricas las cuales incluye tubería, alambrada, sistema de soporte, accesorios, cajas tornillos, tapas y aparatos. Estos elementos con un costo fijo el cual tiene un tiempo determinado de ejecución según el contrato.

La parte donde el contrato beneficia a la constructora es el tipo de contrato, precio global fijo. En consecuencia, algún error del personal de presupuestos que haya dejado pasar o que no sea claro, la empresa Energía Estructurada S.A.S. deberá instalarlo y responder por dicha salida y garantizar su funcionamiento.

El precio y las cantidades de las salidas eléctricas podían disminuir, pero no aumentar la cantidad contractual, esta condición fué perjudicial para la ejecución en obra, según la constructora el plano es idóneo y no debe haber cambios en la instalación. El trabajo en obra es variante y cada día se encuentra con nuevos escenarios y condiciones para la solución de problemas.

Al inicio de la obra todos los alimentadores, acometidas o cables en la red, se calcularon en cobre. Por una sugerencia de uno de los socios del proyecto se definió que todos los alimentadores que fueran desde el TGA hasta cada uno de los gabinetes de medida fueran en aluminio, el cobre actualmente ha tenido unos aumentos exponenciales los cuales se convierten en poco rentables para la ejecución de la obra.

El cobre actualmente cuesta cuatro veces lo que cuesta el aluminio, por este motivo es mucho más viable para el control de presupuestos de la obra realizar la totalidad en aluminio. Se debe tener en cuenta que las características físicas del aluminio con relación a las del cobre son similares, pero no iguales, siendo mejor el cobre.

 Institución Universitaria	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

Este fue uno de los factores para tener en cuenta el aluminio en el proyecto, sin tener en cuenta de que para que el aluminio cumpla con la capacidad de corriente que tiene el cobre la sección transversal del aluminio debe ser mayor. Esto afecta directamente los diámetros de las tuberías y seguido los accesorios de la misma.

Tabla 8. Instalación cambio de tubería, según contrato VS instalado en sitio. Fuente Propia.

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	SEGÚN CONTRATO			INSTALADO EN SITIO		
		CANTIDAD	PRECIO	TOTAL	CANTIDAD	PRECIO	TOTAL
TUBERIAS							
CANALIZACIÓN EN TUBERIA TMG-IMC DE 4 " DESDE TGA HASTA GABINETE DE ZONAS COMUNES PISO 6.	ML	8,00	\$ 98.600,00	\$ 788.800,00	8,00	\$ 98.600,00	\$ 788.800,00
CANALIZACIÓN EN TUBERIA TMG-IMC DE 2 " DESDE TGA HASTA GABINETE DE MEDIDA PISO 7.	ML	10,00	\$ 38.800,00	\$ 388.000,00	10,00	\$ 38.800,00	\$ 388.000,00
CANALIZACIÓN EN TUBERIA TMG-IMC DE 2 " DESDE TGA HASTA GABINETE DE MEDIDA PISO 9.	ML	17,00	\$ 38.800,00	\$ 659.600,00	17,00	\$ 38.800,00	\$ 659.600,00
CANALIZACIÓN EN TUBERIA TMG-IMC DE 2 " DESDE TGA HASTA GABINETE DE MEDIDA PISO 11.	ML	24,00	\$ 38.800,00	\$ 931.200,00	24,00	\$ 38.800,00	\$ 931.200,00
CANALIZACIÓN EN TUBERIA TMG-IMC DE 2 " DESDE TGA HASTA GABINETE DE MEDIDA PISO 13.	ML	31,00	\$ 38.800,00	\$ 1.202.800,00	31,00	\$ 38.800,00	\$ 1.202.800,00
CANALIZACIÓN EN TUBERIA TMG-IMC DE 3 " DESDE TGA HASTA GABINETE DE MEDIDA PISO 15.	ML	37,00	\$ 38.800,00	\$ 1.435.600,00	37,00	101.142,20	\$ 3.742.261,47
CANALIZACIÓN EN TUBERIA TMG-IMC DE 3 " DESDE TGA HASTA GABINETE DE MEDIDA PISO 17.	ML	45,00	\$ 38.800,00	\$ 1.746.000,00	45,00	101.142,20	\$ 4.551.399,08
CANALIZACIÓN EN TUBERIA TMG-IMC DE 3 " DESDE TGA HASTA GABINETE DE MEDIDA PISO 19.	ML	51,00	\$ 38.800,00	\$ 1.978.800,00	51,00	101.142,20	\$ 5.158.252,29
CANALIZACIÓN EN TUBERIA TMG-IMC DE 3 " DESDE TGA HASTA GABINETE DE MEDIDA PISO 21.	ML	57,00	\$ 38.800,00	\$ 2.211.600,00	57,00	101.142,20	\$ 5.765.105,50
CANALIZACIÓN EN TUBERIA TMG-IMC DE 3 " DESDE TGA HASTA GABINETE DE MEDIDA PISO 23.	ML	66,00	\$ 38.800,00	\$ 2.560.800,00	66,00	101.142,20	\$ 6.675.385,32
CANALIZACIÓN EN TUBERIA TMG-IMC DE 3 " DESDE TGA HASTA GABINETE DE MEDIDA PISO 25.	ML	73,00	\$ 38.800,00	\$ 2.832.400,00	73,00	101.142,20	\$ 7.383.380,73
CANALIZACIÓN EN TUBERIA TMG-IMC DE 3 " DESDE TGA HASTA GABINETE DE MEDIDA PISO 27.	ML	80,00	\$ 38.800,00	\$ 3.104.000,00	80,00	101.142,20	\$ 8.091.376,15
CANALIZACIÓN EN TUBERIA DE 1 " EN EMT APTOS.	ML	3.820,00	\$ 6.485,00	\$24.772.700,00	3.820,00	9.560,04	\$36.519.334,31
CANALIZACIÓN EN TUBERIA EMT DE 1" DESDE TGA HASTA TABLERO SUBESTACIÓN (T.Sub)	ML	6,00	\$ 9.121,00	\$ 54.726,00	8,00	\$ 9.121,00	\$ 72.968,00
CANALIZACIÓN EN TUBERIA EMT DE 1" DESDE TGA HASTA TABLERO SALÓN SOCIAL	ML	39,00	\$ 9.121,00	\$ 355.719,00	39,00	\$ 9.121,00	\$ 355.719,00
CANALIZACIÓN EN TUBERIA EMT DE 1" DESDE TGA HASTA TABLERO ZONA HUMEDA	ML	28,00	\$ 9.121,00	\$ 255.388,00	28,00	\$ 9.121,00	\$ 255.388,00
CANALIZACIÓN EN TUBERIA EMT DE 1" DESDE TGA HASTA TABLERO GIMNASIO	ML	28,00	\$ 9.121,00	\$ 255.388,00	28,00	\$ 9.121,00	\$ 255.388,00
CANALIZACIÓN EN TUBERIA EMT DE 1" DESDE TGA HASTA TABLERO SAUNA	ML	26,00	\$ 9.121,00	\$ 237.146,00	26,00	\$ 9.121,00	\$ 237.146,00
CANALIZACIÓN EN TUBERIA EMT DE 1" DESDE TGA HASTA TABLERO TURCO	ML	30,00	\$ 9.121,00	\$ 273.630,00	30,00	\$ 9.121,00	\$ 273.630,00
CANALIZACIÓN EN TUBERIA EMT DE 1" DESDE TGA HASTA TABLERO ILUMINACIÓN PARQUEADEROS	ML	6,00	\$ 9.121,00	\$ 54.726,00	8,00	\$ 9.121,00	\$ 72.968,00

La tabla anterior evidencia el costo elevado que conlleva el aumento de diámetros en la tubería.

Las cantidades anteriores fueron ajustadas al contrato por la oportuna intervención y verificación del mismo; después de un largo proceso de validación con la gerencia de la obra, todos los cambios fueron pagados a la empresa.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

5 CONCLUSIONES, RECOMENDACIONES Y TRABAJO FUTURO

Los tiempos de ejecución del personal son una excelente herramienta para el compromiso de ejecución de la obra.

El personal para la instalación del sistema eléctrico debe ser idóneo certificado o con experiencia, esto ayuda a la ejecución del mismo.

Al inicio de una obra o al recibir una obra se debe leer muy bien el alcance de cada una de las actividades, para no tener inconvenientes con los pagos.

No siempre lo que está en el plano es factible en el área de trabajo y por esto se debe tener una comunicación fluida y constante con el diseñador del proyecto.

Apegarse a la norma para evitar inconvenientes a la hora de la certificación RETIE

Todas las áreas que intervienen en el proceso de la construcción deben girar al entorno de los intereses de la empresa, como diseño, presupuesto, ejecución de proyecto y contabilidad.

Las entregas a la obra por trabajos terminados deben ser por escrito, la constructora en el transcurso de la ejecución busca rentabilidad y las posventas son dirigidas al contratista si no se tiene un respaldo.

Es importante que las actividades que no estén en contrato y que sean necesarias para la obra, deberán estar acordadas antes de la ejecución, pues podría haber discordia por la opción de pago que recomienden las partes involucradas.

Los sistemas electromecánicos antes de ser pedidos para la instalación en la obra, deben ser evaluados para verificar coherencia en los rangos de operación y que el fluido eléctrico a entregar esté dentro de ellos.

La verificación de los planos mecánicos de los gabinetes de medida entregados por la empresa de tablerista, deben ser verificados exhaustivamente midiendo en sitio los espacios de trabajo y entregando observaciones de ser el caso.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

En la instalación de cada uno de los gabinetes de medida se debe garantizar la calibración por parte del operador de red, cada uno de los contadores, es un requisito indispensable para la legalización del proyecto.

Para terminar, los trabajos futuros dependen del permiso de planeación y aprobación de los planos de la red de acueducto, pues sin este requisito no se puede instalar ninguna red externa a la torre, es decir, la red eléctrica queda estancada hasta la fecha.

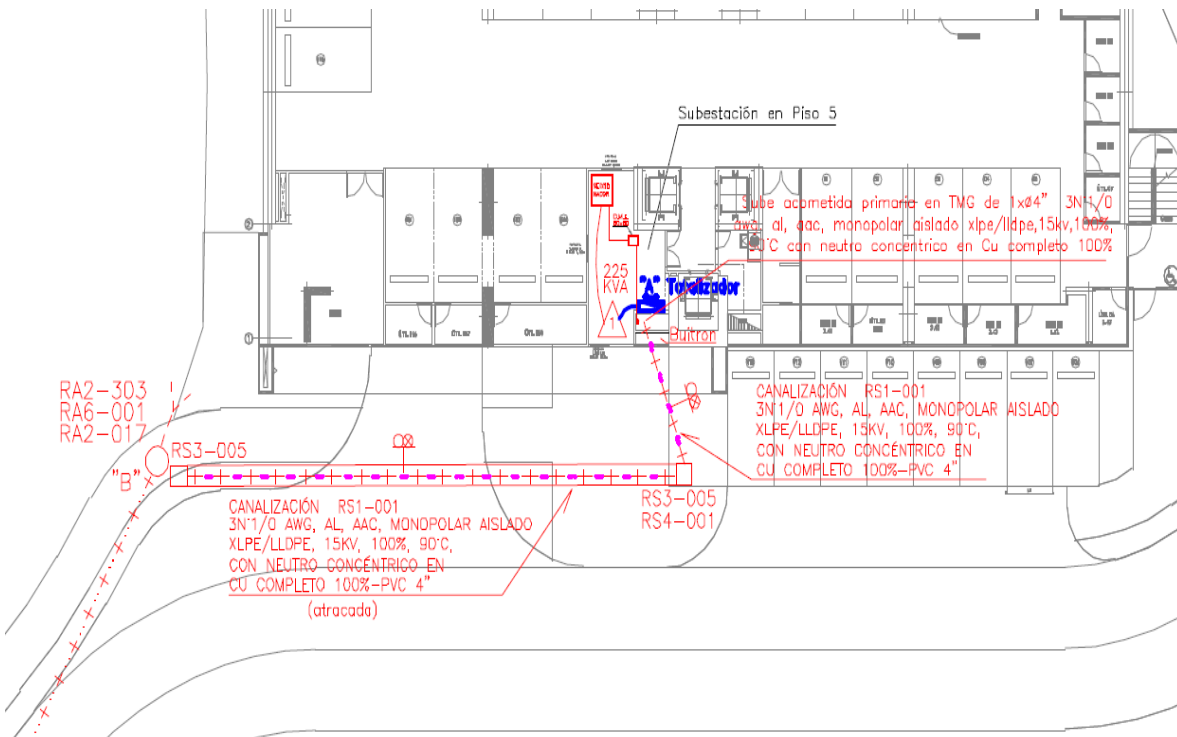


Figura 14. Proyecto de redes, canalización exterior hasta subestación eléctrica.
Fuente propia.

Para trabajos futuros, la segunda y la tercera visita por parte de EPM son indispensables para que el operador de red autorice el suministro de energía a toda la torre. A EPM le falta verificar los calibres instalados según el proyecto de redes (planos aprobados por EPM), diámetros de tubería, distancias de seguridad, marcación, pruebas al seccionador, verificación de tierras, conexiones al interior del transformador, marcación de cada uno de los medidores verificando coherencia con el apartamento y finalmente la legalización de la torre.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

REFERENCIAS

Reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE 2013

Norma Técnica colombiana NTC 2050

Norma EPM RA8-017 Medida descentralizada.

Norma EPM RA8-014 Disposiciones generales para los locales de subestación tipo interior.

	INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO	Código	FDE 089
		Versión	03
		Fecha	2015-01-22

FIRMA ESTUDIANTES Alejandro de Jesus Pardo Ruiz

FIRMA ASESOR ORLANDO ZAPATA CORTES

FECHA ENTREGA: 30/10/2019

FIRMA COMITÉ TRABAJO DE GRADO DE LA FACULTAD _____

RECHAZADO _____ ACEPTADO _____ ACEPTADO CON MODIFICACIONES _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____

FIRMA CONSEJO DE FACULTAD _____

ACTA NO. _____

FECHA ENTREGA: _____