

ESTUDIO SOBRE EL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO TÉCNICO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS – RETIE DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
EN LOS EDIFICIOS DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER

NOLBER WBALDO PEÑARANDA VARGAS
LEONARDO ROZO ARÉVALO
EDWAR ALFONSO SUÁREZ BALAGUERA

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

2014

ESTUDIO SOBRE EL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO TÉCNICO DE
INSTALACIONES ELÉCTRICAS – RETIE DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
EN LOS EDIFICIOS DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD
INDUSTRIAL DE SANTANDER.

NOLBER WBALDO PEÑARANDA VARGAS.
LEONARDO ROZO ARÉVALO.
EDWAR ALFONSO SUÁREZ BALAGUERA.

TRABAJO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO ELECTRICISTA

Director:

JULIO CÉSAR CHACÓN VELASCO
Ingeniero Electricista

Co-Directores:

RAFAEL CRISTÓBAL ARISMENDY WEEBER
Ingeniero Electricista

IVÁN AUGUSTO ROJAS CAMARGO
Ingeniero Electricista

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

2014

DEDICO ESTE PROYECTO A

A Dios que me permitió finalizar esta etapa de mi vida y me ha guiado durante todo el transcurso de la misma.

A mis padres Maria Veronica Vargas Arciniegas Y Waldo Deñaranda por el esfuerzo y trabajo de ellos es que puedo obtener este titulo.

A mi hermana Gary Jimena Deñaranda Vargas ya que es un pilar fundamental en todas las metas que he alcanzado y que buscaré.

A mi novia Belkis Orduz Vargas quien me acompaño en toda mi carrera y por brindarme todo el apoyo que necesite para alcanzar este logro.

A todos mis amigos, compañeros, profesores y personas que contribuyeron en este proyecto de vida

Wolber Waldo Deñaranda Vargas

Agradecimientos

En primer lugar quiero dar las gracias a Dios, por permitir culminar esta importante etapa de mi vida y por estar en cada momento que he necesitado de su fortaleza y sabiduría, el cual me ha permitido superar los obstáculos.

A mis padres, Octavio Rozo Rodríguez y Alba Mercedes Arévalo Murcia, quienes con su enorme cariño, apoyo, paciencia y colaboración, lograron que alcanzara esta meta.

A mi hermosa mujer, Diana Carolina Benavides Arias y mi princesa, Mariapaula Rozo Benavides, quienes estuvieron apoyándome en todo momento y que en el instante que estaba a punto de tirar la toalla, lograron con su amor y apoyo, levantarme, para seguir adelante.

A mis hermanos, Diana Padira Rozo, Jeison Rozo y Santiago Rozo, porque siempre desde el lugar donde se encontraban me enviaron fuerzas, para poder seguir adelante.

A mis compañeros de proyecto de grado, porque sin su colaboración este proceso no hubiese culminado satisfactoriamente.

A mis amigos, quienes me acompañaron en este proceso de formación y lucha.

Al Director de este proyecto el Ing. Julio César Phacón Velasco, a los Co-directores el Ing. Rafael Arismendy Webber y el Ing. Ivan Rojas Camargo, quienes con sus conocimientos y experiencias lograron guiarnos en este proceso.

Por último quiero agradecer a la Ing. Maria Orfilia Prieto y el Ing. Nestor Alfonso Rivera Ochoa, quienes aportaron conocimiento, capacitación, equipos y que en todo momento estuvieron dispuestos a brindar colaboración en las dificultades que se presentaron en la ejecución del proyecto.

Leonardo Rozo Arévalo

Agradecimientos

Primero que todo le dedico este proyecto al gran gestor de todas las cosas buenas de mi vida a Dios todo poderos.

A mis padres Alfonso Suarez Peñaranda y Betty Balaguera Gehrez quienes me brindaron la oportunidad de estudiar esta gran carrera y me dieron la confianza durante todo este tiempo

A mis hermanos y mi hermana que a pesar de las dificultades me han apoyado en todos mis proyectos

A todos mis amigos, compañeros, profesores y personas que contribuyeron con sus conocimientos y capacidad para el desarrollo de mi vida

Edmar Alfonso Suarez Balaguera

AGRADECIMIENTOS

Los autores queremos expresar nuestros agradecimientos a todas las personas que contribuyeron de una u otra manera en el desarrollo de nuestro proyecto.

A nuestro director el ingeniero Julio César Chacón Velasco por su orientación, por su apoyo y por el tiempo dedicado a nuestro proyecto, a nuestros codirectores el ingeniero Rafael Cristóbal Arismendy Weeber y el ingeniero Iván Augusto Rojas Camargo por su participación, colaboración y sus enseñanzas en el transcurso del proyecto y de nuestra carrera universitaria.

A la Universidad industrial de Santander, y en especial a todos los miembros de la Escuela de Ingeniería Eléctrica. Electrónica y Telecomunicaciones por nuestra formación tanto profesional como personal.

Al ingeniero electricista Néstor Alfonso Rivera, por su colaboración en todo el transcurso de nuestro proyecto.

Y en especial nuestros más sinceros y profundos agradecimientos a la ingeniera María Orfilia Prieto Duque por permitirnos formarnos como profesionales en su empresa, por darnos la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos y de enfrentarnos a distintas experiencias laborales, por sus consejos, por su valiosas enseñanzas y su apoyo incondicional en nuestra formación profesional y personal.

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	27
1. GENERALIDADES	30
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	30
1.2 MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	32
1.3 FINALIDAD Y OBJETIVOS DEL TRABAJO	33
1.3.1 Objetivo General	33
1.3.2 Objetivos Específicos.....	33
1.4 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO	34
2. MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL Y SITUACIÓN ACTUAL.....	36
2.1 DEFINICIONES Y CONCEPTOS PREVIOS.....	37
2.2 DIFERENCIAS ENTRE LA CONEXIÓN DE TIERRA Y NEUTRO.....	45
2.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT)	45
2.3.1 Sistema de puesta a tierra y sus requisitos mínimos.	45
2.4 COMPONENTES BÁSICOS DE UN SPT.....	47
2.5 VALORES DE REFERENCIA DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA.....	50
2.6 USO ADECUANDO DE LOS MATERIALES EN EL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	51
2.7 REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	54
2.8 MEDICIONES DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA.....	59
2.8.1 Resistencia de puesta a tierra.....	60
2.8.1.1 Equipo para medición de resistencia de puesta a tierra	61
2.8.2 Medición de equipotencialidad del sistema de puesta a tierra.....	62
2.8.2.1 Equipo para medición de equipotencialidad.....	62
2.8.3 Método empleado para la medición de tensiones de paso y de contacto.....	63
2.8.3.1 Equipo para medición de tensión de paso y tensión de contacto.	66

3. EVALUACIÓN DE NO CONFORMIDADES CON EL RETIE 2013 Y LA NTC 2050.....	69
3.1 VERIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....	69
3.1.1 Conectores, terminales y empalmes para conductores eléctricos	70
3.1.2 Requisitos de los materiales instalados	70
3.1.3 Requisitos de instalación eléctrica	71
3.1.4 Aisladores eléctricos de la instalación.	71
3.1.4.1 Requisitos generales de los aisladores eléctricos.....	71
3.1.5 Requisitos de las partes conductoras de corriente.	72
3.1.6 Requisitos de los terminales utilizados para alambrado	72
3.1.7 Exigencias de los equipos en uso	73
3.1.8 Materiales de los conductores	73
3.1.9 Condición del aislamiento de los conductores eléctricos	73
3.1.10 Métodos de alambrado utilizados	74
3.1.11 Agentes deteriorantes en las instalaciones.....	74
3.1.12 Montaje de los equipos	74
3.1.13 Características y exigencias de conexiones eléctricas	74
3.2 VERIFICACIÓN DE LOS TABLERO ELÉCTRICOS	75
3.2.1 Objeto en los tableros eléctricos	76
3.2.2 Símbolo de riesgo eléctrico.....	76
3.2.3 Clasificación de las señales de seguridad	77
3.2.4 Código de colores para conductores de los tableros	77
3.2.5 Diseño de las instalaciones eléctricas (cálculo económico).....	79
3.2.6 Pérdidas no aceptadas por diseños incorrectos	79
3.2.7 Distancias mínimas para trabajos en partes energizadas.....	79
3.2.8 Requisitos generales del sistema de puesta a tierra.....	81
3.2.9 Revisión de los contactores	81
3.2.10 Interruptores automáticos de baja tensión	82
3.2.11 Tableros eléctricos y celdas.....	82
3.2.12 Clasificación tableros de baja tensión.....	82

3.2.13 Requisitos de los gabinetes o armarios	83
3.2.14 Partes conductoras de corriente	84
3.2.15 Terminales en las conexiones.....	85
3.2.16 Rotulados en los tableros.....	86
3.2.17 Exigencias de protección contra contacto directo o protección básica.	86
3.2.18 Exigencias de protección contra contacto indirecto o protección por falla.	87
3.2.19 Protecciones contra sobrecorrientes.....	87
3.2.20 Equipos de interrupción de fallas	87
3.2.21 Trabajo limpio y profesional.	87
3.2.22 Zona de acceso a los equipos eléctricos (para 600 v nominales o menos).	88
3.2.23 Señales de advertencia.....	88
3.2.24 Exigencias de conductores no puestos tierra.....	88
3.2.25 Ubicación de las protecciones de los circuitos.....	89
3.2.26 Conexiones pertinentes de equipotencialiad.....	89
3.2.27 Lugares de instalación de armarios y tableros de distribución.....	89
3.2.28 Soportes e instalación de las barras colectoras y los conductores	90
3.2.29 Parámetros para paneles de distribución.....	90
3.2.30 Protección contra sobrecorriente del suministro	90
3.3 VERIFICACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES EN LAS SUBESTACIONES	91
3.3.1 Código de colores para conductores del transformador.	91
3.3.2 Iluminación de seguridad en las instalaciones	91
3.3.3 Requisitos de los transformadores.....	92
3.3.4 Exigencias de instalación de los transformadores	94
3.3.5 Protección al personal no autorizado.....	95
3.3.6 Desempeño de las protecciones contra sobrecorriente	95
3.3.7 Ubicación de los transformadores.....	96
3.4 VERIFICACIÓN DE LAS BÓVEDAS DE LAS SUBESTACIONES	96
3.4.1 Señalización de las bóvedas para la seguridad	97

3.4.2 Conformidades para la iluminación de seguridad en las bóvedas	97
3.4.3 Alojamiento, soportabilidad y utilidad de bóvedas.	97
3.4.4 Obligaciones de puertas cortafuego en las bóvedas	98
3.4.5 Requisitos de instalación para la iluminación de portalámparas o portabombillas.....	99
3.4.6 Protección de partes energizadas (de 600 v nominales o menos).....	99
3.4.7 Sellado de las canalizaciones en las acometidas subterráneas.	100
3.4.8 Carcasas de instrumentos y partes portadoras de corriente a 1 kv y más..	101
3.4.9 Exigencias en las bóvedas para transformadores.	101
3.4.10 Drenaje para los transformadores de aceite	102
3.4.11 Restricciones con tuberías de agua y accesorios	102
3.4.12 Uso inadecuado de las bóvedas	102
3.5 MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA REALIZAR INSPECCIÓN VISUAL	103
3.5.1 Implementos de seguridad personal.	103
3.5.2 Condiciones de seguridad para realizar mediciones.....	103
3.5.2.1 Medición de resistencia de puesta a tierra, equipotencialidad, tensión de paso y tensión de contacto	103
4. INSPECCIÓN Y MEDICIÓN EN CADA EDIFICIO DEL CAMPUS UNIVERSITARIO.....	105
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LA REALIZACIÓN DE LA INSPECCIÓN VISUAL Y LAS MEDICIONES	106
4.1.1 Inspección visual.....	108
4.1.2 Medición de resistencia de puesta a tierra.....	111
4.1.3 Medición de equipotencialidad.....	112
4.1.4 Medición de tensión de toque y de paso.....	114
4.2 BIBLIOTECA. No 12.	119
4.2.1 Formato de no conformidades RETIE.....	122
4.2.2 Medidas de resistencia de puesta a tierra.....	129
4.2.3 Medidas de equipotencialidad.....	130

4.2.4 Medidas de tensiones de paso y de contacto.	133
4.2.5 Recomendaciones y costos estimados de los materiales.....	135
4.3 CAMILO TORRES. No 18.....	138
4.3.1 Formato de no conformidades RETIE.....	140
4.3.2 Medidas de resistencia de puesta a tierra.....	147
4.3.3 Medidas de equipotencialidad.....	149
4.3.4 Medidas de tensiones de paso y de contacto.	151
4.3.5 Recomendaciones y costos estimados de los materiales.....	154
4.4 INGENIERÍA ELÉCTRICA. No 22.....	157
4.4.1 Formato de no conformidades RETIE.....	158
4.4.2 Medidas de resistencia de puesta a tierra.....	162
4.4.3 Medidas de equipotencialidad.....	164
4.4.4 Medidas de tensiones de paso y de contacto.	167
4.4.5 Recomendaciones y costos estimados de los materiales.....	170
4.5 INGENIERÍA INDUSTRIAL. No 15.	172
4.5.1 Formato de no conformidades RETIE.....	173
4.5.2 Medidas de resistencia de puesta a tierra.....	179
4.5.3 Medidas de equipotencialidad.....	181
4.5.4 Medidas de tensiones de paso y de contacto.	184
4.5.5 Recomendaciones y costos estimados de los materiales.....	186
4.6 CAPRUIS y FAVUIS. No 20.....	188
4.6.1 Formato de no conformidades RETIE.....	190
4.7 DISEÑO INDUSTRIAL. No 21	195
4.7.1 Formato de no conformidades RETIE.....	196
4.8 INSTITUTO DE LENGUAS. No 14.	201
4.8.1. Formato de no conformidades RETIE.....	203
4.9 LUIS A. CALVO. No 2.....	207
4.9.1 Formato de no conformidades RETIE.....	209
4.10 BIENESTAR UNIVERSITARIO. No 7.	218
4.10.1 Formato de no conformidades RETIE.....	220

4.10.2 Medidas de resistencia de puesta a tierra.....	225
4.11 INGENIERÍA MECÁNICA. No 10.....	226
4.11.1 Formato de no conformidades RETIE.....	228
4.12 INSED. No 4.	234
4.12.1 Formato de no conformidades RETIE.....	235
4.13 MANTENIMIENTO Y PLANTA FÍSICA. No 9.....	237
4.13.1 Formato de no conformidades RETIE.....	238
4.14 LABORATORIO DE POSTGRADO. No 23.....	241
4.14.1. Formato de no conformidades RETIE.....	242
4.15 CEIAM. No 26.....	245
4.15.1 Formato de no conformidades RETIE.....	247
4.15.2 Música. No 33.	251
4.15.3 Formato de no conformidades RETIE.....	253
4.16 COLISEO. No 43.	257
4.16.1 Formato de no conformidades RETIE.....	258
4.16.2 Medidas de resistencia de puesta a tierra.....	263
4.16.3 Medidas de equipotencialidad.....	264
4.16.4 Medidas de tensiones de paso y de contacto.	266
4.17 CENTIC. No 19.....	271
4.17.1 Formato de no conformidades RETIE.....	272
4.17.2 Medidas de resistencia de puesta a tierra.....	278
4.17.3 Medidas de equipotencialidad.....	280
4.17.4 Medidas de tensiones de paso y de contacto.	282
4.17.5 Recomendaciones y costos estimados de los materiales.....	284
5. OBSERVACIONES.....	287
6. CONCLUSIONES	288
referenciaS bibliograficaS	292
BIBLIOGRAFÍA.....	294
ANEXOS.....	296

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Edificios evaluados en el proyecto.....	32
Tabla 2.	Partes de un sistema de puesta a tierra.....	50
Tabla 3.	Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra.....	51
Tabla 4.	Requisitos para electrodos de puesta a tierra.....	52
Tabla 5.	Máxima tensión de contacto admisible para un ser humano.	59
Tabla 6.	Ficha técnica generador de salidas.....	66
Tabla 7.	Clasificación y colores para las señales de seguridad.....	77
Tabla 8.	Código de colores para conductores c.a.....	78
Tabla 9.	Código de colores para conductores c.c.....	78
Tabla 10.	Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna.	80
Tabla 11.	Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente continua.....	80
Tabla 12.	Normas de referencia para realizar pruebas de los tableros.....	83
Tabla 13.	Lista de verificación.....	109
Tabla 14.	Tensiones tolerables según tipo de suelo.	118
Tabla 15.	Formato de no conformidad RETIE – BIBLIOTECA.....	123
Tabla 16.	Medición resistencia de puesta a tierra - BIBLIOTECA.....	129
Tabla 17.	Medición de equipotencialidad - BIBLIOTECA.....	130
Tabla 18.	Medición de tensión de paso y contacto - BIBLIOTECA.	133
Tabla 19.	Presupuesto de materiales para solucionar no conformidades en la biblioteca.....	137
Tabla 20.	Formato de no conformidad RETIE – CAMILO TORRES.....	140
Tabla 21.	Medición resistencia de puesta a tierra - CAMILO TORRES.	147
Tabla 22.	Medición de equipotencialidad – CAMILO TORRES.	149
Tabla 23.	Medición de tensión de paso y contacto – CAMILO TORRES.....	151

Tabla 24. <i>Presupuesto de materiales para solucionar no conformidades en el edificio camilo torres.</i>	156
Tabla 25. Formato de no conformidad RETIE – INGENIERÍA ELÉCTRICA.....	159
Tabla 26. Medición resistencia de puesta a tierra – INGENIERÍA ELÉCTRICA.	163
Tabla 27. Medición de equipotencialidad – INGENIERÍA ELÉCTRICA.	165
Tabla 28. Medición de tensión de paso y contacto – INGENIERÍA ELÉCTRICA.....	167
Tabla 29. Presupuesto de materiales para solucionar no conformidades en Ingeniería Eléctrica.	171
Tabla 30. Formato de no conformidad RETIE – INGENIERÍA INDUSTRIAL.....	174
Tabla 31. Medición resistencia de puesta a tierra – INGENIERÍA INDUSTRIAL.....	180
Tabla 32. Medición de equipotencialidad – INGENIERÍA INDUSTRIAL.	182
Tabla 33. Medición de tensión de paso y contacto – INGENIERÍA INDUSTRIAL.	184
Tabla 34. Presupuesto de materiales para solucionar no conformidades en ingeniería industrial.....	188
Tabla 35. Formato de no conformidad RETIE – CAPRUIS Y FAVUIS.	190
Tabla 36. Formato de no conformidad RETIE – DISEÑO INDUSTRIAL.....	197
Tabla 37. Formato de no conformidad RETIE – INSTITUTO DE LENGUAS.....	203
Tabla 38. Formato de no conformidad RETIE – LUIS A. CALVO.	209
Tabla 39. Formato de no conformidad RETIE – BIENESTAR UNIVERSITARIO.....	220
Tabla 40. Medición resistencia de puesta a tierra – ADMINISTRACIÓN 2.....	225
Tabla 41. Formato de no conformidad RETIE – INGENIERÍA MECÁNICA.	228
Tabla 42. Formato de no conformidad RETIE – INSED.....	235
Tabla 43. Formato de no conformidad RETIE – MANTENIMIENTO Y PLANTA FÍSICA.	239

Tabla 44. Formato de no conformidad RETIE – LABORATORIO DE POSTGRADO.....	243
Tabla 45. Formato de no conformidad RETIE – CEIAM.	247
Tabla 46. Formato de no conformidad RETIE – MÚSICA.....	253
Tabla 47. Formato de no conformidad RETIE – COLISEO.....	259
Tabla 48. Medición resistencia de puesta a tierra – COLISEO.....	263
Tabla 49. Medición de equipotencialidad – COLISEO.....	265
Tabla 50. Medición de tensión de paso y contacto – COLISEO.	267
Tabla 51. Presupuesto de materiales para solucionar no conformidades en el coliseo.....	270
Tabla 52. Formato de no conformidad RETIE – CENTIC.	273
Tabla 53. Medición resistencia de puesta a tierra – CENTIC.....	278
Tabla 54. Medición de equipotencialidad – CENTIC.....	280
Tabla 55. Medición de tensión de paso y contacto – CENTIC.....	282
Tabla 56. Presupuesto de materiales para solucionar no conformidades en el centic.....	286

LISTA DE FIGURAS.

Figura 1. Esquema indicativo del régimen de conexión a tierra TN-C-S.....	47
Figura 2. Componentes básicos de un SPT.....	48
Figura 3. Partes de un sistema de puesta a tierra.....	49
Figura 4. Sistemas con puestas a tierra dedicadas e interconectadas.	56
Figura 5. Equipotencialidad incorrecta de los SPT.....	57
Figura 6. Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 hz a 100 Hz.	59
Figura 7. Esquema de medición de resistencia de puesta a tierra.....	60
Figura 8. Telurómetro.....	62
Figura 9. Equipo para medición de equipotencialidad.....	63
Figura 10. Símbolo y proporciones en las dimensiones del símbolo del riesgo eléctrico.....	76
Figura 11. Límites de aproximación.	81
Figura 12. Mapa del campus central de la Universidad Industrial de Santander.	105
Figura 13 Montaje para la medición tensión toque y tensión de paso	116
Figura 14 Ubicación edificio BIBLIOTECA	120
Figura 15 Perfil de resistencia de puesta a tierra - BIBLIOTECA.....	130
Figura 16 Distribución de tensiones - BIBLIOTECA.....	134
Figura 17 Ubicación edificio CAMILO TORRES.....	138
Figura 18 Perfil de resistencia de puesta a tierra - Camilo Torres.	148
Figura 19 . Distribución de tensiones – CAMILO TORRES.	154
Figura 20 Ubicación edificio INGENIERÍA ELÉCTRICA.	157
Figura 21 Perfil de resistencia de puesta a tierra - INGENIERÍA ELÉCTRICA. ...	164
Figura 22 Distribución de tensiones – INGENIERÍA ELÉCTRICA.	169
Figura 23 Ubicación edificio INGENIERÍA INDUSTRIAL.	172
Figura 24 Perfil de resistencia de puesta a tierra - INGENIERÍA INDUSTRIAL..	181
Figura 25 Distribución de tensiones – INGENIERÍA INDUSTRIAL	186

Figura 26. Ubicación edificio CAPRUIS Y FAVUIS.....	188
Figura 27. Ubicación edificio DISEÑO INDUSTRIAL.....	195
Figura 28. Ubicación edificio INSTITUTO DE LENGUAS.....	201
Figura 29 Ubicación edificio LUIS A. CALVO.....	207
Figura 30. Ubicación edificio BIENESTAR UNIVERSITARIO.....	218
Figura 31. Perfil de resistencia de puesta a tierra - ADMINISTRACIÓN 2.....	226
Figura 32 Ubicación edificio INGENIERÍA MECÁNICA.....	227
Figura 33. Ubicación edificio INSED.....	234
Figura 34. Ubicación edificio MANTENIMIENTO Y PLANTA FÍSICA.....	237
Figura 35. Ubicación edificio LABORATORIO DE POSTGRADO.....	241
Figura 36. Ubicación edificio CEIAM.....	245
Figura 37 Ubicación edificio DANIEL CASAS.....	252
Figura 38. Ubicación edificio COLISEO.....	257
Figura 39 Perfil de resistencia de puesta a tierra – COLISEO.....	264
Figura 40. Distribución de tensiones – COLISEO.....	268
Figura 41. Ubicación edificio CENTIC.....	271
Figura 42. Perfil de resistencia de puesta a tierra – CENTIC.....	279
Figura 43. Distribución de tensiones – CENTIC.....	284

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. REQUISITOS DE LOS MATERIALES y PRODUCTOS INSTALADOS SEGÚN RETIE 2013 Y NTC20150.....	296
ANEXO B. VALORES UNITARIOS DE LOS COSTOS ESTIMADOS PARA SUPERAR LAS NO CONFORMIDADES MÁS BÁSICAS	306

RESUMEN

TÍTULO:

ESTUDIO SOBRE EL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS – RETIE DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA EN LOS EDIFICIOS DEL CAMPUS CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER.*

AUTORES:

PEÑARANDA VARGAS, Nolber Wbaldo;
ROZO ARÉVALO, Leonardo;
SUÁREZ BALAGUERA, Edwar Alfonso. **

PALABRAS CLAVES:

Cumplimiento, instalaciones eléctricas, NTC 2050, RETIE, sistema de puesta a tierra, Universidad Industrial de Santander.

DESCRIPCIÓN:

Debido al aumento y desarrollo de la energía eléctrica generado por el crecimiento de la demanda, se considera que el servicio que se debe prestar a todo tipo de usuario es cada vez más preventivo y riguroso con las normas y reglamentos estipulados en cada país. Esto con el fin de evitar irregularidades en los sistemas eléctricos y de prevenir que se presenten accidentes que atenten contra la vida de cualquier ser humano. Es por esta razón, que surge la necesidad de implementar, exigir y regular los sistemas eléctricos y los sistemas de puesta a tierra seguros y estandarizados con los reglamentos y normas necesarias para llevar a cabo diferentes acciones.

En el campus de la Universidad Industrial de Santander día a día se llevan a cabo distintas actividades que se realizan con el fin de mejorar y aportar al desarrollo de la región y del país. Todas estas actividades que se realizan dentro del campus, cuentan con una gran cantidad de equipos y medios digitales que requieren además de un óptimo servicio de energía eléctrica, unas instalaciones adecuadas que brinden los cuidados requeridos y que eviten que se produzcan cambios bruscos por malas condiciones de operación, fenómenos naturales e inclusive errores humanos. Debido a esto, y a la cobertura insuficiente de los sistemas de puesta a tierra y el mal estado de las instalaciones eléctricas, para la adecuada protección tanto de las personas como de los equipos dentro del campus universitario, se hace necesario el desarrollo de este proyecto con base en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas, RETIE 2013 y la norma NTC 2050.

*Proyecto de grado desarrollado en la modalidad de investigación.

**Facultad de Ingenierías Físico-mecánicas. Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Ing. Julio César Chacón Velasco. Co-Directores: Ing. Rafael Cristóbal Arismendy Weeber, Ing. Iván Augusto Rojas Camargo.

ABSTRACT

TITLE:

STUDY ABOUT COMPLIANCE OF THE TECHNICAL REGULATION OF ELECTRICAL INSTALLATIONS-RETIE OF THE GROUNDING SYSTEM IN THE BUILDINGS OF THE CENTRAL CAMPUS TO THE INDUSTRIAL UNIVERSITY OF SANTANDER.*

AUTHORS:

PEÑARANDA VARGAS, Nolber Wbaldo; ROZO ARÉVALO, Leonardo; SUÁREZ BALAGUERA, Edwar Alfonso. **

KEYWORDS:

Compliance, electrical installations, NTC 2050, RETIE, grounding system, Universidad Industrial de Santander.

DESCRIPTION:

Due to the argument and development of the electric powerful given by the growth of demand, it considers that service should get to every kind of users is most preventive and strict more and more every time with the laws stipulated in different countries. This happens with the end to prevent damage into the electric systems and prevent also the accidents that put their lives in dangerous activities.

For this reason, it's necessary to implement, demand and regular these electric systems and underground too in safe way and standardized with rules and norms to carry out different actions. In Industrial university of Santander's campus day to day it carries out stuffs with the end to get better things and contribute with the development of the region and country.

All this activities made in this campus, it has a great amount of devices and digital environ that requires also an optimum service of electric powerful, a great installations that giving requirement cares and preventing really hard changes in the process and bad conditions, natural phenomena or human mistakes. Due to this problem and covering of underground electric systems is in off and the bad state of electric installations, for the suitable protection between people and devices inside the campus, it's totally necessary the development for this project based on RETIE-2013 and norm 2050.

*Degree's project developed with research purposes.

**Faculty of Physic-Mechanical Engineering. Electrical, Electronics and Telecommunications Engineering School. Advisor: Ing. Julio César Chacón Velasco. Co-Advisors: Ing. Rafael Cristóbal Arismendy Weeber, Ing. Iván Augusto Rojas Ca

INTRODUCCIÓN

Energía Los sistemas de puesta a tierra son una parte importante de los sistemas de eléctrica. Se encargan de proteger tanto la vida de los seres vivos como las diferentes instalaciones eléctricas utilizadas en diversos campos del sector eléctrico. Además de esto cumplen con funciones entre las cuales se destacan: permitir el despeje de fallas rápidamente, servir de referencia al sistema eléctrico, eliminar ruidos eléctricos, disipar corrientes de fallas, entre otros.

Por las anteriores razones, actualmente no se considera una opción sino prácticamente una obligación contar con sistemas de puesta a tierra que cumplan los requisitos mínimos exigidos en los diferentes reglamentos existentes, para el caso colombiano se considera el RETIE 2013. En Colombia hoy en día, las instalaciones eléctricas ya sean nuevas, remodelaciones, actualizaciones o ampliaciones de carga, deben contar con un certificado de conformidad el cual deja muy claro la aprobación del reglamento RETIE 2013, y permite obtener el respectivo suministro de energía eléctrica.

A partir de lo anterior, se evidencia la elaboración de este proyecto considerando necesario la realización de inspecciones, las cuales se llevan a cabo por medio de formatos realizados en base a las asesorías y a la documentación brindada por los expertos en el tema. Estas inspecciones son realizadas desde los tableros generales hasta los sistemas de puesta a tierra, con el fin de dar un dictamen de no conformidad con el RETIE 2013 de cada uno de los edificios evaluados en este proyecto. Estas inspecciones son realizadas en los edificios del campus central de la Universidad Industrial de Santander tratados anteriormente en el plan de estudio, con el fin de obtener la documentación del estado en que se encuentran los sistemas de puesta a tierra (SPT) de cada edificio.

Además de las inspecciones, se toman las respectivas mediciones de resistencia de puesta a tierra (RPT) en las mallas de puesta a tierra de los edificios que poseen subestaciones (método de la caída de potencial al 62%). Los datos obtenidos se comparan con los datos establecidos en el RETIE 2013 (valores de referencia para las resistencias de puestas a tierra). Así mismo, se establecen los aspectos básicos de seguridad que se deben tener en cuenta durante la medición de la resistencia de puesta a tierra (RPT) y se tienen en cuenta en cada una de las inspecciones realizadas.

El estudio también contempla las medidas de tensiones de paso y de tensiones de toque para verificar el cumplimiento con los límites establecidos por el artículo 15.2 del RETIE 2013. Estas medidas permiten determinar los valores máximos de tensiones de paso y de contacto que pueden soportar los seres humanos. Para la medición se toma como base la construcción de un circuito que simbolice una persona caminando cerca a una subestación eléctrica, utilizando una resistencia de 1000Ω y dos placas de 200 cm^2 aplicando una fuerza de 250 N. Las mediciones realizadas deben mostrar si las subestaciones garantizan los niveles permisibles de las tensiones de paso y de contacto. Estas medidas se llevan a cabo en compañía de expertos en el tema de mediciones de tensiones de paso y de toque en las subestaciones.

La lista de chequeo para la inspecciones tipo RETIE llevada a cada edificio evaluado, el método de medición de resistencia de puesta a tierra en los edificios que poseen mallas de puestas a tierra y la metodología utilizada para la medición de tensiones de paso y de contacto, permiten evaluar ampliamente el cumplimiento del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas RETIE 2013 con ellos se puede tomar nota de cada una de las irregularidades que cada uno de ellos presenta.

Gracias a este estudio se puede obtener información de las instalaciones con las que cuenta hoy en día la Universidad Industrial de Santander en la parte de la alimentación eléctrica y las protecciones de las instalaciones en cada uno de los edificios evaluados, los cuales cuentan con una gran cantidad de equipos sensibles y en los cuales cada día laboran en diferentes actividades un grupo considerable de personas de la comunidad universitaria.

Esta información permite brindar las inconformidades con respecto al RETIE resolución 90708 del 30 de Agosto 2013 y a la NTC 2050 normativas por las cuales se rige este estudio.

1. GENERALIDADES

En este capítulo se describen las principales generalidades del proyecto. Se presenta la formulación del problema, la justificación y la motivación que dio lugar al desarrollo del mismo, además de esto se presentan los objetivos tanto el general como los específicos; y finalmente se realiza un breve resumen sobre cómo se encuentra estructurado todo el documento.

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

La dependencia actual al consumo eléctrico aumenta cada vez más rápido la demanda del consumo de la energía eléctrica, obligando a establecer exigencias por medio de reglamentos y normas que garanticen la seguridad de las personas y optimicen el buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas, la fiabilidad y la calidad. Así mismo, obliga a que los equipos tengan una compatibilidad y un adecuado uso teniendo en cuenta sus respectivos mantenimientos.

Cuando se habla de seguridad y calidad vale la pena resaltar el valor agregado que representa la norma técnica colombiano NTC 2050, la cual permite materializar las necesidades de seguridad y calidad en la construcción de las instalaciones eléctricas para el respectivo uso seguro y confiable por parte de los usuarios, y por supuesto el valor agregado del RETIE el cual por ser reglamento se debe cumplir a cabalidad en todos los sectores de la ingeniería eléctrica.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la energía eléctrica es muy importante ya que se usa en casi todas las actividades que realizamos a diario. El cumplimiento de los reglamentos establecidos por lo entes encargados en el país es indispensable y por ello este estudio se basa en inspeccionar que sucede con

una parte de las instalaciones eléctricas y con este reglamento dentro del campus universitario.

La Universidad Industrial de Santander como ya es de conocimiento, es una institución que está en continuo desarrollo. Por lo tanto, esto acarrea una actualización en su sistema de trabajo que consiste en implementar nuevos equipos cada vez más sensibles a los cambios bruscos de tensión y corrientes debido a las condiciones de operación, fenómenos naturales o errores humanos. Por esto, se hizo importante conocer en qué estado se encuentran los sistemas de puesta a tierra y si sus respuestas, son las más adecuadas a posibles fallas o condiciones de operación.

Conjuntamente, la realización de inspecciones dan a conocer el cumplimiento de los requisitos de instalación y construcción de los armarios, cajas de corte, tableros de distribución y tableros de medidores enchúfales exigidos por la sección 373 de la NTC 2050, como también los elementos de conexión en las instalaciones eléctricas de los todos los edificios contemplados en el estudio, las conexiones equipotenciales, las mediciones de tensiones paso y tensiones de toque de los edificios que tienen subestación como lo exige el RETIE 2013.

Es importante resaltar que el estado actual de los edificios de la Universidad Industrial de Santander y la antigüedad de la mayoría de ellos, es lo que genera importancia de informar el estado en el que se encuentran las instalaciones eléctricas en temas de seguridad y calidad. Igualmente genera interés, a la hora de comparar el cumplimiento las normativas y reglamentos colombianos, NTC 2050 y RETIE 2013 con el fin de brindar un estudio completo de carácter informativo y preventivo si se observa que se está faltando de manera crítica con los requisitos establecidos en las normas y reglamentos ya mencionados. Este proyecto se enfocó en los edificios del campus central de la Universidad Industrial de Santander que se observan en la Tabla 1.

Tabla 1. Edificios evaluados en el proyecto.

No	EDIFICIO
1	Biblioteca
2	Camilo Torres
3	Ingeniería Eléctrica
4	Ingeniería Industrial
5	CAPRUIS y FAVUIS
6	Diseño Industrial
7	Instituto de Lenguas
8	Luis A. Calvo
9	Bienestar Universitario
10	Ingeniería Mecánica
11	INSED
12	Mantenimiento y Planta
13	Laboratorio de Posgrado
14	CEIAM.
15	Música
16	Coliseo

Fuente: Autores.

1.2 MOTIVACIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Con base en la necesidad de conocer en qué estado físico se encuentra el sistema eléctrico y los sistemas de puesta a tierra, debido a que el tiempo y las condiciones ambientales influyen en el deterioro, y considerando que algunos edificios llevan cierto tiempo de construidos y que en el momento del diseño no se contaba con la reglamentación necesaria para garantizar la protección adecuada de equipos y en especial de las personas, se hizo necesario valorar y documentar el estado en el que se encuentran estos sistemas, realizando una verificación desde el tablero general de baja tensión hasta la malla de puesta a tierra.

Se tiene entendido, que muchas de las instalaciones existentes no cuentan con las protecciones necesarias y no están adecuadamente instaladas, por lo cual se

pueden presentar en cualquier momento accidentes riesgosos, fatales y de elevado costo que perjudican a todas las personas que se encuentren haciendo uso de las mismas. Pero también se sabe que, hoy en día muchos de los equipos modernos tienen en sus conexiones el polo de puesta a tierra para su debida protección a cualquier evento que se pueda presentar y que pueda perjudicar su funcionamiento o su vida útil. Por esta razón, se considera que para empezar con este estudio lo principal es verificar el debido cumplimiento con el reglamento actual del RETIE 2013, con el fin de cumplir con el objetivo que se establece en cuanto a la seguridad para poder garantizar y velar por la vida de todos los seres vivos.

1.3 FINALIDAD Y OBJETIVOS DEL TRABAJO

El presente trabajo de investigación, se basa en el estudio y la verificación de las no conformidades con respecto al RETIE 2013 y a la NTC 2050 de las instalaciones eléctricas, subestaciones eléctricas, tableros eléctricos y bóvedas de transformadores de los edificios contemplados en el plan de estudio. Contempla también las medidas de resistencia de puesta a tierra, equipotencialidad, así como las medidas de las tensiones de paso y de contacto en las subestaciones establecidas con anterioridad.

1.3.1 Objetivo General

Realizar el diagnóstico del estado de las subestaciones a evaluar en este proyecto del campus de la Universidad Industrial de Santander.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Efectuar la inspección visual para estimar las condiciones de las subestaciones de cada uno de los edificios a evaluar.

- Tomar las medidas de: La resistencia de puesta a tierra, la equipotencialidad en las bóvedas de los transformadores, tensiones de paso y las tensiones de toque en las subestaciones a evaluar.
- Describir las no conformidades encontradas en el proceso de la inspección visual realizada en los edificios mencionados en este proyecto.
- Estimar los costos de los materiales necesarios para remediar las inconformidades más básicas.

1.4 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

Este documento se estructura en cinco capítulos que son:

Capítulo 1: Se presenta la introducción, la formulación del problema, la motivación, la justificación del trabajo, la finalidad, los objetivos y finalmente se realiza una descripción de la composición del documento.

Capítulo 2: En este capítulo se presenta el marco teórico y la información necesaria para la realización del proyecto. Lo principal de este capítulo es la descripción de la norma técnica colombiana NTC 2050 y del RETIE 2013 en cuanto a los sistemas de puesta tierra, específicamente los métodos de medición de resistencia de puesta a tierra, de equipotencialidad y de tensiones de paso y de contacto.

Capítulo 3: En este capítulo se estudian todos los artículos del RETIE 2013 y de las secciones de la NTC 2050 necesarios para evaluar los diferentes edificios descritos en el proyecto, con el fin de elaborar el formato de no conformidades que incluya la verificación de las instalaciones eléctricas, los tableros eléctricos, los transformadores, y las bóvedas de cada una de las subestaciones.

Capítulo 4: Este capítulo presenta la información de la inspección y el estudio realizado a cada uno de los edificios. Muestra una breve descripción de la ubicación de cada edificio, además de esto los formatos de no conformidades encontradas en cada uno de ellos, y los valores de la medición de la resistencia de puesta a tierra, equipotencialidad, tensiones de paso y tensiones de contacto con sus respectivas grafica de distribución de tensiones de los edificios que cuentan con subestación eléctrica y que hasta el momento no han sido evaluados.

Capítulo 5: Se presentan las principales conclusiones de todo el proyecto realizado. Además de esto se presentan observaciones generales basadas en las falencias encontradas en cada uno de los edificios con el fin de informar y de prevenir a los encargados de las instalaciones eléctricas del campus universitario.

Finalmente se muestran las referencias bibliográficas utilizadas para la realización de este proyecto.

2. MARCO TEÓRICO, CONCEPTUAL Y SITUACIÓN ACTUAL

Para empezar con este estudio de manera adecuada, resulta necesario consultar la información, que permita entender a cabalidad lo que se está realizando y así poder analizar de manera adecuada los datos obtenidos y poder sacar las respectivas conclusiones, que ayuden a cumplir con los objetivos planteados. En esta información, se puede encontrar que es un sistema de puesta a tierra, los requisitos mínimos y los componentes básicos del mismo.

Es importante que las instalaciones y equipos eléctricos, cuenten con una conexión física a tierra para garantizar el óptimo funcionamiento del sistema eléctrico, la protección de equipos, brindar seguridad a los seres vivos y un óptimo funcionamiento al sistema eléctrico.

Existen normas y reglamentos que se han creado para garantizar la debida protección y el funcionamiento en las instalaciones eléctricas. Debido a la globalización, surge como consecuencia directa una nueva reglamentación de carácter oficial y normas técnicas de carácter voluntario, y cada país es autónomo en el momento de defender sus objetivos legítimos. En Colombia, se creó el reglamento técnico de instalaciones eléctricas “RETIE” en el cuál se marcan pautas y especificaciones técnicas que se deben cumplir a la hora de hacer una instalación eléctrica.

Además de esto, se presenta lo plasmado en el artículo 15 del reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, en donde se puede encontrar lo relacionado con sistemas de puesta a tierra.

2.1 DEFINICIONES Y CONCEPTOS PREVIOS

A continuación se presenta una lista de las definiciones relacionadas con los sistemas de puesta a tierra y que se consideran indispensables a la hora de realizar el proyecto. La mayor parte de estas definiciones son tomadas del reglamento técnico de instalaciones eléctricas, RETIE 2013.

ACCIDENTE: Evento no deseado, incluidos los descuidos y las fallas de equipos, que da por resultado la muerte, una lesión personal, un daño a la propiedad o deterioro ambiental [9].

ACOMETIDA: Derivación de la red local del servicio respectivo, que llega hasta el registro de corte del inmueble. En edificios de propiedad horizontal o condominios, la acometida llega hasta el registro de corte general. En aquellos casos en que el dispositivo de corte esté aguas arriba del medidor, para los efectos del presente reglamento, se entenderá la acometida como el conjunto de conductores y accesorios entre el punto de conexión eléctrico al sistema de uso general (STN, STR o SDL) y los bornes de salida del equipo de medición [9].

AISLADOR: Elemento de mínima conductividad eléctrica, diseñado de tal forma que permita dar soporte rígido o flexible a conductores o a equipos eléctricos y aislarlos eléctricamente de otros conductores o de tierra [9].

ASLAMIENTO: técnica para impedir la propagación de un fenómeno o agente físico (frío, calor, humedad, electricidad, etc.) [9].

AUDITORIA: Revisión sistemática de una actividad o de una situación para evaluar el cumplimiento de las reglas o criterios objetivos a que aquellas deben someterse [8].

CONDUCTOR A TIERRA: También llamado conductor del electrodo de puesta a tierra, es aquel que conecta un sistema o circuito eléctrico intencionalmente a una puesta a tierra [9].

CONDUCTOR ACTIVO: Aquella parte destinada, en su condición de operación normal, a la transmisión de electricidad y por tanto sometidas a una tensión en servicio normal [9].

CONDUCTOR ENERGIZADO: Todo aquel que no está conectado a tierra [9].

CONDUCTOR NEUTRO: Conductor activo conectado intencionalmente al punto neutro de un transformador o instalación y que contribuye a cerrar un circuito de corriente [9].

CONEXIÓN EQUIPOTENCIAL: Conexión eléctrica entre dos o más puntos, de manera que cualquier corriente que pase, no genere una diferencia de potencial sensible entre ambos puntos [9].

CONFORMIDAD: Cumplimiento de un producto, proceso o servicio frente a uno o varios requisitos o prescripciones [9].

CONTACTO DIRECTO: Es el contacto de personas o animales con conductores activos o partes energizadas de una instalación eléctrica [9].

CONTACTO ELÉCTRICO: Acción de unión de dos elementos con el fin de cerrar un circuito. Puede ser de frotamiento, de rodillo, líquido o de presión [9].

CONTACTO INDIRECTO: Es el contacto de personas o animales con elementos o partes conductivas que normalmente no se encuentran energizadas. Pero en condiciones de falla de los aislamientos se puedan energizar [9].

CORRIENTE DE CONTACTO: Corriente que circula a través del cuerpo humano, cuando está sometido a una tensión de contacto [9].

CORRIENTE ELÉCTRICA: Es el movimiento de cargas eléctricas entre dos puntos que no se hallan al mismo potencial, por tener uno de ellos un exceso de electrones respecto al otro [9].

CORROSIÓN: Ataque a una materia y destrucción progresiva de la misma, mediante una acción química, electroquímica o bacteriana.

CORTOCIRCUITO: Unión de muy baja resistencia entre dos o más puntos de diferente potencial del mismo circuito [9].

CUARTO ELÉCTRICO: Recinto o espacio en un edificio dedicado exclusivamente a los equipos y dispositivos eléctricos, tales como transformadores, celdas, tableros, UPS, protecciones, medidores, canalizaciones y medios para sistemas de control entre otros. Algunos edificios por su tamaño deben tener un cuarto eléctrico principal y otros auxiliares [9].

DICTAMEN DE INSPECCIÓN: Documento emitido por el Organismo de inspección, mediante el cual se evidencia el cumplimiento o incumplimiento de los requisitos contemplados en el RETIE que le aplican a esa instalación eléctrica. Cuando el dictamen demuestra el cumplimiento del reglamento se considera una certificación de inspección [9].

DISTANCIA DE SEGURIDAD: Distancia mínima alrededor de un equipo eléctrico o de conductores energizados, necesaria para garantizar que no habrá accidente por acercamiento de personas, animales, estructuras, edificaciones o de otros equipos [9].

ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA: Es el conductor o conjunto de conductores enterrados que sirven para establecer una conexión con el suelo [9].

EMPALME: Conexión eléctrica destinada a unir dos partes de conductores, para garantizar continuidad eléctrica y mecánica [9].

EQUIPO DE INYECCION: Equipo utilizado para la medición de las tensiones de paso y las tensiones de contacto, realiza ésta función inyectando corrientes que simulan fallas en el sistema de puesta a tierra.

EQUIPOTENCIALIZAR: Es el proceso, práctica o acción de conectar partes conductivas de las instalaciones, equipos o sistemas entre sí o a un sistema de puesta a tierra, mediante una baja impedancia, para que la diferencia de potencial sea mínima entre los puntos interconectados [9].

ESTRUCTURA: Todo aquello que puede ser construido o edificado, pueden ser fijas o móviles, pueden estar en el aire, sobre la tierra, bajo tierra o en el agua [9].

EVALUACIÓN DE LA CONFORMIDAD: Procedimiento utilizado, directa o indirectamente, para determinar que se cumplen los requisitos o prescripciones pertinentes de los reglamentos técnicos o normas [9].

EXPUESTO: Aplicado a partes energizadas, que puede ser inadvertidamente tocado por una persona directamente o por medio de un objeto conductor, o que le permita aproximarse más cerca que la distancia mínima de seguridad. Igualmente, se aplica a las partes que no están adecuadamente separadas, aisladas o protegidas contra daños [9].

FACTOR DE RIESGO: Condición ambiental o humana cuya presencia o modificación puede producir un accidente o una enfermedad ocupacional [9].

FRENTE MUERTO: Parte de un equipo accesible a las personas y sin partes activas expuestas [9].

FUEGO: Combinación de combustible, oxígeno y calor. Combustión que se desarrolla en condiciones controladas [9].

INSPECCIÓN: conjunto de actividades tales como medir, examinar, enseñar o comparar con requisitos establecidos, una o varias características de un producto o instalación eléctrica, para determinar su conformidad [9].

MALLAS DE TIERRA. Es un conjunto de electrodos unidos eléctricamente entre sí [11].

MANTENIMIENTO: Conjunto de acciones oportunas, continuas y permanentes dirigidas a prever y asegurar el funcionamiento normal, la eficiencia y la buena apariencia de equipos eléctricos, oficinas y accesorios [12].

MATERIAL: Cualquier sustancia, insumo, parte o repuesto que se transforma con su primer uso o se incorpora a un bien como parte de él [9].

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA (NTC): Norma técnica aprobada o adoptada como tal por el organismo nacional de normalización [9].

PREVISIÓN: Anticipación y adopción de medidas ante la posible ocurrencia de un suceso, en función de los indicios observados y de la experiencia [9].

PUERTA CORTAFUEGO: Puerta que cumple los criterios de estabilidad, estanqueidad, no emisión de gases inflamables y aislamiento térmico cuando se encuentra sometida al fuego o incendio durante un período de tiempo determinado [9].

PUESTA A TIERRA: Grupo de elementos conductores equipotenciales, en contacto eléctrico con el suelo o una masa metálica de referencia común, que distribuye las corrientes eléctricas de falla en el suelo o en la masa. Comprende electrodos, conexiones y cables enterrados [9].

RED EQUIPOTENCIAL: Conjunto de conductores del sistema de puesta a tierra que no están en contacto con el suelo o terreno y que conectan sistemas eléctricos, equipos o instalaciones con la puesta a tierra [9].

RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA: Es la relación entre el potencial del sistema de puesta a tierra a medir, respecto a una tierra remota y la corriente que fluye entre estos puntos [9].

RETIE: Acrónimo del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas adoptado por Colombia [9].

RETIE 2013: Hace referencia al RETIE resolución 90708 del 2013

SEGURIDAD: Condición del producto conforme con la cual en situaciones normales de utilización, teniendo en cuenta la duración, la información suministrada en los términos de la presente ley y si procede, la puesta en servicio, instalación y mantenimiento, no presenta riesgos irrazonables para la salud o integridad de los consumidores. En caso de que el producto no cumpla con requisitos de seguridad establecidos en reglamentos técnicos o medidas sanitarias, se presumirá inseguro // Condición o estado de riesgo aceptable //Actitud mental de las personas [9].

SEÑALIZACIÓN: Conjunto de actuaciones y medios dispuestos para reflejar las advertencias de seguridad en una instalación [9].

SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT): Conjunto de elementos conductores continuos de un sistema eléctrico específico, sin interrupciones, que conectan los equipos eléctricos con el terreno o una masa metálica. Comprende la puesta a tierra y la red equipotencial de cables que normalmente no conducen corriente [9].

SOBRECARGA: Funcionamiento de un elemento excediendo su capacidad nominal [9].

SUBESTACIÓN: Conjunto único de instalaciones, equipos eléctricos y obras complementarias, destinado a la transferencia de energía eléctrica, mediante la transformación de potencia [9].

TABLERO: Encerramiento metálico o no metálico donde se alojan elementos tales como aparatos de corte, control, medición, dispositivos de protección, barrajes, para efectos de este reglamento es equivalente a panel, armario o cuadro [9].

TELUROMETRO: Equipo de medición digital para pruebas de puesta a tierra y protección en sistemas eléctricos. Pruebas de continuidad para verificar la equipotencialidad en las instalaciones eléctricas, medición en DC y de resistencia de aislamiento en las instalaciones eléctricas de baja tensión, de acuerdo con la norma EN 61557.

TENSIÓN DE CONTACTO: Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre una estructura metálica puesta a tierra y un punto de la superficie del terreno a una distancia de un metro. Esta distancia horizontal es equivalente a la máxima que se puede alcanzar al extender un brazo [9].

TENSIÓN DE PASO: Diferencia de potencial que durante una falla se presenta entre dos puntos de la superficie del terreno, separados por una distancia de un paso (aproximadamente un metro) [9].

TENSIÓN DE SERVICIO: Valor de tensión, bajo condiciones normales, en un instante dado y en un nodo del sistema. Puede ser estimado, esperado o medido [9].

TERMINAL: Es un accesorio eléctrico reusable que sujeta eléctrica y mecánicamente a uno o varios cables permitiendo con facilidad montar y desmontar el cableado de cualquier equipo. Este se coloca al inicio y al final de dicho(s) cables, y permite transmitir fuertes corrientes. Su diseño facilita el acoplamiento pues solo requiere el apriete de un tornillo, el cual aprisiona el o los cables entre sí para lograr un eficiente apriete, que permite el paso de grandes corrientes eléctricas sin provocar calentamiento [13].

TIERRA (Ground o earth): Para sistemas eléctricos, es una expresión que generaliza todo lo referente a conexiones con tierra. En temas eléctricos se asocia a suelo, terreno, tierra, masa, chasis, carcasa, armazón, estructura o tubería de agua. El término “masa” sólo debe utilizarse para aquellos casos en que no es el suelo, como en los aviones, los barcos y los carros [9].

TIERRA DE REFERENCIA: Se entiende por tierra de referencia a la tierra que se le asigna potencial [11].

TRABAJO: Actividad vital del hombre, social y racional, orientada a un fin y un medio de plena realización [9].

Además de las definiciones presentadas anteriormente, se considera indispensable analizar las diferencias existentes entre la conexión de tierra y neutro, ya que el concepto claro de cada uno de ellos permitirá el análisis adecuado de cada uno de los sistemas de puesta a tierra propuestos y por ende se logrará proponer soluciones para el mejoramiento y adecuación de los mismos.

2.2 DIFERENCIAS ENTRE LA CONEXIÓN DE TIERRA Y NEUTRO

Un error común en la conexión de un equipo o en la transmisión de tensión en un conducto es la confusión entre tierra (GND) y neutro (N). Aunque idealmente estos dos terminan conectados en algún punto a tierra, la función de cada uno es muy distinta. El cable de neutro es el encargado de la transmisión de corriente y el conductor de tierra es una seguridad primaria de los equipos contra el shock eléctrico. Identificarlos como si cumplieran la misma función sería anular la seguridad de tierra contra el shock eléctrico. En el hipotético caso que se tome el neutro y tierra como la misma cosa, cuando el cable de tierra se corte o interrumpa, la carcasa de los equipos que estén conectados a esta tierra-neutro tendrá el potencial de línea y así toda persona o ser que tenga contacto con ello estará expuesta a una descarga eléctrica [11].

2.3 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT)

A continuación se presenta una descripción del sistema de puesta a tierra. Esta descripción incluye su definición, los requisitos mínimos con los que debe contar, su régimen de conexión a tierra, los componentes básicos que debe tener, los valores de referencia de la resistencia de puesta a tierra, los materiales, y los requisitos generales que se deben tener en cuenta. El objetivo de esta breve descripción, es destacar la importancia de los sistemas de puesta a tierra para poder realizar un buen estudio que permita resaltar adecuadamente las no conformidades y así, de cierta forma poder contribuir al mejoramiento de las instalaciones eléctricas de los edificios del campus central de la Universidad Industrial de Santander contemplados en este proyecto.

2.3.1 Sistema de puesta a tierra y sus requisitos mínimos.

Un sistema de puesta a tierra es un grupo de conexiones entre conductores desde el tablero de distribución general, puntas captadoras hasta la malla de puesta a

tierra creando una equipotencialización, lo cual permite drenar las corrientes de falla.

Los requisitos mínimos del sistema de puesta a tierra son los siguientes:

- Dependiendo de la instalación o nivel de tensión hay un valor permitido de resistencia de puesta a tierra, el cual se encuentra en el RETIE.
- La resistividad debe tener un valor pequeño y su variación debe ser mínima ante cambios climáticos.
- La vida útil del sistema de puesta a tierra debe superar los 20 años y debe ser de fácil acceso para su mantenimiento.

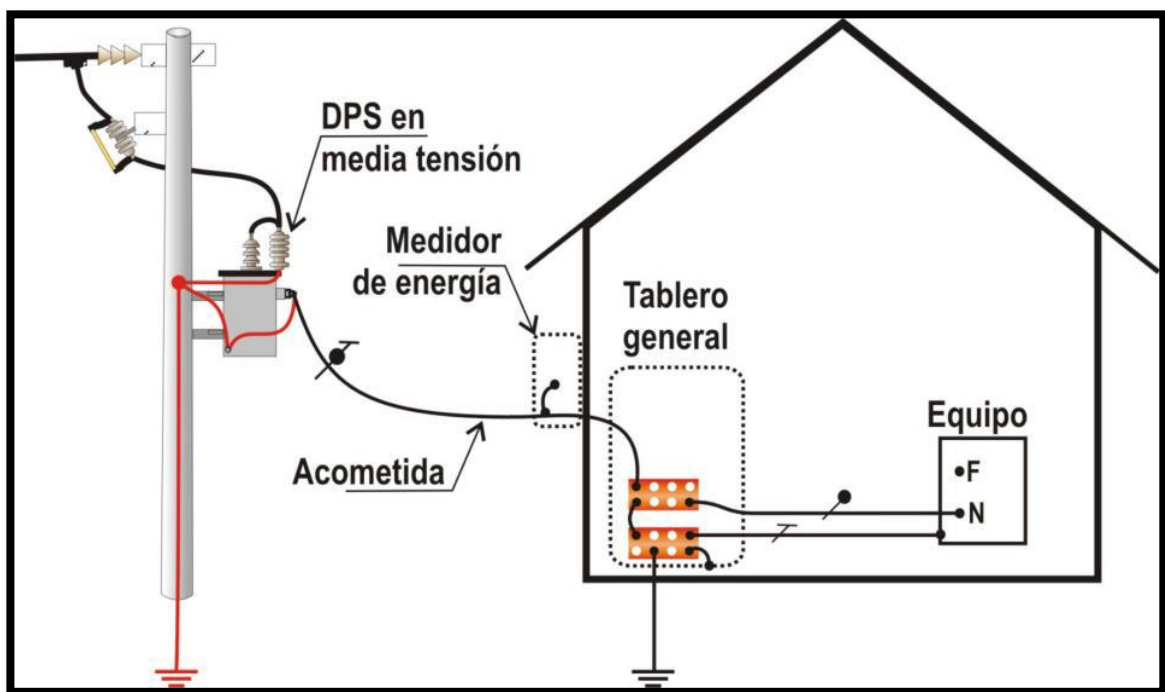
1.1.1 Régimen de conexión a tierra (RCT). Cuando se estudian los sistemas de puesta a tierra, un ítem fundamental que se debe tener en cuenta es el régimen de conexión a tierra. En las instalaciones eléctricas este régimen es importante en cuanto a la seguridad de las personas frente a peligros como los llamados contacto directo o contacto indirecto.

Cuando se habla de instalaciones domiciliarias, el RETIE establece que queda prohibido el régimen en el cual las funciones de neutro y de la tierra las cumple el mismo conductor. En estas instalaciones domiciliarias lo adecuado es crear un punto equipotencial entre el neutro y la tierra en el tablero general de distribución, tal como se muestra en la Figura 1.

Además de esto, el RETIE establece que cuando las instalaciones eléctricas tienen transformador propio, la conexión equipotencial entre el neutro y la tierra se debe realizar en el respectivo lo más cerca posible al transformador.

A raíz de esto, en nuestro estudio se toma en cuenta este régimen de conexión a tierra. En las instalaciones que no tienen transformador propio se verifica que la conexión entre el neutro y la tierra se realice en el tablero general y por el contrario los edificios que cuentan con subestación deben contar con esta unión del neutro y la tierra en el transformador.

Figura 1. Esquema indicativo del régimen de conexión a tierra TN-C-S.

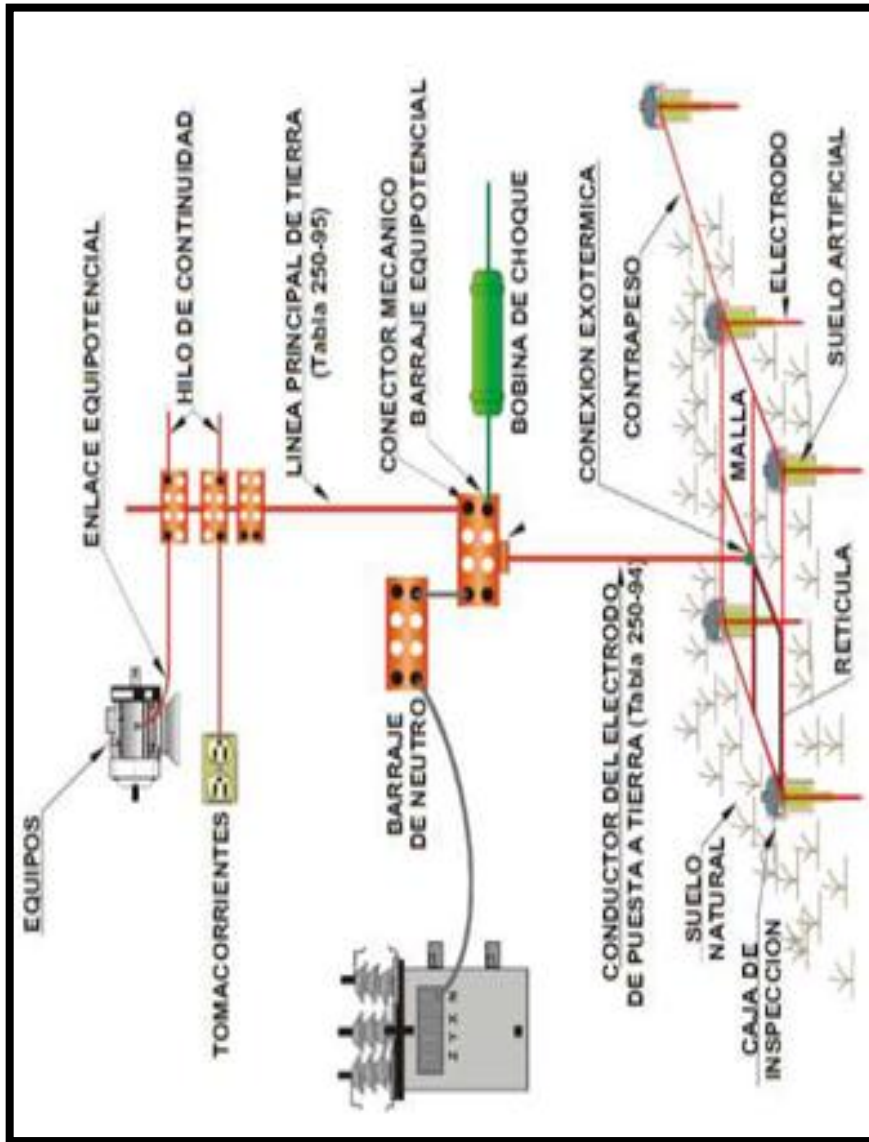


Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013.

2.4 COMPONENTES BÁSICOS DE UN SPT.

En el siguiente esquema (Figura 2), se presentan los componentes básicos de un SPT, donde se resalta la puesta a tierra (bajo nivel de suelo) y el cableado formal de una red equipotencial [2].

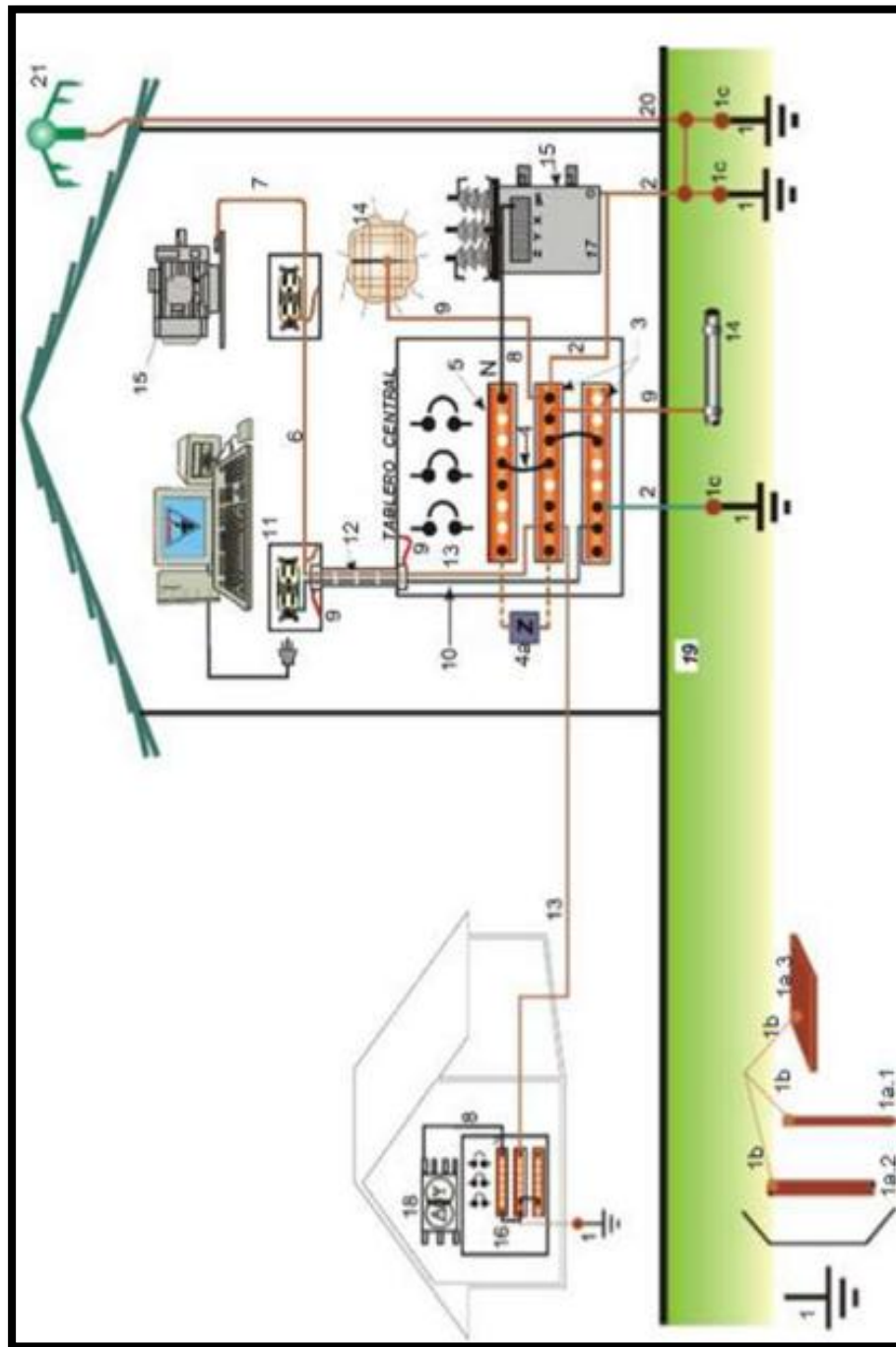
Figura 2. Componentes básicos de un SPT.



Fuente: CASAS OSPINA, Favio. TIERRAS Soporte de la seguridad eléctrica, 3ª Edición [2].

A continuación se muestra el listado de las partes que forman un sistema de puesta a tierra según la NTC 2050, sección 250 (Ver Figura 3, Tabla 2).

Figura 3. Partes de un sistema de puesta a tierra.



Fuente: CASAS OSPINA, Favio. TIERRAS Soporte de la seguridad eléctrica, 3ª Edición [2].

Tabla 2. Partes de un sistema de puesta a tierra.

ITEM	GROUNDING SYSTEM	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA
1.	Grounding.	Puesta a tierra.
1a.	Grounding electrode.	Electrodo de puesta a tierra.
1a.1.	Ground rod.	Varilla de puesta a tierra.
1a.2.	Ground pipe.	Tubo de puesta a tierra.
1a.3.	Ground plate.	Placa de puesta a tierra.
1b.	Grounding conductors.	Conductores de puesta a tierra.
1c.	Grounding connection.	Conexión de puesta a tierra.
2.	Grounding electrode conductor.	Conductor del electrodo de puesta a tierra.
3.	Ground bus.	Barraje equipotencial de tierra.
4.	Main bounding jumper.	Puente equipotencial principal.
4a.	Impedance grounding.	Impedancia limitadora.
5.	Neutral bus.	Barraje neutro.
6.	Equipment grounding conductor.	Canalización metálica admitida como conductor de puesta a tierra.
7.	Equipment Grounding conductor.	Conductor de tierra de protección.
8.	Grounded service conductor.	Neutro.
9.	Bunding jumper.	Conexión equipotencial.
10.11	Insulated equipment grounding conductor.	Conductor aislado de puesta a tierra de equipos.
12.	Metal raceway (grounding conductor).	Canalización metálica como conductor de puesta a tierra.
13.	Equipment grounding conductor.	Conductor principal de puesta a tierra de equipos.
14.	Building Steel.	Estructuras metálicas del edificio.
15.	Non-current carryng metal parts.	Mesa (partes metálicas no portadoras de corriente).
16.	Insulated bus bar.	Barraje aislado (de neutro o tierra).
17.	Feeder.	Transformador o sistema de alimentación
18.	Building supplied from a common.	Cargas alimentadas desde una acometida común.
19.	Earth or ground.	Suelo o tierra.
20.	Down conductor.	Bajante pararrayos.
21.	Air terminal.	Pararrayos.

Fuente: CASAS OSPINA, Favio. TIERRAS Soporte de la seguridad eléctrica, 3ª Edición [2].

2.5 VALORES DE REFERENCIA DE RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

El valor de la resistencia de puesta a tierra en una instalación eléctrica es fundamental, ya que permite drenar más rápido las corrientes de falla producidas por rayos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, entre otras. Teniendo en cuenta de que tener un valor pequeño, de acuerdo con lo estipula el RETIE, donde menciona que un buen diseño de puesta a tierra debe garantizar el control de las tensiones de paso, de contacto y transferidas. En razón a que la resistencia de puesta a

tierra es un indicador que limita directamente la máxima elevación de potencial, pueden tomarse como referencia los valores máximos de la Tabla 3 (Tabla 15.4, RETIE 2013), adoptados de las normas técnicas **IEC 60364-4-442**, **ANSI/IEEE 80**, **NTC 2050** y **NTC 4552**. [9].

A continuación se presentan los valores de resistencia de puesta a tierra que deben tomarse como referencia para realizar diseños de sistemas de puesta a tierra, según la aplicación que se tenga.

Tabla 3. Valores de referencia para resistencia de puesta a tierra.

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

Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013. Tabla 15.4.

2.6 USO ADECUANDO DE LOS MATERIALES EN EL SISITEMA DE PUESTA A TIERRA

El reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, establece que todos los materiales que conforman una instalación eléctrica, deben contar con un certificado de conformidad de producto otorgado por el Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC).

Cuando los productos utilizados en las instalaciones eléctricas cuentan con certificados de conformidad de producto, se entiende que son productos que cumplen con las características, exigencias y requerimientos necesarios de cada instalación.

En el presente proyecto se evalúan los sistemas de puesta a tierra de los edificios con subestación ya mencionados con anterioridad. En esta evaluación se tienen en cuenta las características y el uso adecuado de los materiales que se implementan en cada uno de los SPT.

Para llevar a cabo esta evaluación, es necesario el apoyo del artículo 15.3.1 del RETIE 2013, el cual trata exclusivamente de los electrodos de puesta a tierra. A continuación se presenta con detalle lo mencionado en este artículo.

Electrodos de Puesta a Tierra:

Para efectos del reglamento RETIE 2013, los electrodos de puesta a tierra, deben cumplir los requisitos de la Tabla 4 (Tabla 15.2, RETIE 2013) los cuales son adaptados de las normas **IEC 62305-3, IEC 60364, BS 7430, AS 1768, UL 467, UNESA 6501F, NTC 4552, NTC 2206, NTC 2050, ASTM F 1136y DIN ISO 10683** [9].

Tabla 4. Requisitos para electrodos de puesta a tierra.

TIPO DE ELECTRODO	MATERIALES	DIMENSIONES MÍNIMAS			
		Diámetro mm	Área mm ²	Espesor mm	Recubrimiento µm
Varilla	Cobre	12,7			
	Aleaciones de cobre	12,7			
	Acero inoxidable	15			
	Acero galvanizado en caliente	16			70
	Acero con recubrimiento electrodepositado de cobre	14			250
	Acero con recubrimiento total en cobre	15			2000
Tubo	Cobre	20		2	
	Acero inoxidable	25		2	
	Acero galvanizado en caliente	25		2	55
Fleje o cinta sólida	Cobre		50	2	
	Acero inoxidable		100	3	
	Cobre cincado		50	2	40
Cable trenzado	Cobre o cobre estañado	1,8 para cada hilo	50		
	Acero galvanizado en caliente	1,8 para cada hilo	70		
Alambre redondo	Cobre	8	50		
	Acero galvanizado	10	78,5		70
	Acero inoxidable	10			
	Acero recubierto de cobre	10			250
Placa sólida	Cobre		250000	1,5	
	Acero inoxidable		360000	6	

Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013. Tabla 15.2.

Los electrodos de puesta a tierra deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a.** La puesta a tierra debe estar constituida por uno o varios de los siguientes tipos de electrodos: Varillas, tubos, placas, flejes, alambres o cables desnudos.
- b.** No se permite el uso de aluminio en los electrodos de las puestas a tierra.
- c.** Los productores de electrodos de puesta a tierra deben garantizar que la resistencia a la corrosión del electrodo, sea de mínimo 15 años contados a partir de la fecha de instalación. Para certificar este requisito se debe utilizar el método de la inmersión en cámara salina durante 1000 horas o usando muestras de suelo ácido, preparadas en laboratorio o en electrolitos de solución ácida con débil concentración, que permita simular los suelos más corrosivos donde se prevea instalar los electrodos de acuerdo con la norma **ASTM G 162** o la **ASTM G 1**. Para electrodos en cables de acero galvanizado, no es suficiente el ensayo de cámara salina, adicionalmente se debe probar con muestras del suelo similar a donde se pretenda instalar.
- d.** El electrodo tipo varilla o tubo debe tener mínimo 2,4 m de longitud; además, debe estar identificado con la razón social o marca registrada del fabricante y sus dimensiones; esto debe hacerse dentro los primeros 30 cm medidos desde la parte superior.
- e.** El recubrimiento exigido en la Tabla 4 (Tabla 15.2, RETIE 2013), en ningún punto debe ser inferior a los valores indicados.
- f.** Debe probarse la adherencia y doblado del electrodo con recubrimiento, conforme a lo establecido en la norma **NTC 2206** o equivalente.
- g.** Para la instalación de los electrodos se deben considerar los siguientes requisitos:
 - El productor debe informar al usuario si existe algún procedimiento específico para su instalación y adecuada conservación.
 - La unión entre el electrodo y el conductor a tierra, debe hacerse con soldadura exotérmica o con un conector certificado para enterramiento directo.
 - Cada electrodo debe quedar enterrado en su totalidad.

- El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la puesta a tierra debe ser accesible y la parte superior del electrodo enterrado debe quedar a mínimo 15 cm de la superficie. Este ítem no aplica a electrodos enterrados en las bases de estructuras de líneas de transmisión ni a los instalados horizontalmente.
- El electrodo puede ser instalado en forma vertical, con una inclinación de 45° o de forma horizontal (a 75 cm de profundidad), siempre que garantice el cumplimiento de su objetivo, conforme al numeral 3 del literal c del de la sección 250-83de la **NTC 2050**. [9]

2.7 REQUISITOS GENERALES DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA [9].

Un sistema de puesta a tierra debe cumplir con varios requisitos de gran importancia para lograr funcionar de manera adecuada. Estos requisitos generales con los que deben cumplir los SPT se encuentran establecidos en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE, con el fin de poder obtener sistemas de puesta a tierra cada vez más confiables y seguros, que ayuden a disminuir los riesgos que se pueden presentar en un sistema eléctrico.

Estos requisitos mencionados anteriormente, son presentados a continuación:

- a.** Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas, no podrán ser incluidos como parte de los conductores del sistema de puesta a tierra. Este requisito no excluye el hecho de que se deben conectar a tierra, en muchos casos.
- b.** Los elementos metálicos principales que actúan como refuerzo estructural de una edificación deben tener una conexión eléctrica permanente con el sistema de puesta a tierra general.

c. Las conexiones que van bajo el nivel del suelo (puesta a tierra), deben ser realizadas con soldadura exotérmica o conector certificado para enterramiento directo conforme a la norma **IEEE 837** o la norma **NTC 2206**.

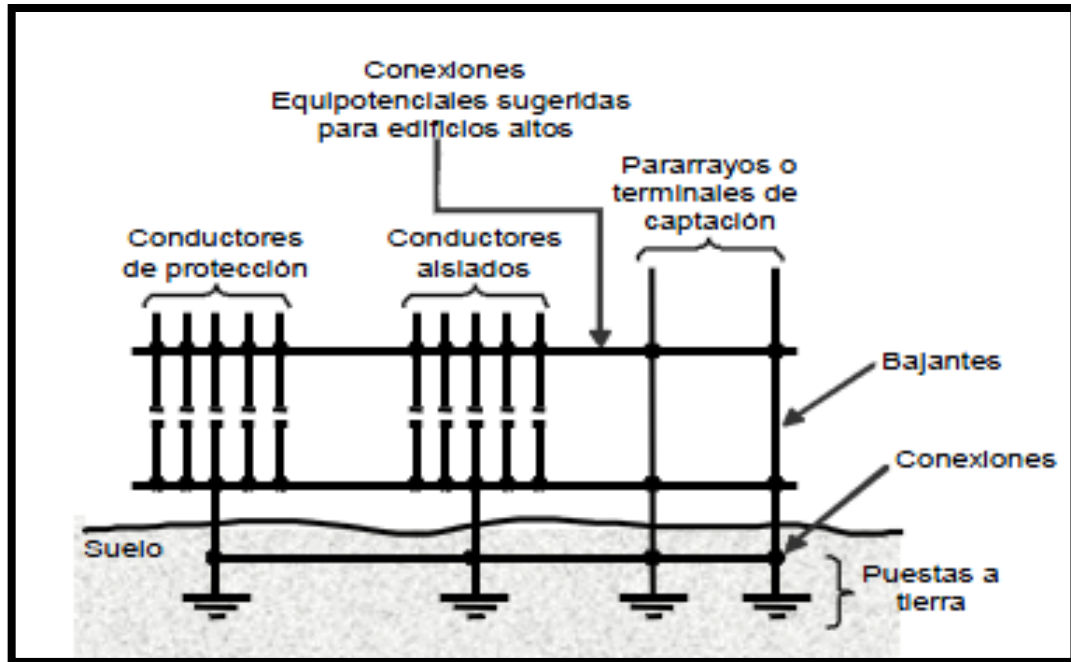
d. Para verificar que las características del electrodo de puesta a tierra y su unión con la red equipotencial cumplan con el presente reglamento, se deben dejar puntos de conexión accesibles e inspeccionables al momento de la medición.

Cuando para este efecto se construyan cajas de inspección, sus dimensiones internas deben ser mínimo de 30 cm x 30 cm, o de 30 cm de diámetro si es circular y su tapa debe ser removible, no aplica a los electrodos de líneas de transporte.

Para evitar el sobrecalentamiento de conductores, en sistemas trifásicos de instalaciones de uso final con cargas no lineales, los conductores de neutro deben ser dimensionados por lo menos al 173% de la corriente de fase según los lineamientos de las normas la **IEEE 519** o **IEEE1100**. Igualmente, se debe aceptar el dimensionamiento del conductor de neutro como se indica en la norma **IEC 60364-5- 52** (artículos 523, 524 y Anexo E), cuando se conocen con precisión las corrientes armónicas de tercer orden, que efectivamente circulen por el neutro. En todo caso en el diseño se debe hacer mención expresa de la norma utilizada.

e. Cuando por requerimientos de un edificio existan varias puestas a tierra, todas ellas deben estar interconectadas eléctricamente, según criterio adoptado de **IEC-61000-5-2**, tal como aparece en la Figura 4 (Figura 15.1, RETIE 2013).

Figura 4. Sistemas con puestas a tierra dedicadas e interconectadas.

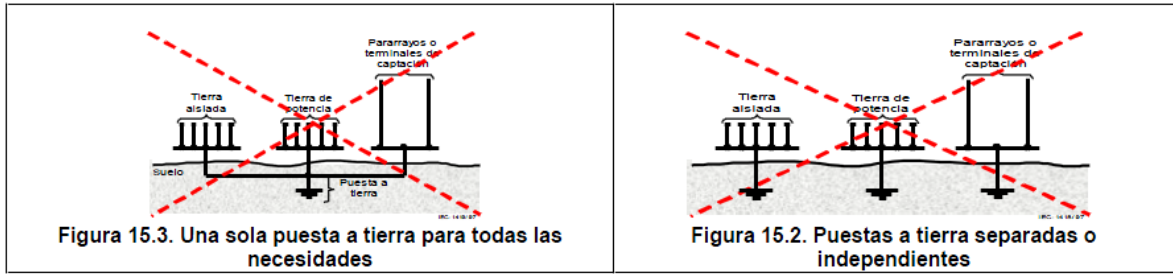


Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013. Figura 15.1.

La anterior Figura deja claro que se deben interconectar todas las puestas a tierra de un edificio, es decir, aquellas partes del sistema de puesta a tierra que están bajo el nivel del terreno y diseñadas para cada aplicación particular, tales como: Fallas a tierra de baja frecuencia, evacuación de electrostática, protección contra rayos o protección catódica. Esta interconexión puede hacerse por encima o por debajo del nivel del terreno.

f. Para un mismo edificio, quedan expresamente prohibidos los sistemas de puesta a tierra que aparecen en la Figura 5 (Figuras 15.2 y 15.3, RETIE 2013), según criterio adoptado de la **IEC 61000-5-2**, el cual está establecido igualmente en la **NTC 2050** y en la **IEC 60364**.

Figura 5. Equipotencialidad incorrecta de los SPT.



Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013. Figura 15.2 y 15.3.

g. No se deben superar los valores dados en la Tabla 5 (Tabla 15.1, RETIE 2013), que corresponden a la máxima tensión de contacto aplicada al ser humano (con una resistencia equivalente de 1000 Ω), la cual está dada en función del tiempo de despeje de la falla a tierra, de la resistividad del suelo y de la corriente de falla.

Estos son los valores máximos de soportabilidad del ser humano a la circulación de corriente y consideran la resistencia o impedancia promedio netas del cuerpo humano entre mano y pie, sin que se presenten perforaciones en la piel y sin el efecto de las resistencias externas adicionalmente involucradas entre la persona y la estructura puesta a tierra o entre la persona y la superficie del terreno natural. }

Para el cálculo se tuvieron en cuenta los criterios establecidos en la norma **IEEE 80**, tomando como base la siguiente ecuación, para un ser humano de 50 kg.

- Tensión de paso límite tolerable por un cuerpo de 50 kg. De peso corporal:

$$E_{p_{50}} = (1000 + 6C_s \rho_s) * \frac{0.116}{\sqrt{t_s}}$$

- Tensión de toque límite tolerable por un cuerpo de 50 kg. De peso corporal:

$$E_{t_{50}} = (1000 + 1.5C_s \rho_s) * \frac{0.116}{\sqrt{t_s}}$$

Dónde:

$R_B = 1000 \Omega \rightarrow$ Resistencia promedio del cuerpo humano

$I_B = \frac{0.116}{\sqrt{t_s}} \rightarrow$ Corriente tolerable por el cuerpo en función del tiempo [A]

$T_s \rightarrow$ Duración de choque (s)

$6C_s\rho_s = 2R_f \rightarrow$ Resistencia a tierra de los 2 pies separados 1 m
en serie sobre la superficie del suelo

$1.5C_s\rho_s = \frac{R_f}{2} \rightarrow$ Resistencia a tierra de los pies 2 pies juntos en serie sobre
la capa superficial

$R_B = \frac{\rho}{4b} \rightarrow$ Resistencia a tierra de un disco metálico de radio b ($b = 0.08$ m)

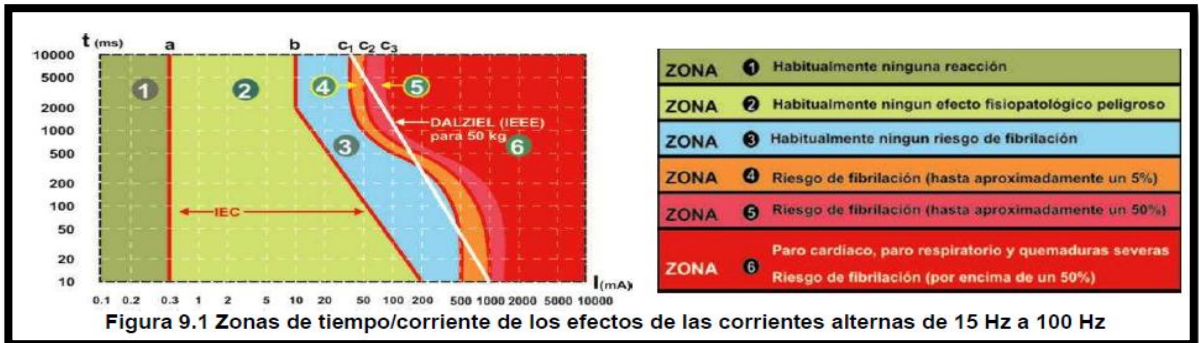
$C_s \rightarrow$ Factor de disminución de la capa superficial calculada con:

$$C_s = 1 - \frac{0.09 \left(1 - \frac{\rho}{\rho_s} \right)}{2h_s + 0.09}$$

$\rho_s \rightarrow$ Resistividad del material de la capa superficial

La columna dos de la Tabla 5, aplica a sitios con acceso al público en general y fue obtenida a partir de la norma **IEC 60479** y tomando la curva C1 de la Figura 6 (Figura 9.1, RETIE 2013), (probabilidad de fibrilación del 5%). La columna tres de la Tabla 5, aplica para instalaciones de media, alta y extra alta tensión, donde se tenga la presencia de personal que conoce el riesgo y está dotado de elementos de protección personal [9].

Figura 6. Zonas de tiempo/corriente de los efectos de las corrientes alternas de 15 hz a 100 Hz.



Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013. Figura 9.1

Tabla 5. Máxima tensión de contacto admisible para un ser humano.

Tiempo de despeje de la falla	Máxima tensión de contacto admisible (rmsc.a.) según IEC para 95% de la población. (Público en general)	Máxima tensión de contacto admisible (rmsc.a.) según IEEE para personas de 50 kg (Ocupacional)
Mayor a dos segundos	50 voltios	82 voltios
Un segundo	55 voltios	116 voltios
700 milisegundos	70 voltios	138 voltios
500 milisegundos	80 voltios	164 voltios
400 milisegundos	130 voltios	183 voltios
300 milisegundos	200 voltios	211 voltios
200 milisegundos	270 voltios	259 voltios
150 milisegundos	300 voltios	299 voltios
100 milisegundos	320 voltios	366 voltios
50 milisegundos	345 voltios	518 voltios

Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013.

2.8 MEDICIONES DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Como lo estipula el RETIE, la resistencia de puesta a tierra es fundamental y debe ser medida antes de poner en funcionamiento los sistemas eléctricos. Esta medición debe realizarse como parte de la rutina de mantenimiento o como parte de la verificación que se debe llevar a cabo en los sistemas de puesta a tierra.

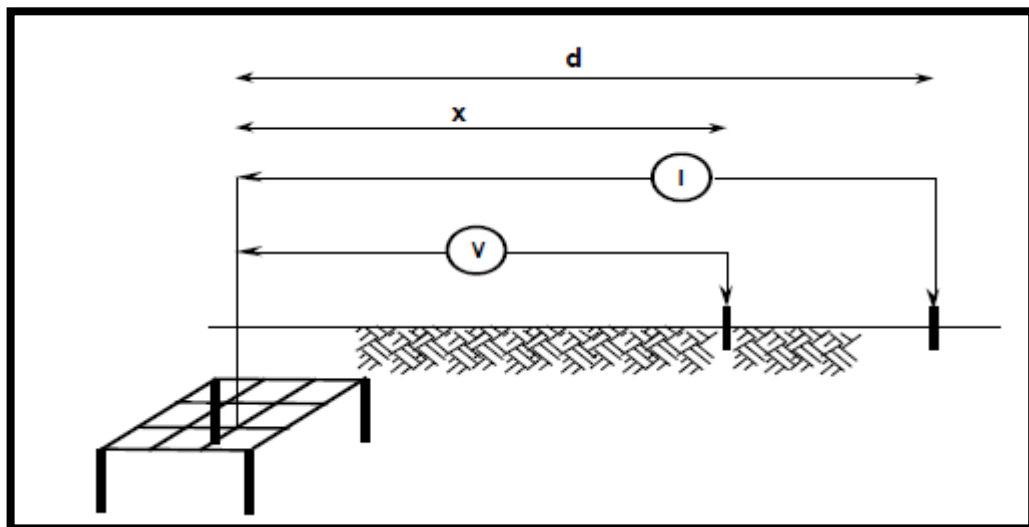
2.8.1 Resistencia de puesta a tierra.

Para efectuar la medición de la resistencia de puesta a tierra, se analizan varios métodos de aplicación. El método más adecuado para llevar a cabo las medidas para este proyecto es el de la caída de potencial estipulado en el RETIE 2013. Este método presenta una alta eficiencia, sus resultados son bastante confiables y además de ello, es un método muy fácil de realizar.

A continuación se presenta con detalle el montaje y lo que se debe realizar en el método de la caída de potencial, estipulado en el RETIE 2013:

La disposición de montaje del método de Caída de Potencial se muestra en la Figura 7 (Figura 15.5, RETIE 2013).

Figura 7. Esquema de medición de resistencia de puesta a tierra.



Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013. Figura 15.5

En donde,

- d es la distancia de ubicación del electrodo auxiliar de corriente, la cual debe ser cinco (5) veces la mayor dimensión de la puesta a tierra a medir, para lograr una precisión del 95% (según **IEEE 81**).

- **X** es la distancia del electrodo auxiliar de potencial.

La resistencia de puesta a tierra en ohmios, se calcula de acuerdo con V/I .

El valor de resistencia de puesta a tierra que se debe tomar al aplicar este método, es cuando la disposición del electrodo auxiliar de tensión se encuentra al 61,8 % de la distancia del electrodo auxiliar de corriente, siempre que el terreno sea uniforme. Igualmente, se podrán utilizar otros métodos debidamente reconocidos y documentados en las normas y prácticas de la ingeniería [9]

2.8.1.1 Equipo para medición de resistencia de puesta a tierra En la medición de resistencia de puesta a tierra se utiliza el equipo llamado telurómetro, el cual tiene las siguientes características.

Modelo: MI-2088 [7]: Medidor de resistencia de puesta a tierra y resistividad con jabalinas o con pinzas (sin jabalinas), Megóhmetro de 50 V a 1000 V. Continuidad de conductores de protección. Voltímetro hasta 600 Vcc /ca. Amperímetro (con pinza opcional A1018). Buzzer de continuidad. Memoria hasta aproximadamente 1000 mediciones. Interface RS232. Apagado automático. Alimentación: 4 baterías de 1,5 V. Provisto con software, puntas de prueba, estuche y manual de uso. (Opcionales para medición de puesta a tierra sin jabalinas: agregar pinzas A1018 y A1019). Ver Figura 8.

Figura 8. Telurómetro.



Fuente: Equipo medición de resistencia de puesta a tierra: "Telurómetro metrel MI-2088" [7].

2.8.2 Medición de equipotencialidad del sistema de puesta a tierra. Este método consiste en escoger un punto de referencia para conectar una de las terminales del equipo de medida, luego se debe conectar la otra terminal a un punto donde se quiera saber si esta equipotencializado respecto al punto de referencia. Cuando se haya realizado esta conexión se ubica la perilla del equipo en la escala mayor para evitar daños en el micróhometro, posteriormente se energiza, para que muestre la medida en ohm [Ω] o mili ohm [$m\Omega$]. Después se repite el proceso con el mismo punto de referencia y lo único que se cambia es el punto a medir.

2.8.2.1 Equipo para medición de equipotencialidad. El equipo trabaja midiendo la resistencia que existe entre el punto de referencia y el punto a medir, donde el equipo realiza una corrección de resistencia propia del conductor que hay entre los dos puntos. Por último se debe tener en cuenta que para considerar si el punto equipotencial cumple, el valor de resistencia debe ser menor a los 50 $m\Omega$, de lo contrario se determina que la conexión entre esos dos puntos no está en buenas condiciones o no existe conexión [7]. El equipo utilizado fue el *Micróhometro CHAUVIN ARNOUX CA6240* que se observa en la figura 9.

Figura 9. Equipo para medición de equipotencialidad



Fuente: Equipo medición de equipotencialidad: "Micróhmetro CHAUVIN ARNOUX CA6240" [14].

2.8.3 Método empleado para la medición de tensiones de paso y de contacto.

Las tensiones de contacto y de paso pueden ser origen de posibles acontecimientos en un sistema eléctrico como lo son rayos atmosféricos, fallas a tierra, fallas de aislamiento, violación de distancias de seguridad, violación de áreas restringidas, entre otras. Para evitar los posibles daños que se pueden presentar en el sistema eléctrico debido a estas fallas mencionadas, se tienen medidas de protección como: sistemas de puesta a tierra de baja resistencia, restricción de acceso, alta resistividad del suelo y conexiones equipotenciales.

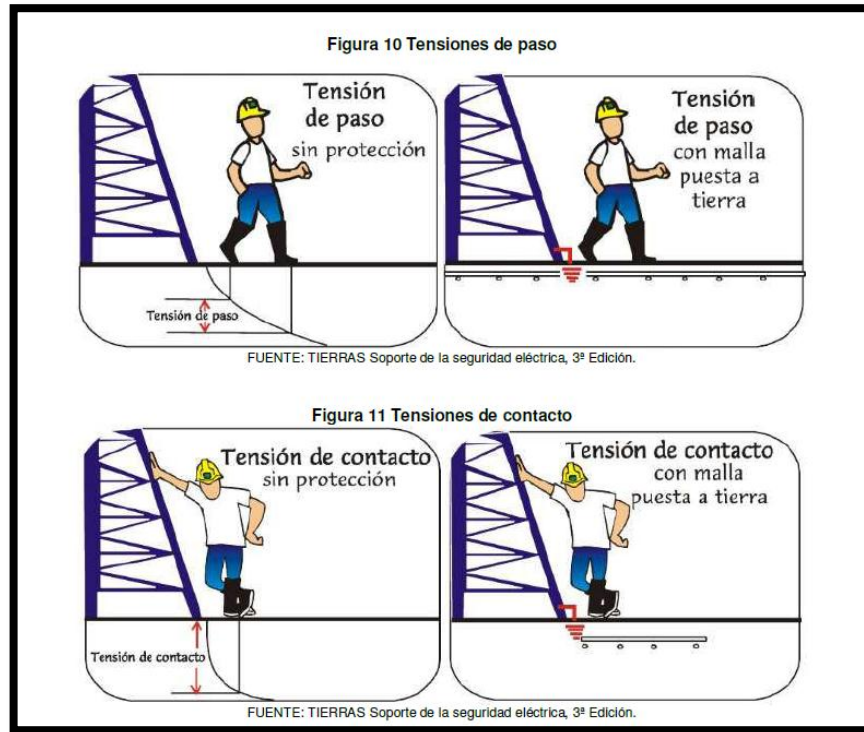
Las medidas para el cálculo de tensiones de paso y de toque son necesarias en una subestación de alta y extra alta tensión, pero se deben calcular cuando se realiza el diseño para cualquier subestación, con el fin de comprobar si los valores de la subestación se encuentran dentro de los límites exigidos por el RETIE 2013. En el presente proyecto, estas medidas se realizan con el fin de verificar si están cumpliendo con las exigencias puesto que no se cuenta con diseño de las subestaciones a evaluar.

Las medidas de tensiones de paso y de contacto se llevan a cabo según los criterios adoptados de la norma **IEEE-81.2** o de la norma técnica **IEC 61936-1**.

A continuación se presentan los pasos a seguir para ejecutar estas medidas:

- a.** Las mediciones se deben hacer preferiblemente en la periferia de la instalación de la puesta a tierra. Se emplearán fuentes de alimentación de potencia o generador de impulsos, adecuados para simular una corriente de falla, de forma que la corriente inyectada sea suficientemente alta, a fin de evitar que las medidas queden erróneas como consecuencia de corrientes espurias o parásitas circulantes por la malla de puesta tierra.
- b.** Para subestaciones, deben medirse hasta un metro por fuera del encerramiento y en el caso de torres o postes a un metro de la estructura.
- c.** Se debe procurar que la corriente inyectada sea del 1% de la corriente para la cual ha sido dimensionada la instalación y no inferior a 50A.
- d.** Los electrodos de medida para simulación de los pies, deben tener cada uno una superficie de 200 cm² y ejercer sobre el suelo una fuerza de 250 N.
- e.** Los cálculos para determinar las tensiones máximas posibles, se harán asumiendo que existe proporcionalidad.
- f.** Se aceptan otros métodos de medición siempre y cuando estén avalados por normas técnicas internacionales, regionales, de reconocimiento internacional o NTC; en tales casos, quien utilice dicho método dejará constancia escrita del método utilizado y la norma aplicada [9].

Figura 10. Tensiones de paso, de contacto y diferenciales toleradas por el cuerpo.



Fuente: CASAS OSPINA, Favio. TIERRAS Soporte de la seguridad eléctrica, 3ª Edición.

Realizando los circuitos equivalentes para las tensiones de paso y de contacto, utilizando una resistencia del cuerpo humano de 1000 Ω y sustituyendo las constantes apropiadas en cada caso y los valores de corriente tolerable se obtiene:

Tensión de paso para un cuerpo con peso de 50 kg:

$$E_{step50} = \frac{116 + 0,7\rho}{\sqrt{t}}$$

Tensión de contacto para un cuerpo con peso de 50 kg:

$$E_{touch50} = \frac{116 + 0,17\rho}{\sqrt{t}}$$

Tensión de contacto metal-metal o diferencial para un cuerpo con peso de 50 kg:

$$Emm - touch50 = \frac{116}{\sqrt{t}}$$

En donde:

- ρ : es la resistividad de la superficie del material en $\Omega.m$. (Cero para el contacto metal-metal).
- t : es la duración del choque en segundos [2].

2.8.3.1 Equipo para medición de tensión de paso y tensión de contacto.

La característica principal de este equipo es que inyecta una corriente a la malla hasta de 100 [A] y su forma de conexión es similar a la configuración que se utiliza en la medición de resistencia de puesta a tierra.

Tabla 6. Ficha técnica generador de salidas.

CPC 100						
Generador / Salidas						
Salidas de corriente						
Rango	Amplitud	$t_{máx}^{-1}$	$V_{máx}^{-2}$	Potencia $_{máx}^{-2}$	f	
800 A CA ³	0 a 800 A	25 s	6,0 V	4800 VA	15 a 400 Hz	
	0 a 400 A	8 min.	6,4 V	2560 VA	15 a 400 Hz	
	0 a 200 A	> 2 h	6,5 V	1300 VA	15 a 400 Hz	
6 A CA ¹⁰	0 a 6 A	> 2 h	55 V	330 VA	15 a 400 Hz	
3 A CA ¹⁰	0 a 3 A	> 2 h	110 V	330 VA	15 a 400 Hz	
400 A CC	0 a 400 A	2 min.	6,5 V	2600 VA	CC	
	0 a 300 A	3 min.	6,5 V	1950 VA	CC	
	0 a 200 A	> 2 h	6,5 V	1300 VA	CC	
6 A CC ¹⁰	0 ... 6 A	> 2 h	60 V	360 VA	CC	
2000 A CA ³ con un amplificador de corriente opcional (CP CB2)						

Fuente: Equipo para medición de tensiones de paso y contacto: “Generado de salidas o equipo de inyección CPC-100” [10].

Características equipo de medición [10]:

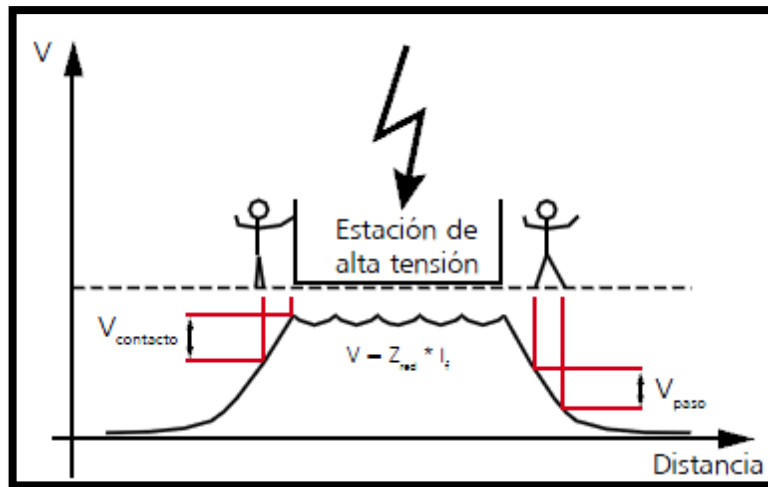
Los fallos que se pueden presentar en el sistema eléctrico, generan aumentos en las tensiones de las zonas circulantes, produciendo tensiones de paso y de toque.

Estas tensiones de paso y de toque, pueden llegar a ser considerables y de alto riesgo eléctrico para la vida de los seres vivos, razón por la cual son indispensables los sistemas de puesta a tierra ya que principalmente ayudan a garantizar la seguridad en las zonas que presentan mayor vulnerabilidad.

A continuación se presenta el método de prueba convencional utilizado por el equipo CPC 100 mostrado anteriormente, para las medidas de tensiones de paso y contacto.

Los métodos de prueba convencionales que utilizan frecuencias del sistema de potencia necesitan una gran cantidad de potencia y métodos complicados para solucionar los problemas de interferencia. Mediante la variación de la frecuencia y la utilización del filtrado digital de banda estrecha con las unidades CPC 100 y CP CU20, se reduce al mínimo la necesidad de potencia y el peso del equipo. Ver Figura 10.

Figura 11. Tensiones de paso y de contacto.



Fuente: Equipo para medición de tensiones de paso y contacto: "Generado de salidas o equipo de inyección CPC-100" [10].

Impedancia de tierra de la red: Utilizando el método de corriente-tensión, el reto de unas buenas mediciones de impedancia de tierra (Z_{red}) es inyectar suficiente corriente de medición en el suelo en un lugar remoto y medir el aumento de la tensión causada por la inyección – y no por ninguna otra corriente de la tierra. El sistema de pruebas CPC 100 y CP CU1 responde a este reto. Inyecta corriente en el suelo a frecuencias distintas a las de la red en una estación remota a través de las líneas eléctricas existentes. A continuación, selectivamente mide el aumento de tensión en las frecuencias utilizadas.

Las mediciones se efectúan conforme a normas internacionales como DIN VDE 0101, CENELEC HD637S1, IEEE 80-2000 e IEEE 81-1983.

Tensiones de contacto y de paso: Las tensiones de paso y de contacto ($V_{contacto}$ y V_{paso}) de la estación local se pueden medir con la misma unidad CPC 100 o más cómodamente con el voltímetro de mano selectivo CP AL1, que minimiza el cableado [10].

Las tensiones de paso y de contacto ($V_{contacto}$ y V_{paso}) de la estación local se pueden medir con la misma unidad CPC 100 o más cómodamente con el voltímetro de mano selectivo CP AL1. Este voltímetro CP AL1, es un dispositivo de medición de mano que se usa para medir los potenciales de paso y de contacto alrededor de las zona de la subestación. Con el dispositivo CP AL1 pueden evitarse cables de medición extremadamente largos [10].

3. EVALUACIÓN DE NO CONFORMIDADES CON EL RETIE 2013 Y LA NTC 2050

En este capítulo se contemplan todas las exigencias y recomendaciones establecidas en el RETIE 2013 y en la NTC 2050 necesarias para la evaluación de cada uno de los edificios seleccionados del campus central de la Universidad Industrial de Santander. Con cada uno de estos artículos y secciones se elabora el formato de no conformidades para la verificación de tablero eléctricos, transformadores, y bóvedas presentes en cada una de las instalaciones eléctricas estudiadas.

3.1 VERIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

El presente proyecto se basa en el estudio de los sistemas eléctricos y específicamente en los tableros generales, y sistemas de puesta a tierra (SPT). Para el caso de los edificios que poseen subestación, se realiza la verificación de las bóvedas del transformador, el cuarto del transformador, celdas y cuartos en general. No se tienen en cuenta las instalaciones internas.

Para la verificación de las instalaciones eléctricas mencionadas anteriormente, se evalúa el montaje de los diversos equipos, elementos de los tableros generales, tableros de distribución y los diferentes barrajes, además del cumplimiento de la equipotencialidad en las bóvedas de los transformadores y la equipotencialidad en los cuartos del sistema eléctrico. Es de suma importancia que las numerosas conexiones, usos adecuados de elementos y equipos utilizados en las instalaciones cumplan con lo estipulado en la norma NTC 2050 y el reglamento RETIE 2013.

A continuación se presentan los artículos del RETIE 2013 y las secciones de la NTC 2050, los cuales son recomendados por los expertos en el tema de inspecciones (CERTIRETIE), estos deben exigirse en las instalaciones eléctricas y se deben presentar las respectivas certificaciones exigidas por los operadores de red para el suministro de energía eléctrica. Los edificios del presente proyecto se evaluarán por medio de estos artículos.

3.1.1 Conectores, terminales y empalmes para conductores eléctricos

Para evitar que exista par galvánico en las instalaciones eléctricas específicamente dentro de los tableros, gabinetes, armarios, bóvedas entre otros, se evalúan los conectores, empalmes y terminales usados como elementos de conexión y fijación. Además de ello, también se verifican los terminales donde se presente contacto entre un terminal y un conductor, que puedan generar corrosión y que puedan deteriorar los materiales utilizados en las instalaciones de los edificios evaluados en este proyecto.

3.1.2 Requisitos de los materiales instalados

Para obtener instalaciones eléctricas confiables y seguras que no presenten par galvánico ni presenten deterioros, se deben cumplir diferentes requisitos.

Entre estos requisitos, es importante tener en cuenta que no se debe permitir la unión entre conductores y terminales de materiales que no sean compatibles entre sí. Por ejemplo, es muy común ver en las instalaciones la conexión entre materiales de cobre con materiales de aluminio, lo cual no se debe presentar ya que con el tiempo se presenta corrosión en los materiales.

Por esta razón es importante tener en cuenta los requisitos de los productos utilizados, los cuales se presentan en el anexo F del presente proyecto y están establecidos en el artículo 20.12.1 del RETIE 2013.

3.1.3 Requisitos de instalación eléctrica. En una instalación eléctrica, es importante que al momento de unir los materiales o elementos se utilicen conectores a presión o soldadura exotérmica que permita fijar adecuadamente las conexiones.

La norma permite que se utilicen distintos elementos para evitar la corrosión, pero estos no deben alterar la conductividad y el aislamiento de los materiales de las instalaciones.

En el anexo F, se presenta al artículo 20.12.2 del RETIE 2013 el cual trata de los requisitos de instalación de conectores, terminales, y empalmes para conductores eléctricos.

3.1.4 Aisladores eléctricos de la instalación.

Los aisladores eléctricos en los transformadores deben cumplir con los requerimientos de las subestaciones tipo interiores, ya que en el presente proyecto todas las subestaciones son de este tipo.

Los aisladores más utilizados son de porcelana, vidrio, resina epóxica y esteatita. Los aisladores deben soportar los esfuerzos mecánicos a los que son sometidos teniendo en cuenta las condiciones más desfavorables, así como también deben soportar las cargas máximas que se presentan durante eventos de máxima demanda con el objetivo que no se produzca ningún tipo de flameo, fisura o de ruptura en ellos.

El artículo 20.1 del RETIE 2013 habla sobre los aisladores eléctricos y por esta razón es presentado en el anexo F del presente proyecto.

3.1.4.1 Requisitos generales de los aisladores eléctricos. Los requisitos exigidos para evaluar el debido cumplimiento de los aisladores eléctricos en los

transformadores se encuentran en el artículo 20.1.1 del RETIE 2013. Este artículo es presentado también en el anexo F ya que se considera necesario para la elaboración de los formatos de no conformidad.

3.1.5 Requisitos de las partes conductoras de corriente.

Las partes conductoras de corriente en los tableros generales, tableros de regulación, tableros de aires, tableros de distribución, gabinetes, armarios y en los cuartos de los transformadores de estudio del presente proyecto se evalúan utilizando el artículo 20.23.1.2 del RETIE 2013.

Con este artículo, se verifica que las partes conductoras sean de material de plata, aleación de plata, cobre o aleación de cobre, y en el caso que se utilice otro material como el hierro o el acero se tomara como no conformidad. Además, se verifica que los barrajes energizados estén fijos y rígidamente sujetos a la estructura o carcasa donde se encuentren montados, si se observan partes sueltas, débiles y tornillos en material que no tengan recubrimiento de bronce también se considera como no conformidad.

En el artículo 20.23.1.2.b-h se especifican revestimientos de otro tipo de materiales permitidos para este trabajo, así como la puesta a tierra de las partes externas.

3.1.6 Requisitos de los terminales utilizados para alambrado

Para llevar una valoración más completa en los tableros que son objeto de estudio de este proyecto, se verifica el tipo de alambrado que se lleva a cabo en cada uno de ellos.

Los tipo de alambrado que presenten algunos de los siguientes casos se valoran como no conformidad: no presenta una conexión por medio de tornillos de sujeción a presión, se utiliza la conexión tipo peines en la parte eléctrica, los

conductores de neutro y de tierra no presentan un terminal de salida para cada circuito, y no se presenta barrajes aislados para neutro y tierra.

Además de lo anterior, se debe verificar que el puente equipotencial este en el tablero principal y el alambrado cumpla con el código de colores. Esta evaluación descrita anteriormente se hace con el apoyo del artículo 20.23.3 del RETIE 2013 el cual presenta en el anexo F.

3.1.7 Exigencias de los equipos en uso

Para la valoración de los equipos utilizados en las subestaciones y en la parte de los tableros eléctricos, se tiene en cuenta la presentación de un rótulo o una breve descripción referente a cada uno de los equipos en uso. Esta descripción debe llevar información de su adecuada instalación, su durabilidad, los espacios para los bucles de cables y las conexiones, el aislamiento eléctrico, los valores nominales, el arco eléctrico, entre otros.

Para la elaboración de esta verificación se utiliza la sección 110-3 de la norma NTC 2050 la cual se presenta en el anexo F del presente proyecto.

3.1.8 Materiales de los conductores

Se debe comprobar que los conductores sean de cobre, si en caso dado no cumplen con este tipo de material se verifica que el conductor cumpla con el calibre adecuado conforme a su equivalencia en corriente.

3.1.9 Condición del aislamiento de los conductores eléctricos

Se debe garantizar que las instalaciones eléctricas no presenten ningún tipo de inconsistencia que pueda provocar cortocircuito, además las conexiones de tierra no deben ser más de lo estipulado en la sección 250 de la NTC 2050.

3.1.10 Métodos de alambrado utilizados

Se verifican los métodos de alambrado utilizados en cada una de las instalaciones, estos métodos son evaluados dependiendo del tipo de instalación que se esté valorando en cada caso.

3.1.11 Agentes deteriorantes en las instalaciones.

En el caso de este proyecto, donde las instalaciones son de tipo interior y teniendo en cuenta que son edificaciones que ya pasaron por la etapa de construcción, se realiza la valoración de agentes deteriorantes por falta de mantenimiento, por lugares no aptos para las diferentes instalaciones, por poca limpieza, por humedad, por temperaturas, entre otros.

Para esto, se utiliza la sección 110 de la NTC 2050, presentada en el anexo F de este proyecto.

3.1.12 Montaje de los equipos

Para los montajes de los equipos utilizados en las instalaciones eléctricas, como los armarios, gabinetes, celdas, entre otros, se debe verificar que estén firmemente fijos y rígidos.

En el caso de los transformadores, no se deben utilizar tacos de madera en agujeros en mampostería, hormigón, yeso o materiales similares. Para la valoración de los equipos, se utiliza la sección 110-13 NTC 2050, la cual se encuentra en el anexo F del presente proyecto.

3.1.13 Características y exigencias de conexiones eléctricas

Para llevar a cabo la valoración en las conexiones eléctricas hechas en cada uno de los edificios de estudio, se debe tener en cuenta que existen distintos tipos de materiales para implementar las debidas conexiones, como lengüetas soldadas, terminales a presión o conectores a presión.

No se aprueba combinar los distintos materiales como por ejemplo cobre y aluminio, cobre y aluminio revestido de cobre o aluminio y aluminio revestido de cobre. Además las conexiones en los terminales deben estar bien conectadas y ajustadas sin dañar los conductores. Para la valoración de los empalmes se debe verificar que las uniones se hagan con empalmes identificados para su uso o con soldadura de bronce, y se debe cubrir con aislante equivalente al de los conductores.

Para todos estos casos se tiene en cuenta la sección 110-14 NTC 2050. Ver anexo F.

3.2 VERIFICACIÓN DE LOS TABLERO ELÉCTRICOS

Los tableros generales, tableros de distribución y armarios en las instalaciones eléctricas de la Universidad Industrial de Santander se evalúan con el reciente reglamento RETIE 2013 y la NTC 2050.

Los requisitos que se valoran son los de instalación y construcción, además se verifica el estado de operación de las protecciones, las señales de seguridad, el código de colores, los calibres de los conductores, el estado en el que se encuentran los lugares donde están instalados los tableros así como los requisitos generales que se necesitan para obtener una buena operación de los sistemas eléctricos. En esta última parte se verifican los barrajes de las fases, los barrajes del SPT y barrajes de neutro, los diferentes aisladores, los métodos de alambrado, la seguridad entre otros.

Los artículos del RETIE 2013 y las secciones de la NTC 2050 son establecidos y recomendados por los expertos en el tema de inspecciones (CERTIRETIE). Estos artículos se toman teniendo en cuenta las exigencias establecidas por los operadores de red a la hora de obtener la certificación para el suministro de la

energía eléctrica a cada una de las instalaciones. A continuación se presentan los artículos con los cuales se realiza el formato de no conformidades para los tableros eléctricos de los diferentes edificios del campus universitario.

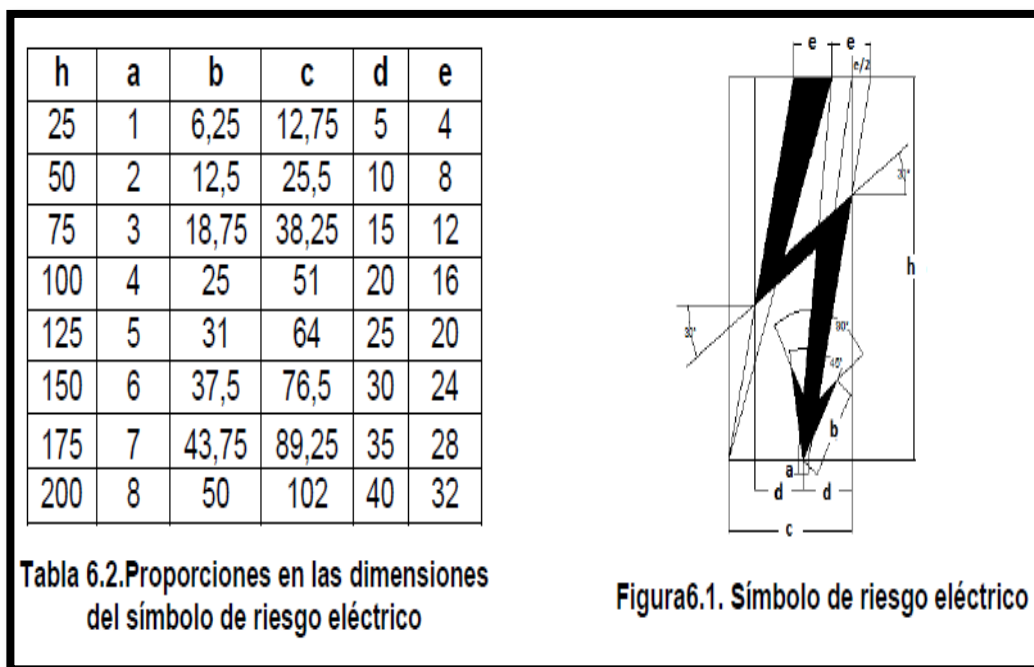
3.2.1 Objeto en los tableros eléctricos

Verificar que los tableros se encuentren en un óptimo estado para su debido funcionamiento y prevenir los posibles riesgos que se pueden presentar por falta de cumplimiento de las exigencias estipuladas por el RETIE 2013.

3.2.2 Símbolo de riesgo eléctrico

En todas las instalaciones eléctricas que presente riesgo eléctrico se debe colocar el símbolo eléctrico con las dimensiones que se exigen en el artículo 6.1.1 de la norma NTC 2050.

Figura 10. Símbolo y proporciones en las dimensiones del símbolo del riesgo eléctrico.



Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013. Tabla

6.2y Figura 6.1.

3.2.3 Clasificación de las señales de seguridad

Las señales de seguridad que se deben instalar en los lugares de los edificios de estudio donde se presente riesgo eléctrico, se deben clasificar en señales de advertencia o precaución, de prohibición, de obligación, de información y de salvamento o socorro como lo dice el artículo 6.2.2 RETIE 2013.

Para la evaluación de las señales de seguridad, se deben aplicar las formas geométricas y los colores de la Tabla 7 (Tabla 6.3, RETIE 2013).

Tabla 7. Clasificación y colores para las señales de seguridad.

Tipo de señal de seguridad	Forma Geométrica	Color			
		Pictograma	Fondo	Borde	Banda
Advertencia o precaución	Triangular	Negro	Amarillo	Negro	-
Prohibición	Redonda	Negro	Blanco	Rojo	Rojo
Obligación	Redonda	Blanco	Azul	Blanco o Azul	-
Información contra incendios	Rectangular o cuadrada	Blanco	Rojo	-	-
Salvamento o socorro	Rectangular o cuadrada	Blanco	Verde	Blanco o verde	-

Fuente: Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013. Tabla 6.3.

3.2.4 Código de colores para conductores de los tableros

Para la verificación de los tableros eléctricos, es de suma importancia evaluar el código de colores para evitar que se presenten confusiones entre las fases y los tipos de niveles de tensión como se establece en las Tablas 8 y 9 (Tabla 6.5 y 6.6, RETIE 2013) según corresponda.

La aprobación se da cuando los cables cumplan con el color propio del aislamiento o con una marcación visible con pintura, cinta o rótulos adhesivos del color correspondiente. El código de colores se debe aplicar a los conductores de las fases, conductores de neutro, conductores de puestas a tierras y de igual manera a los respectivos barrajes.

Tabla 8. Código de colores para conductores c.a.

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

Fuente: Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013. Tabla 6.5.

Tabla 9. Código de colores para conductores c.c.

Sistema c.c.	TN-S	TN-S	TN-C	TN-C	T-T	T-T
Tensión nominal (voltios)	Hasta 125	Hasta 125	Hasta 125	Hasta 125	Hasta 125	Hasta 125
Conductor positivo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo	Rojo
Conductor negativo	Blanco	Azul	Blanco	Azul	Blanco	Azul
Conductor medio	No aplica	Blanco	No aplica	Blanco	No aplica	Blanco
Tierra de protección	Verde o Verde/ amarillo	Verde o Verde/ amarillo	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

Fuente: Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013. Tabla 6.6.

En los circuitos ramales derivados de los tableros eléctricos trifásicos, el conductor de la fase debe ser marcado del color correspondiente a la fase según el sistema trifásico de donde provenga. De igual manera se debe aplicar a los circuitos ramales bifásicos. No se debe utilizar el blanco ni el verde para las fases.

3.2.5 Diseño de las instalaciones eléctricas (cálculo económico).

Se verifica que todas las instalaciones tengan un diseño realizado por una persona competente. Los detalles y la complejidad del diseño dependerán del tipo de instalación que se valore en cada caso. Se deben tener en cuenta los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de energía.

El cálculo económico se evalúa por medio del artículo 10.1 RETIE 2013. Ver anexo F.

3.2.6 Pérdidas no aceptadas por diseños incorrectos

Las instalaciones deben tener un diseño que permita minimizar pérdidas y este diseño se debe reflejar en cada montaje. En las instalaciones donde a simple vista se observen no conformidades, ya sea por conductores mal dimensionados o por que se presenta discrepancia entre ellos, se evaluara detenidamente el artículo 10.7 RETIE 2013.

3.2.7 Distancias mínimas para trabajos en partes energizadas

Es de suma importancia verificar y medir las distancias de seguridad en las partes energizadas para comprobar si cumplen con las distancias mínimas estipuladas en la Tabla 10 y Tabla 11 (Tablas 13.7 o 13.8, RETIE 2013) y la Figura 12 (Figura 13.4, RETIE 2013) presentadas a continuación.

Con el cumplimiento de estas distancias se pretende garantizar la seguridad y prevenir lesiones al personal que trabaja dentro de las instalaciones de los edificios.

Tabla 10. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna.

Tensión nominal del sistema (fase – fase)	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
50 V – 300 V	3,0	1,0	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 750 V	3,0	1,0	0,30	0,025
751 V – 15 kV	3,0	1,5	0,7	0,2
15,1 kV – 36 kV	3,0	1,8	0,8	0,3
36,1 kV – 46 kV	3,0	2,5	0,8	0,4
46,1 kV – 72,5 kV	3,0	2,5	1,0	0,7
72,6 kV – 121 kV	3,3	2,5	1,0	0,8
138 kV – 145 kV	3,4	3,0	1,2	1,0
161 kV – 169 kV	3,6	3,6	1,3	1,1
230 kV – 242 kV	4,0	4,0	1,7	1,6
345 kV – 362 kV	4,7	4,7	2,8	2,6
500 kV – 550 kV	5,8	5,8	3,6	3,5

Tabla 13.7. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente alterna

Fuente: Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013. Tabla 13.7.

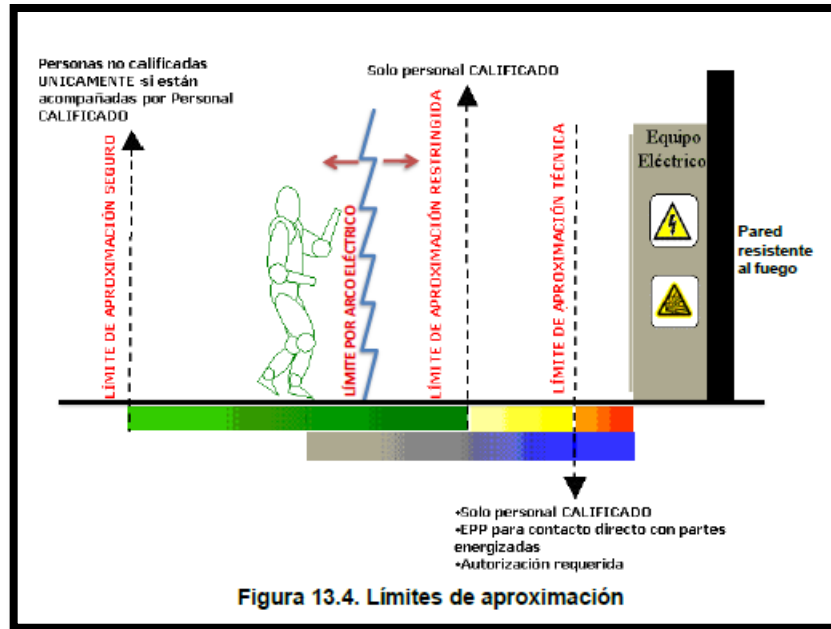
Tabla 11. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente continua.

Tensión nominal	Límite de aproximación seguro [m]		Límite de aproximación restringida (m) Incluye movimientos involuntarios.	Límite de aproximación técnica (m)
	Parte móvil expuesta	Parte fija expuesta		
100 V – 300 V	3,0 m	1,0 m	Evitar contacto	Evitar contacto
301 V – 1 kV	3,0 m	1,0 m	0,3 m	25 mm
1,1 kV – 5 kV	3,0 m	1,5 m	0,5 m	0,1 m
5,1 kV – 15 kV	3,0 m	1,5 m	0,7 m	0,2 m
15,1 kV – 45 kV	3,0 m	2,5 m	0,8 m	0,4 m
45,1 kV – 75 kV	3,0 m	2,5 m	1,0 m	0,7 m
75,1 kV – 150 kV	3,3 m	3,0 m	1,2 m	1,0 m
150,1 kV – 250 kV	3,6 m	3,6 m	1,6 m	1,5 m
250,1 kV – 500 kV	6,0 m	6,0 m	3,5 m	3,3 m
500,1 kV – 800 kV	8,0 m	8,0 m	5,0 m	5,0 m

Tabla 13.8. Distancias mínimas para trabajos en o cerca de partes energizadas en corriente continua.

Fuente: Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013. Tabla 13.8.

Figura 11. Límites de aproximación.



Fuente: Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013. Figura 13.4.

3.2.8 Requisitos generales del sistema de puesta a tierra

Para la información del Artículo 15.1: *Requisitos generales del sistema de puesta a tierra del RETIE 2013*, remitirse al capítulo 2, *SISTEMA DE PUESTA A TIERRA (SPT)* del presente proyecto.

3.2.9 Revisión de los contactores

Estos elementos deben presentar una conexión adecuada y fija que garantice la corriente a través de ellos y que permita así obtener una conmutación confiable.

El montaje de los contactores deben soportar fallas eléctricas, cortocircuitos, sobrecargas, sobretensiones para mantener una vida útil. Los dispositivos de control deben cumplir con los siguientes requisitos:

- a. Aumento de la temperatura.
- b. Propiedades dieléctricas.

- c. Capacidad de cierre y apertura.
- d. Límites operativos.
- e. Grado de protección IP o su equivalente NEMA.
- f. Tensión nominal, de aislamiento y de impulso.
- g. Corriente nominal de funcionamiento correspondiente a cada categoría de utilización.
- h. Frecuencia nominal.
- i. Marcación y rotulado.

3.2.10 Interruptores automáticos de baja tensión

Para llevar a cabo la verificación de los interruptores automáticos de baja tensión, el RETIE 2013 adopta las normas NTC 2116, NTC-IEC 947-2, IEC 60898 y UL 489. Para asunto de este proyecto, tan solo se toman en cuenta los requisitos estipulados por el artículo 20.16.2 del RETIE 2013. Ver anexo F.

3.2.11 Tableros eléctricos y celdas

Para utilidad del presente proyecto se define tablero a todo mecanismo de uso eléctrico como los armarios, los gabinetes y las cajas de baja tensión.

En las subestaciones eléctricas se encuentran tableros de regulación, tableros de aires, tableros de distribución y tableros principales, estos últimos deben tener las protecciones principales o totalizadores y además se debe verificar que presenten el puente equipotencial entre el neutro y la tierra.

3.2.12 Clasificación tableros de baja tensión

Los tableros de baja tensión se clasifican según la Tabla 12 (Tabla 20.12, RETIE 2013) y de acuerdo con su tipo deben cumplir los requisitos que le apliquen, los cuales fueron adaptados de las normas relacionadas.

Tabla 12. Normas de referencia para realizar pruebas de los tableros.

TIPO DE TABLERO	NORMA IEC	NORMA UL	NTC
De distribución	60439-3 61439 -1/3	67	3475 2050
De potencia	60439-1 61439-1 /2	891 508	3278
Para instalaciones temporales	60439-4 61439- 1/4		3278 2050
Para redes de distribución pública.	60439-5 61439-1/5		3278 2050

Tabla 20.12. Normas de referencia para realizar pruebas de los tableros

Fuente: Fuente: Reglamento técnico de instalaciones eléctricas, actualización 2013. Tabla 20.13.

Los tableros de distribución pueden contener interruptores automáticos enchufables (Plug in) o tipo atornilladle (Bolton).

3.2.13 Requisitos de los gabinetes o armarios

Los armarios y gabinetes utilizados como tableros eléctricos en las instalaciones de los edificios deben cumplir con los requisitos que se estipulan en el RETIE 2013. Para la verificación de los gabinetes y armarios del presente proyecto se toman los siguientes requisitos los cuales son de suma importancia para dar una adecuada valoración:

- 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.
- b.** Tanto la envolvente como la tapa de un tablero, debe ser construido en lámina de acero, cuyo espesor y acabado debe resistir los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos, para los que fue diseñado.
- c.** El encerramiento del tablero de distribución, accesible sólo desde el frente; cuando sea metálico debe fabricarse en lámina de acero de espesor mínimo 0,9 mm para tableros hasta de 12 circuitos y en lámina de acero de espesor mínimo 1,2 mm para tableros desde 13 hasta 42 circuitos.

- d. Los encerramientos de los tableros deben resistir los efectos de la humedad y la corrosión.
- e. Los encerramientos deben ser resistentes a impactos mecánicos externos mínimo grado IK 05.

3.2.14 Partes conductoras de corriente

Para llevar a cabo la verificación de las partes conductoras de corriente en los tableros eléctricos se selecciona los requisitos más importantes y adecuados que se ajusten a los objetivos del presente proyecto. Los requisitos utilizados se toman del RETIE 2013, y con ellos se elaboran los formatos de no conformidad de los tableros eléctricos.

A continuación se sitúan las exigencias utilizadas para llevar a cabo la inspección de las partes fijas, los materiales aislantes en los barrajes, la capacidad de corriente de los barrajes, la disposición de las fases, los elementos internos, los desmontes de interruptores, entre otros.

- a. Las partes fijas deben ser construidas en plata, aleación de plata, cobre, aleación de cobre, aluminio, u otro metal que se haya comprobado útil para esta aplicación, no se debe utilizar el hierro o el acero en una parte que debe conducir corriente en régimen normal.
- b. Los barrajes deben estar rígidamente sujetos a la estructura del encerramiento, sobre materiales aislantes para la máxima tensión que pueda recibir. Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se deben utilizar tornillos y tuercas de acero con revestimiento que los haga resistentes a la corrosión o de bronce. Los revestimientos deben ser de cadmio, cinc, estaño o plata; el cobre y el latón no se aceptan como revestimientos para tornillos de soporte, tuercas ni terminales de clavija de conexión. Todo terminal debe llevar tornillos de soporte de acero en conexión con una placa terminal no ferrosa.

c. La capacidad de corriente de los barrajes de fase no debe ser menor que la máxima corriente de carga proyectada o la capacidad de los conductores alimentadores del tablero, excepto si tiene protección local incorporada. Todos los barrajes, incluido el del neutro y el de tierra aislada, se deben montar sobre aisladores.

d. La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, debe ser A, B, C, tomada desde el frente hasta la parte posterior; de la parte superior a la inferior, o de izquierda a derecha, vista desde el frente del tablero.

e. Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra.

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. Las dimensiones, encerramientos y barreras deben permitir espacio suficiente para alojamiento de los terminales y curvaturas de los cables.

g. Las partes fabricadas con materiales aislantes deben ser resistentes al calor, al fuego y a la aparición de caminos de fuga. La puerta o barrera que cubre los interruptores automáticos debe permitir su desmonte) solamente mediante el uso de una herramienta, puesto que su retiro deja componentes energizados al alcance (contacto directo).

3.2.15 Terminales en las conexiones

Los terminales utilizados para las conexiones eléctricas deben cumplir con los requisitos establecidos en el RETIE 2013 los cuales se enfocan en la sujeción de los conductores por medio de tornillos y por medio de una conexión con terminal que haga presión. No se permite la conexión tipo peine en las instalaciones eléctricas.

Por otra parte, cada circuito de derivación debe poseer su propio conductor y terminal para la tierra y el neutro. A su vez, se verifica que los tableros eléctricos cuenten con un barraje de neutro y un barraje de tierra los cuales debe estar sobre aisladores. El barraje de tierra del alimentador debe tener suficientes terminales donde conectar todos los circuitos del tablero eléctrico.

3.2.16 Rotulados en los tableros

Se verifica que los tableros eléctricos tengan adherida una placa, lámina o cinta que permita ver con claridad los siguientes datos estipulados por el RETIE 2013, y se exige el diagrama unifilar en cada uno de ellos.

- 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.
- h. Indicar, de forma visible, la posición que deben tener las palancas de accionamiento de los interruptores, al cerrar o abrir el circuito.
- i. Todo tablero debe tener su respectivo diagrama unifilar actualizado.

3.2.17 Exigencias de protección contra contacto directo o protección básica.

Para evaluar el riesgo eléctrico por contacto directo, se verifica que los tableros eléctricos cuenten con obstáculos o barreras que impidan el acceso de las personas no autorizadas a las partes energizadas. Las exigencias establecidas que se utilizan para la valoración del contacto directo o protección básica se encuentran en el artículo 27.4.1 del RETIE 2013. Ver anexo F.

3.2.18 Exigencias de protección contra contacto indirecto o protección por falla.

Para evaluar el riesgo eléctrico por contacto indirecto se debe verificar que los tableros eléctricos tengan todas las carcasas o masas de equipos conectadas a tierra, con el fin de proteger a las personas principalmente de las llamadas corrientes de fuga.

Las exigencias establecidas que se utilizan para la valoración del contacto indirecto o protección por falla, se encuentran en el artículo 27.4.2 del RETIE 2013. Ver anexo F.

3.2.19 Protecciones contra sobrecorrientes

Todas las instalaciones eléctricas cuentan con protecciones contra sobrecorriente para el caso en el que se presenten corrientes muy altas por fallas o sobrecargas en el sistema.

En el artículo 27.4.3 del RETIE, se presenta el modo y el espacio de trabajo, además de la operación de estas protecciones y las dimensiones adecuadas para la movilidad del técnico que requiera repararla en caso de que lo necesite. Ver anexo F.

3.2.20 Equipos de interrupción de fallas

En este caso para la verificación de los equipos de interrupción de falla, se debe tener en cuenta que los dispositivos trabajen con la tensión nominal de operación. Estos dispositivos destinados a interrumpir la corriente de falla deben estar seleccionados para proteger los circuitos que se desean salvaguardar.

3.2.21 Trabajo limpio y profesional.

En las instalaciones eléctricas de algunos edificios se observan trabajos deplorables que presentan desorden, no tienen métodos de alambrado estéticos,

presentan alta suciedad y deterioro, y en la mayoría de estos no se evidencia procedimientos de mantenimiento de ningún tipo.

Para la verificación de conformidad de este tipo de trabajos se utiliza la sección 110-12 NTC 2050. Ver anexo F.

3.2.22 Zona de acceso a los equipos eléctricos (para 600 v nominales o menos).

Para los tableros que trabajan a menos de 600 V o igual, se deben exigir espacios que mantengan un acceso libre al personal. Además se deben exigir espacios para el acceso a equipos y elementos del sistema eléctrico en caso que se necesite algún mantenimiento o alguna reparación.

3.2.23 Señales de advertencia.

Las entradas a cuartos o tableros que se encuentren dentro de estos cuartos, deben poseer señales de advertencia de riesgo eléctrico que permita prevenir el peligro a las personas o prohibir el acceso a ellas.

3.2.24 Exigencias de conductores no puestos tierra

En este proyecto se verifican las protecciones de los conductores de cada uno de los circuitos, usando la sección 240-20 de la NTC 2050 y lo exigido por el RETIE 2013.

A continuación se presentan los ítems que estipula la NTC 2050 para los dispositivos de protección contra sobrecorriente en los circuitos ramales:

a) Dispositivo de protección contra sobrecorriente. En serie con cada conductor no puesto a tierra se debe conectar un fusible o la unidad de disparo por sobrecorriente de un interruptor automático. Una combinación de transformador de

corriente y relé de sobrecorriente se debe considerar equivalente a un dispositivo de disparo por sobrecorriente.

b) Interruptor automático de circuito como dispositivo de protección contra sobrecorriente. Los interruptores automáticos de circuitos deben abrir y desconectar automáticamente todos los conductores del circuito no puestos a tierra.

c) Sistemas de distribución de potencia en circuito cerrado. Como sustitutos de los fusibles o interruptores automáticos se permiten los dispositivos certificados que ofrezcan una protección equivalente contra sobrecorriente en sistemas de distribución de potencia en circuito cerrado.

3.2.25 Ubicación de las protecciones de los circuitos

Se verifica la ubicación de las protecciones contra sobrecorriente conectadas a los terminales de cada conductor de los circuitos. En este caso se utiliza la sección 240-21 del RETIE 2013, la cual dice lo siguiente:

a) Conductores del alimentador y circuitos ramales. Los conductores del alimentador y circuitos ramales deben estar protegidos por dispositivos de protección contra sobrecorriente conectados en el punto en el que los conductores reciben su alimentación.

3.2.26 Conexiones pertinentes de equipotencialiad

La valoración de equipotencialidad, se realiza contemplando la sección G. 250-70 de la norma NTC 2050.

Se exigen las conexiones equipotenciales, para asegurar la continuidad eléctrica y la capacidad de transportar la corriente de falla a tierra.

3.2.27 Lugares de instalación de armarios y tableros de distribución

La sección 373-2 NTC 2050 permite evaluar los lugares donde se encuentran los tableros eléctricos y los armarios.

En esta sección se sugiere que los tableros y armarios, estén colocados o equipados de modo que eviten que la humedad entre a ellos y los deteriore. Esta sección además especifica que los armarios deben ir montados de modo que queden por lo menos 6,4 mm de espacio libre entre el encerramiento y la pared u otra superficie de soporte. Los armarios o cajas de corte instalados en lugares mojados, deben ser de tipo a prueba de intemperie.

3.2.28 Soportes e instalación de las barras colectoras y los conductores

En el anexo F se encuentra la sección 384-3 NTC 2050 que indica el modo de instalación de las barras o barrajes de los conductores energizados.

En esta sección se establece que los conductores y las barras colectoras en un cuadro de distribución, deben estar instalados de tal forma que no queden expuestos a daños físicos. Además se establece que, en todos los cuadros de distribución de acometida se deben instalar barreras que aislen las barras colectoras y los terminales de la acometida del cuadro de distribución.

3.2.29 Parámetros para paneles de distribución

Se verifica que los tableros eléctricos tengan los parámetros nominales en una placa adherida, en una lámina o en una cinta que se observe con claridad.

La NTC 2050 estipula que cada tablero debe estar rotulado por el fabricante en la puerta del mismo, y además dice que todos los circuitos deben estar identificados de manera legible.

3.2.30 Protección contra sobrecorriente del suministro

Cuando se verifican los tableros eléctricos se debe tener en cuenta lo estipulado en la sección 384-16 de la norma NTC 2050.

Cada panel de distribución para cada circuito ramal de alumbrado y artefactos se debe proteger de manera individual en el lado del suministro por no más de dos

interruptores automáticos o dos juegos de fusibles cuya capacidad de corriente combinada no sea superior a la del panel de distribución.

3.3 VERIFICACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES EN LAS SUBESTACIONES

Para el presente proyecto se evalúan con la norma NTC 2050 y el RETIE 2013, las subestaciones de los diferentes edificios ya establecidos. En cada una de las subestaciones se verifican las distancias de seguridad, los aisladores, las puertas corta fuego, los requisitos de instalación, entre otros.

Todas las subestaciones son valoradas con los formatos de no conformidad estipulados en el plan de estudio del presente proyecto. Estos formatos de no conformidad se realizan con las secciones de la norma NTC 2050 y con los Artículos del reglamento RETIE 2013 que corresponden a los transformadores. Estos artículos y secciones son las recomendadas por los expertos en el tema de inspecciones (CERTIRETIE), teniendo en cuenta lo que exigen los operadores de red para el suministro de la energía eléctrica.

3.3.1 Código de colores para conductores del transformador.

En la instalación de los transformadores, los conductores de las fases tanto del primario como del secundario deben cumplir con el código de colores así como los conductores de neutro y el conductor de puesta a tierra debe llevar su respectivo color verde como lo estipula el reglamento o se permite desnudo. Remitirse a la sección 3.2.4 de este documento.

3.3.2 Iluminación de seguridad en las instalaciones

Se debe verificar que las instalaciones de los transformadores presenten iluminación de seguridad y que cumplan con los requisitos establecidos por el artículo 17.1 RETIE 2013.

A continuación se presentan algunos de los requisitos exigidos por el reglamento. Sólo se exponen los que permiten valorar la inspección de este proyecto:

- 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.
- b. No se permite la utilización de lámparas de descarga con encendido retardado en circuitos de iluminación de emergencia
- c. El sistema de alumbrados de emergencia equipados con grupos de baterías deben garantizar su funcionamiento por lo menos durante los 60 minutos después de que se interrumpa el servicio eléctrico normal.
- d. En los lugares en los que estén situados los equipos de emergencia, la iluminancia horizontal será mínimo de 5 luxes a la altura del plano de uso, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los tableros de distribución del alumbrado.
- e. Las rutas de evacuación deben estar claramente visibles, señalizadas e iluminadas con un sistema autónomo con batería.
- f. Las baterías deben cumplir con la normatividad ambiental vigente.

3.3.3 Requisitos de los transformadores

Para llevar a cabo la verificación de los transformadores, es necesario tener en cuenta los requisitos para transformadores que se exponen en el artículo 20.25.1 del RETIE 2013.

En este artículo se tienen en cuenta, la conexión de la puesta a tierra, los factores de seguridad para los diferentes transformadores, los avisos de seguridad, y no se tienen en cuenta los dispositivos de soporte para colgar en poste ya que todas las subestaciones son de tipo interior.

A continuación se exponen los requisitos utilizados en este estudio para la valoración de los transformadores:

a. Los transformadores deben tener un dispositivo de puesta a tierra para conectar sólidamente el tanque, el gabinete, el neutro y el núcleo, acorde con los requerimientos de las normas técnicas que les apliquen y las características que requiera su operación.

b. Todos los transformadores sumergidos en líquido refrigerante que tengan cambiador o conmutador de derivación de operación exterior sin tensión, deben tener un aviso: “*manióbrese sin tensión*”.

c. Todos los transformadores sumergidos en líquido refrigerante deben tener un dispositivo de alivio de sobrepresión automático, fácilmente reemplazable, el cual debe operar a una presión inferior a la máxima soportada por el tanque.

d. Los transformadores de distribución, deben poseer un dispositivo para levantarlos o izarlos, el cual debe ser diseñado para proveer un factor de seguridad mínimo de cinco para transformadores en refrigerados en aceite y de tres para transformadores secos. El esfuerzo de trabajo es el máximo desarrollado en los dispositivos del levantamiento por la carga estática del transformador completamente ensamblado.

e. El nivel máximo de ruido (presión de ruido LPA) no debe superar los niveles establecidos en las normas técnicas de producto aplicables.

f. Rotulado. Todo transformador debe estar provisto de una placa fabricada en material resistente a la corrosión y fijada en un lugar visible que contenga los siguientes datos en forma indeleble.

- Marca o razón social del productor o proveedor.
- Número de serie dado por el productor.
- Año de fabricación.
- Clase de transformador.
- Número de fases.

- Frecuencia nominal.
- Potencias nominales, de acuerdo al tipo de refrigeración.
- Tensiones nominales, número de derivaciones.
- Corrientes nominales.
- Impedancia de cortocircuito.

3.3.4 Exigencias de instalación de los transformadores

Para evaluar la parte de la instalación de los transformadores en las subestación es importante tener en cuenta, algunas de las exigencias dadas por el artículo 20.25.2 del RETIE 2013.

En este artículo, se establece que se debe prevenir la humedad en los transformadores que se alojan en cámaras subterráneas. Además se establece que los lugares de la instalación deben ser aptos, que deben existir tipos de protección contra corriente y que deben existir protecciones contra posibles incendios.

A continuación se presentan algunos de los requisitos que estipula el RETIE 2013, necesarios para cumplir las exigencias de instalación de los transformadores del presente proyecto:

a. Cuando el transformador no sea de tipo sumergible y se aloje en cámaras subterráneas sujetas a inundación, éstas deben ser debidamente impermeabilizadas para evitar humedad y en lo posible debe separarse de la cámara de maniobras. Cuando la cámara subterránea no sea impermeable se debe instalar transformador y caja de maniobras tipo sumergible.

b. Los transformadores refrigerados en aceite no deben ser instalados en niveles o pisos que estén por encima o contiguos a sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a ocupación permanente de personas, que puedan ser objeto de incendio o daño por el derrame del aceite

- c. Cuando un transformador aislado en aceite requiera instalación en bóveda (conforme a la sección 450 de la norma NTC 2050), la bóveda debe asegurar que a temperaturas por encima de 150°C no permita la entrada de aire para apagar el incendio por ausencia de oxígeno.
- d. Todo transformador con tensión nominal superior a 1000 V debe protegerse por lo menos en el primario con protecciones de sobrecorriente, cuando se usen fusibles estos deben ser certificados y seleccionados de acuerdo con una adecuada coordinación de protecciones.
- e. El nivel de ruido en la parte externa del encerramiento no debe superar lo valores establecidos en las disposiciones ambientales sobre la materia, de acuerdo con la exposición a las personas.

3.3.5 Protección al personal no autorizado

Para que se cumpla lo establecido en cuanto a protección del personal no autorizado, se debe analizar lo estipulado en la sección 305-7 de la norma NTC 2050. Esta sección, dice que las instalaciones de más de 600 V nominales se deben proteger con vallas, barreras u otro medio eficaz que evite el acceso a la misma de personal no autorizado y no calificado.

En este proyecto, para realizar la verificación de los transformadores se valora el cumplimiento de la protección del personal no autorizado como lo estipula la norma.

3.3.6 Desempeño de las protecciones contra sobrecorriente

Para poder verificar el desempeño de las protecciones contra sobrecorriente de los transformadores, se analizan ítems a, b y c que se estipulan en la sección 450-3 de la norma NTC 2050 que se presentan a continuación:

- a. Se permite que el dispositivo de protección contra sobrecorriente del secundario consista en no más de seis interruptores automáticos o seis juegos de fusibles agrupados en el mismo lugar.

b. Cuando se utilicen varios dispositivos de protección contra sobrecorriente, la capacidad nominal de todos ellos no debe superar el valor permitido de un solo dispositivo de sobrecorriente.

c. Si se utilizan al mismo tiempo fusibles e interruptores automáticos como protección contra sobrecorriente, la corriente total del dispositivo de protección no debe superar la de los fusibles. La palabra "transformador puede ser un transformador o un banco polifásico de dos o más transformadores monofásicos que funcionan como una unidad.

3.3.7 Ubicación de los transformadores

En la realización del presente proyecto, se verifica que los transformadores y las bóvedas tengan un fácil acceso con espacios y distancias que permitan el acceso a las personas que tengan que hacer labores de mantenimiento o reparaciones. La sección 450-13 de la norma NTC 2050 expone algunas excepciones para este caso, las cuales son presentadas a continuación:

1) No es necesario que sean accesibles los transformadores tipo seco de 600 V nominales o menos instalados en paredes, columnas o estructuras.

2) Se permite instalar transformadores tipo seco de 600 V nominales o menos y que no superen los 50 kVA, en espacios huecos de edificaciones resistentes al fuego y no permanentemente cerrados por la estructura, siempre que cumplan los requisitos de ventilación del Artículo 450-9 de la NTC 2050. No es necesario que los transformadores así instalados sean fácilmente accesibles.

3.4 VERIFICACIÓN DE LAS BÓVEDAS DE LAS SUBESTACIONES

Las bóvedas de las subestaciones de los edificios que contempla el presente proyecto, son valorados con las exigencias, requisitos y recomendaciones de la norma NTC 2050 y del reglamento RETIE 2013 en temas como la señalización, la

iluminación, el alojamiento, el estado del lugar, las puertas, las barreras de seguridad, los drenajes, las protecciones, entre otros.

Las secciones y los artículos son recomendadas por los expertos en el tema de inspecciones (CERTIRETIE), teniendo en cuenta lo exigido por los operadores de red a la hora de suministrar la energía eléctrica. A continuación se presentan todos estas secciones y artículos con los cuales se elaboraron los formatos de no conformidad correspondientes a las bóvedas de las subestaciones.

3.4.1 Señalización de las bóvedas para la seguridad

Los parámetros de la seguridad en las bóvedas se especifican en el artículo 6.2 del RETIE 2013, el cual se encuentra en la sección 3.3.2 del presente proyecto.

3.4.2 Conformidades para la iluminación de seguridad en las bóvedas

Para la evaluación de iluminación de las bóvedas en los edificios del actual estudio, se toma el Artículo 17.1 del RETIE, el cual se encuentra la sección 3.3.2 del presente proyecto.

3.4.3 Alojamiento, soportabilidad y utilidad de bóvedas.

En aquellas bóvedas donde se encuentren alojados los transformadores de tipo refrigeración con aceite mineral, sin importar su capacidad de potencia y en los transformadores secos mayores de 35 kV, se debe verificar el cumplimiento de los siguientes requisitos tomados del artículo 20.4.1 del RETIE 2013:

a. Las paredes, pisos y techos de la bóveda, deben soportar como mínimo tres horas al fuego aproximadamente. Se debe inspeccionar que las partes que no estén expuestas al fuego estén en condiciones de no subir demasiado su temperatura. Además, cuando se tienen altas temperaturas dentro de las bóvedas de los transformadores, se verifica que se puedan sellar las juntas de la puerta para impedir el paso de gases calientes entre la pared o rendijas de la puerta.

b. Las bóvedas deben contar con los sistemas de ventilación, para operación normal de los equipos y con los dispositivos que automáticamente cierren en el evento de incendio.

c. Las bóvedas para alojar transformadores refrigerados con aceite mineral, independiente de su potencia o transformadores tipo seco con tensión mayor a 35 kV, instalados en interiores de edificios, requieren que las entradas desde el interior del edificio, estén dotadas de puertas cortafuego, capaces de evitar que el incendio del transformador se propague a otros sitios de la edificación.

d. Para transformadores secos, de potencia mayor o igual a 112,5 kVA y tensión inferior a 35 kV, no requiere puerta resistente al fuego, siempre y cuando estén instalados en cabina o gabinete metálico (celda) con abertura de ventilación tal como lo determina la **NTC 2050**.

e. Todo cuarto eléctrico donde puedan quedar personas atrapadas, deben contar con puertas que abran hacia afuera y deben estar dotadas de cerradura antipático.

3.4.4 Obligaciones de puertas cortafuego en las bóvedas

En este proyecto, se verifica que se tengan puertas corta fuegos en los lugares donde sea de suma importancia, y que se cumpla lo que establece el artículo 20.4.2 del RETIE 2013 que se expone a continuación:

a. Verificar que las puertas estén en buen estado, que resistan al fuego mínimo durante tres horas cuando la bóveda hospeda transformadores refrigerados en aceite o transformadores secos de tensión mayor a 35 kV.

b. Se observa que las puertas sean en materiales que mantengan su integridad física, mecánica y dimensiones, para minimizar y retardar el paso a través de ella de fuego o gases calientes, capaces de provocar la ignición de los materiales combustibles que estén a distancia cercana, del lado de la cara no expuesta al fuego.

c. Estar dotadas de una cerradura antipánico que permita abrir la puerta desde adentro de forma manual con una simple presión aunque externamente esté asegurada con llave y que garantice que en caso de incendio, la chapa de la puerta no afecte sus características y buen funcionamiento. El mecanismo antipánico debe tener unas dimensiones que cubra mínimo un 80% del ancho de la hoja móvil.

d. No tener elementos cortantes o punzantes que sean peligrosos para los operadores.

3.4.5 Requisitos de instalación para la iluminación de portalámparas o portabombillas.

Los portalámparas deben instalarse teniendo en cuenta la seguridad, es decir, se debe asegurar que las partes energizadas no queden expuestas a posibles contactos con otros materiales o personas. La fase debe estar conectada al terminal central del portalámparas y el neutro a la camisa roscada.

La ubicación de portalámparas debe asegurar el cumplimiento de principios del RETILAP, en especial lo relacionado con Uso Racional y Eficiente de Energía. En este proyecto se asegura la extinción del calor producido por la lámpara para evitar incendios. Estos requisitos de instalación se toman en cuenta en el proyecto, y son analizados en el artículo 20.29.2 del RETIE 2013.

3.4.6 Protección de partes energizadas (de 600 v nominales o menos).

Es de suma importancia en la parte de seguridad, verificar que las partes energizadas de los equipos eléctricos que funcionen a 50 V o más, estén protegidas contra contactos accidentales por medio de gabinetes apropiados o por cualquiera de los medios siguientes, como se indica en la sección 110-17 de la norma NTC 2050:

a) Partes energizadas protegidas contra contacto accidental. A menos que en este código se requiera o autorice otra cosa, las partes energizadas de los equipos eléctricos que funcionen a 50 V o más deben estar protegidas contra contactos accidentales por medio de gabinetes apropiados o por cualquiera de los medios siguientes:

1) Ubicándolas en un cuarto, bóveda o recinto similar, accesible sólo a personal calificado.

2) Mediante muros adecuados, sólidos y permanentes o pantallas dispuestas de modo que al espacio cercano a las partes energizadas sólo tenga acceso personal calificado. Cualquier abertura en dichos tabiques o pantallas debe ser de tales dimensiones o estar situada de modo que no sea probable que las personas entren en contacto accidental con las partes energizadas o pongan objetos conductores en contacto con las mismas.

3) Ubicándose en un balcón, galería o plataforma tan elevada y dispuesta de tal modo que no permita acceder a personas no calificadas.

4) Ubicándose a 2,40 m o más por encima del nivel del piso u otra superficie de trabajo.

b) Prevención contra daños físicos. En lugares en los que sea probable que el equipo eléctrico pueda estar expuesto a daños físicos, los encerramientos o protecciones deben estar dispuestos de tal modo y ser de una resistencia tal que evite tales daños.

c) Señales de advertencia. Las entradas a cuartos y otros lugares protegidos que contengan partes energizadas expuestas, se deben marcar con señales de advertencia visibles que prohíban la entrada a personal no calificado.

3.4.7 Sellado de las canalizaciones en las acometidas subterráneas.

En las instalaciones eléctricas del proyecto, se verifica que las canalizaciones de las acometidas de distribución subterráneas, estén selladas como lo estipula la sección 300-5 de la norma NTC 2050.

Se debe observar, que las canalizaciones libres o no utilizadas también se encuentren selladas e identificadas.

3.4.8 Carcasas de instrumentos y partes portadoras de corriente a 1 kv y más.

En los cuartos o bóvedas de las subestaciones que tengan partes portadoras de corriente de un 1 kV y más a tierra, se verifica que se encuentren aisladas mediante barreras, y que los gabinetes metálicos y puertas estén puestas a tierra.

También se inspecciona que se cuente con protectores aislantes adecuados como lo estipula la sección 250-124 de la norma NTC 2050.

3.4.9 Exigencias en las bóvedas para transformadores.

En las bóvedas de los transformadores es de suma importancia verificar que se cumplan las exigencias de ventilación, y que los materiales sean resistentes a las condiciones de uso. Los pisos de las bóvedas que estén en contacto con la tierra debe ser de hormigón y de un espesor mínimo de 0,10 m.

Además, los vanos de puertas de las bóvedas para transformadores se deben proteger como se dice a continuación según la sección 450-43 de la norma NTC 2050:

- a)** Tipo de puerta. Todos los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta la bóveda de transformadores, deben estar dotados con una puerta de cierre hermético y con una resistencia mínima al fuego de tres horas. Cuando las condiciones lo requieran, se permite que la autoridad competente exija una puerta de este tipo en los muros exteriores.
- b)** Umbrales (brocales). Las puertas deben tener un umbral o brocal de altura suficiente para recoger dentro de la bóveda el aceite del transformador más

grande que pudiera haber. En ningún caso la altura del umbral debe ser menor a 0,10 m.

c) Cerraduras. Las puertas deben estar equipadas con cerraduras y mantenerse cerradas, permitiéndose el acceso sólo a personas calificadas. Las puertas para el personal deben abrirse hacia fuera y estar dotadas de barras antipánico, placas de presión u otros dispositivos que las mantengan normalmente cerradas pero que se abran por simple presión.

3.4.10 Drenaje para los transformadores de aceite

Para la verificación del drenaje en las bóvedas de los transformadores, se debe tener en cuenta la sección 450-46 de la norma NTC 2050 que se presenta a continuación:

Cuando sea posible, las bóvedas para transformadores que contengan transformadores de más de 100 kVA deben estar dotadas de un drenaje o de otro medio que permita eliminar cualquier acumulación de aceite o agua que se produzca en la bóveda, a no ser que por las condiciones locales resulte imposible. Cuando exista drenaje, el piso debe estar inclinado hasta el drenaje.

3.4.11 Restricciones con tuberías de agua y accesorios

Dentro de las bóvedas de los edificios donde se encuentren transformadores, es importante observar que no exista ningún tipo de tuberías o cualquier otro tipo de conductos que no sean parte del sistema eléctrico.

Se permite la instalación de tuberías o conductos que sean de uso exclusivo de la ventilación del transformador o de sistemas contra incendios de las bóvedas.

3.4.12 Uso inadecuado de las bóvedas

No se deben almacenar ningún tipo de materiales en las bóvedas donde se utilicen transformadores eléctricos, y no se permite guardar transformadores que no

están en uso ni ningún tipo de maquinaria o equipos eléctricos. Las bóvedas son de uso exclusivo de los transformadores eléctricos.

3.5 MEDIDAS DE SEGURIDAD PARA REALIZAR INSPECCIÓN VISUAL

Es de vital importancia conocer y aplicar las medidas de seguridad que se deben tener antes de realizar la inspección visual y las mediciones de resistencia de puesta a tierra, equipotencialidad, tensión de paso y tensión de toque.

3.5.1 Implementos de seguridad personal.

Es importante que cada una de las personas que ingrese a los cuartos donde se encuentran las subestaciones eléctricas, equipos eléctricos, celdas de media tensión y tableros generales, a realizar los trabajos anteriormente descritos, tenga en cuenta los elementos de protección indicados a continuación:

- ✓ Guantes dieléctricos.
- ✓ Gafas.
- ✓ Botas dieléctricas.
- ✓ Casco dieléctrico.
- ✓ Camisa manga larga de material retardante a fuego.

3.5.2 Condiciones de seguridad para realizar mediciones.

Cuando se realizan mediciones de resistencia de puesta a tierra, equipotencialidad, tensión de paso y tensión de toque, se debe mantener las siguientes condiciones de seguridad:

3.5.2.1 Medición de resistencia de puesta a tierra, equipotencialidad, tensión de paso y tensión de contacto. En este tipo de medición se deben tener en cuenta las siguientes condiciones de seguridad:

- ✓ Medición de corriente de fuga en la malla de puesta a tierra, teniendo en cuenta que no debe ser mayor a 15 mA, para poder ejecutar la prueba.

- ✓ Delimitar la zona donde se realizará la medición y no permitir el ingreso de personal ajeno al equipo de trabajo.
- ✓ Mantener distancias de seguridad para cada uno de los elementos energizados.
- ✓ No realizar mediciones cuando el día este nublado a punto de llover, se presentan precipitaciones atmosféricas o se note que en el entorno hay descargas atmosféricas.
- ✓ Verificar mediante una inspección visual las condiciones de las instalaciones eléctricas, identificando puntos de alto riesgo eléctrico.
- ✓ Evitar recostarse en elementos metálicos que estén cerca del lugar donde se realizan las mediciones.
- ✓ Establecer un protocolo a seguir en caso de algún accidente.
- ✓ Utilizar indumentaria adecuada de protección personal, el cual se mencionó en el numeral 3.5.1.

4. INSPECCIÓN Y MEDICIÓN EN CADA EDIFICIO DEL CAMPUS UNIVERSITARIO.

El campus central de la Universidad Industrial de Santander cuenta con un área de 33,7 hectáreas y se encuentra ubicado en la zona nororiental de la meseta de Bucaramanga en la Carrera 27 con calle 9.

El mapa completa del campus universitario se muestra a continuación, junto con la numeración y el nombre de cada uno de los edificios y lugares que lo conforman.

Figura 12. Mapa del campus central de la Universidad Industrial de Santander.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

En este capítulo 4 se hace la evaluación y valoración de todos los edificios mencionados en los objetivos del proyecto, tanto los que no poseen subestación como los que cuentan con una de ellas. Esto, se realiza por medio de las verificaciones de los formatos de no conformidad, los cuales se basan en los artículos del RETIE 2013 y las secciones de la norma NTC 2050 más pertinentes para la evaluación de cada uno de los incumplimientos que se presentan en los diferentes edificios del presente proyecto.

A continuación, se presenta una sección para cada uno de los edificios. En cada sección, se realiza una breve descripción de la ubicación y de los aspectos generales encontrados en cada uno de ellos. Además de esto, se presentan los formatos de no conformidad con sus respectivas fotografías, las mediciones de resistencia de puesta a tierra, y lo correspondiente a la equipotencialidad, a las tensiones de paso y de toque con sus respectivas simulaciones, lo anterior para los edificios en los que existe subestación eléctrica.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE LA REALIZACIÓN DE LA INSPECCIÓN VISUAL Y LAS MEDICIONES.

En este numeral se explicará el procedimiento que se utilizó para realizar la inspección visual y las mediciones de resistencia de puesta a tierra, equipotencialidad, tensión de paso y tensión de toque en cada uno de los edificios propuestos en la tabla 1. En la explicación se toma como ejemplo el edificio Biblioteca, donde se mostrará paso a paso como se hizo cada una de las actividades, teniendo el siguiente orden:

1. Se realizó inspección visual de todos los edificios: Antes de realizar cualquier medición se debe hacer un reconocimiento de la instalación

mediante una inspección visual, de esta manera se evalúan las condiciones mínimas de seguridad y se identifican puntos de alto riesgo eléctrico.

2. Medición de resistencia de puesta a tierra en los edificios que cuentan con subestaciones eléctricas: Esta medición es importante hacerla porque permite saber las condiciones en que se encuentra la malla de puesta a tierra y los elementos equipotenciales que se unen a ella, con el fin de determinar si cumplen con los valores máximos establecidos en la tabla 15.4 del RETIE versión 2013.
3. Medición de equipotencialidad: Antes de realizar esta medición es importante conocer las condiciones de la red equipotencial de los elementos y equipos eléctricos que se encuentran en el cuarto eléctrico. Después de efectuar este reconocimiento se procede a realizar la medición, donde se debe tener en cuenta que la medida no debe sobrepasar los 50 m Ω , ya que el objetivo de esta medición es identificar si el conductor equipotencial entre el punto de referencia y el punto a medir cumple con la sección transversal mínima requerida, para poder despejar las corrientes de falla tierra en el tiempo máximo establecido por operador de red y el RETIE.
4. Medición de tensión de contacto: Para poder realizar esta medición es necesario conocer los puntos que están conectados a la red equipotencial, de tal manera que permita reconocer puntos a medir.
5. Medición de tensión de paso: En esta medición es importante tomar un número elevado de mediciones, el cual permita asegurar que las tensiones no sobrepasen los límites tolerables.

Es importante resaltar que se debe cumplir con este orden, debido a que al realizarlo así se garantiza un nivel de seguridad más óptimo.

4.1.1 Inspección visual. En la inspección visual lo primero que se realizó fue recopilar información técnica y contó con la asesoría de la Ingeniera Electricista Maria Orfilia Prieto Duque jefe técnica de CERTIRETIE LTDA. Basado en lo anterior se elaboró una lista de chequeo que permitió evaluar las instalaciones eléctricas, teniendo en cuenta el alcance de este proyecto, de esta manera se seleccionaron artículos relevantes del RETIE versión 2013 y la NTC 2050, la cual permitirá encontrar los puntos vulnerables dentro de cada edificio. Además de elaborar la lista de chequeo se averiguo sobre las medidas de seguridad que se debían tener antes, y después de entrar al recinto donde se encontraban las subestaciones eléctricas, equipos eléctricos, celdas de media tensión y tableros generales de distribución, de acuerdo al numeral 3.5.

Cuando se culminó esta primera etapa, lo siguiente que se hizo fue solicitar a la división de Planta Física los permisos para realizar las visitas a los edificios y poder efectuar la inspección visual. Al momento de iniciar la inspección se realizó la lista de chequeo y se procedió a verificar el cumplimiento de cada uno de ítems consignado en la siguiente tabla 13, la cual fue utilizada en el edificio de Biblioteca. Después que se realizó la inspección visual y se tomó la respectiva evaluación en el edificio, se adjuntaron las desviaciones en el formato de no conformidades con su respectiva imagen (ver tabla 14).

Tabla 13. Lista de verificación



**LISTA DE VERIFICACION PARA LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS
EDIFICIOS DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER**

EDIFICIO: _____
RAZÓN SOCIAL: Universidad Industrial de Santander
CIUDAD: Bucaramanga
DIRECCIÓN: Cra 27 calle 9 Ciudad universitaria
FECHA : _____
VERSIÓN: N° 0

CUMPLE:

NO CUMPLE: **N.C.**

ÍTEM	ASPECTO A EVALUAR SEGÚN RETIE 2013 Y LA NTC 2050	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1	TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN		
1,1	Los elementos utilizados para sistemas de control garantizan un conmutación confiable.		
1,2	Existencia de barrera o acrílico que impida el contacto directo con partes energizadas.		
1,3	Cumplimiento del código de colores		
1,4	Instalación construida de forma limpia y profesional		
1,5	Protección de las instalaciones		
1,6	Bornes independientes para cada conductor eléctrico.		
1,7	Montaje de barrajes sobre aisladores		
1,8	Utilización de terminales y conectores		
1,9	Conexiones equipotenciales		
1,1	Señales de riesgo eléctrico		
1,11	Límites de aproximación		
1,12	Diagrama unifilar ubicado en el tablero		
1,13	Rotulado de corriente, tensión, número de fases y razón social del constructor		
1,14	Agentes deteriorantes		
1,15	Rotulado de circuitos		
1,16	Conexión de conductores simulado barrajes		
1,17	Instalación de barrajes y conductores		
1,18	Barrajes con suficientes terminales de salida		
1,19	Los circuitos de derivación disponen de un terminal de conexión		

ÍTEM	ASPECTO A EVALUAR SEGÚN RETIE 2013 Y LA NTC 2050	EVALUACIÓN	OBSERVACIONES
1,20	Unión entre materiales y conductores de diferentes materiales		
1,21	Par galvánico en conexiones no adecuados por elementos de fijación no certificados		
1,22	Cada circuito esta provisto con una sola protección contra sobrecorriente		
1,23	Montaje as protecciones contra sobrecorriente		
1,24	Fijación de los equipos de protección		
1,25	Dimensionamiento de las protecciones con respecto a la capacidad amperimetrica de los conductores		
1,26	Uso de conductores certificados		
1,27	Acceso de las partes energizadas		
1,28	Envolvente del tablero		
1,29	Espesor de las laminas de construcción del tablero		
1,30	Grados de protección contra elementos sólidos		
1,31	Resistencia a los efectos de humedad		
1,32	Pintura electrostática		
1,33	Radios de curvatura de los conductores		
1,34	Espacio requerido para realizar labores de mantenimiento		
1,35	Uso de terminales para tuberia		
1,36	Capacidad de corriente de los barrajes		
1,37	Cierre eficaz de los tableros		
1,38	Instalación del sistema de puesta a tierra		
1,39	Sistema de bloqueo de puestas y cerraduras		
1,40	Ubicación de los tableros		
1,41	Dimensionamiento de ductos		
1,42	Los tableros son accesibles desde el frente		
1,43	Capacidad de corriente de los alimentadores		
1,44	En los interruptores automáticos el alimentador llega al terminal de linea y sale hacia la carga		
1,45	Accesibilidad a todos los dispositivos de protección		
1,46	Distancias de seguridad		
1,47	Ejecución de las conexiones, alambrado, derivaciones y empalmes con método aprobado		
1,48	Protección contra contacto indirecto		
1,49	Protección contra contacto directo		
1,50	Selección material, calibre y aislamiento de conductores		

FUENTE: Autores

4.1.2 Medición de resistencia de puesta a tierra.

La medición resistencia de puesta a tierra se realizó mediante el método descrito en el numeral 2.3, para esta medición es importante reconocer la ruta que se utilizará para la medición, verificando que no existan acometidas subterráneas de media tensión, porque si se ubican los electrodos de potencial y corriente cerca de una acometida de este tipo, hacen que las medidas sean erróneas, debido a los campos magnéticos que genera la red de media tensión afectando los gradientes de potencial que emite el telurómetro. Lo anterior se comprobó en una experiencia cuando se midió la resistencia de puesta tierra del edificio Camilo Torres.

A continuación se explicará lo que se hizo en el edificio de Biblioteca, para determinar la resistencia de puesta a tierra.

1. Se investiga [2] y se aplican los conocimientos adquiridos en el seminario de sistemas de puesta a tierra y en una capacitación personalizada dirigida por Msc Rafael Arismendy Webber
2. Se identifica la ubicación de la malla y cajas de inspección
3. Posteriormente se mide la corriente de fuga en la malla de puesta a tierra con una pinza amperimétrica y se verifica que no supere el de 15 mA [2], para poder realizar la medida.
4. Después se mide la diagonal de la malla para saber la máxima longitud y ubicar a cinco (5) veces esta distancia el electrodo de corriente.
5. Ahora se selecciona la ruta de medición, teniendo en cuenta que debe salir de un costado de la malla, debido a que si la ruta pasa por encima de la malla cuando, el telurómetro envía el pulso de corriente se generaran una absorción de energía en los electrodos adyacentes provocando errores en la medida.
6. El electrodo de corriente se ubicó a 34 m, superando cinco veces la diagonal de la malla de puesta a tierra con base en lo que se especifica en el equipo utilizado para la medición **MI-2088**.

7. El método de caída de potencial indica que el electrodo de potencial se debe poner al 61,8% de la distancia del electrodo de corriente, después se varía un 10% hacia delante y un 10% hacia atrás, teniendo en cuenta que las medidas no tengan una variación mayor del 5%. En el desarrollo del proyecto se tomó la determinación de barrer la mayor parte de la distancia del electrodo de corriente para garantizar una mayor exactitud.
8. Para el caso del edificio Biblioteca se planeó recorrer la distancia, de la malla al electrodo de corriente, moviendo el electrodo de potencial cada metro a partir de una longitud inicial de 10 [m]. Ya que a los 10 [m] no había suelo natural y se decide tomar como punto inicial una distancia de 14 [m].
9. En cada punto a medir, se tomaron 3 medidas en intervalos de 30 segundos.
10. Después de recolectar todas las medidas se procedió a tabularlos en una hoja de cálculo de Microsoft Excel tal como se muestra en la tabla 14 y figura 16.

4.1.3 Medición de equipotencialidad.

La medida de equipotencialidad se realiza para verificar el calibre mínimo, del conductor que compone la línea equipotencial, entre el punto de referencia y el punto a medir, con base en el método descrito en el numeral 2.4.

En el edificio que se está utilizando como ejemplo, se tomó como punto de partida la inspección visual, donde se identificaron que puntos se deberían medir. A continuación se presentan los pasos que se tuvieron en cuenta para hacer esta medida.

1. Para realizar esta medida lo primero fue investigar los métodos propuestos en la IEEE 80-2000.
2. Después de realizar la investigación se generaron muchos interrogantes los cuales originaron que se solicitará asesoría personalizada por parte del Ingeniero Néstor Alfonso Rivera Ochoa con 20 años de experiencia en el

tema, quien a su vez brindo una aplicación del método para medir equipotencialidad y cómo utilizar el microhmetro [14], en el campo 38 de explotación petrolera en Barrancabermeja Santander.

3. Teniendo el conocimiento y el equipo se procede a hacer la medida de equipotencialidad en los edificios programados que cuentan con subestación eléctrica.
4. Al ingresar al edificio de Biblioteca, se ubica el punto de referencia, que corresponde al barraje electrolítico de puesta a tierra que se encuentra en el tablero general de baja tensión dos (2), la cual a su vez se interconecta con los diferentes puntos a medir. Los resultados se muestran en la tabla 15.
5. Después se procede a calcular el valor de la sección transversal del conductor equipotencial entre el punto de referencia y el punto a medir de acuerdo a la siguiente formula.

$$A = \rho \frac{l}{R} = 1,71 \times 10^{-8} [\Omega * m] * \frac{l [m]}{R [m\Omega]}$$

$$A = 1,71 \times 10^{-8} [\Omega * m] * (1000) * \frac{l [m]}{R [\Omega]} * \frac{(1000 \text{ mm})^2}{1 \text{ m}^2}$$

Dónde:

ρ → Resistividad del cobre

A → Sección transversal real del conductor equipotencial en $[mm^2]$

l → Longitud del conductor equipotencial en campo, dada en $[m]$

R → Resistencia medida por el microhometro $[m\Omega]$

6. A continuación se calcula la sección transversal mínima que debe tener el conductor equipotencial entre el punto de referencia y el punto a medir, utilizando datos suministrados por el operador de red (corriente trifásica de falla a tierra y tiempo de despeje de la falla). La fórmula por la cual se calcula la sección mínima se enuncia en seguida y es tomada de la IEEE 80-2000.

$$A_{mm^2} = \frac{I * K_f * \sqrt{t_c}}{1,9737}$$

Dónde:

K_f → Constante del material, para el caso del cobre duro cuando se utiliza soldadura exotermicase utiliza 7,06 (ver tabla 15.3 RETIE 2013)

A → Sección transversal real del conductor equipotencial en [mm²]

t_c → Tiempo de despeje de la falla suministrado por la ESSA = 500 [ms]

I → Corriente de cortocircuito trifásica de falla a tierra [kA]

7. Para saber si la sección transversal cumple se debe comparar la sección mínima teórica con la sección determinada en campo.

Dónde:

$$A_{mm^2 \text{ en campo}} \geq A_{mm^2 \text{ teorica}}$$

Si la anterior condición es favorable, se concluirá que el conductor equipotencial cumple, de lo contrario se determina que el conductor no cumple, en caso de no existir valor de la medición entre el punto de referencia y el punto a medir se considera sin conexión a la red equipotencial (SC), de acuerdo como se observa en la tabla 15.

4.1.4 Medición de tensión de toque y de paso.

La importancia de estas mediciones es conocer si las tensiones de toque y paso no sobrepasan los límites tolerables, para una persona de 70 kg, que camine y pueda tener contacto indirecto con elementos metálicos que están aledaños a la subestación eléctrica de cada edificio.

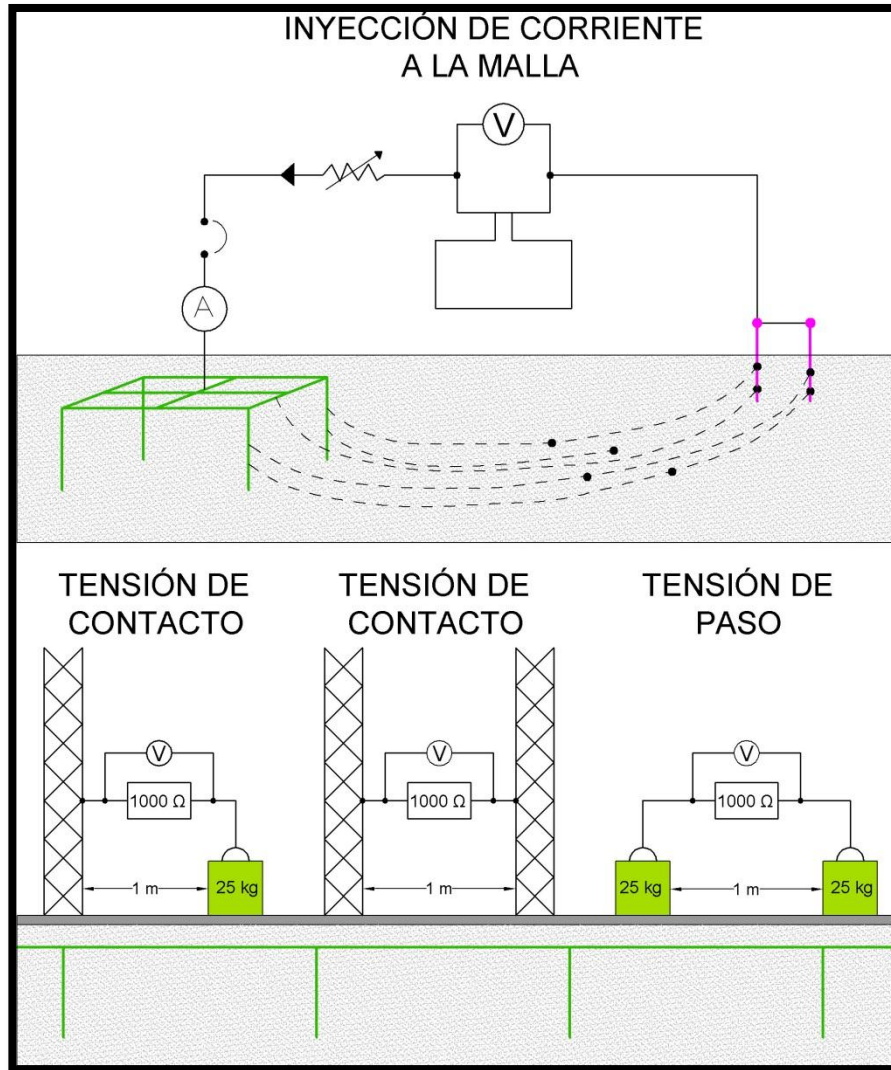
La metodología que se utilizó para realizar las medidas de tensión de toque y de paso fue la siguiente:

1. Se analizó información de diferentes fuentes, para tener un conocimiento básico de cómo hacer la medida.
2. Después de tener el conocimiento básico, se procedió a solicitar al ingeniero Néstor Alfonso Rivera Ochoa un refuerzo de cómo realizar este

tipo de medición. Quién a su vez permitió realizar una visita práctica, donde se explicó con detalle el procedimiento y medidas de seguridad para medir tensiones de toque y tensiones de paso.

3. En seguida se procedió a solicitar y a tramitar los permisos de ingreso del ingeniero Néstor Alfonso Rivera Ochoa y los equipos requeridos para la medición en los edificios del campus universitario, teniendo en cuenta que ya se tenía claro el procedimiento y la importancia para realizar las mediciones.
4. Cuando se consiguieron los permisos necesarios de ingreso, se programó una fecha para ejecutar las mediciones. Cabe resaltar que esta prueba solo se podía realizar un domingo por motivos de seguridad, puesto que se debía delimitar una zona de riesgo y era obligatorio que ninguna persona diferente al equipo de trabajo se acercara a este sitio.
5. Al tener las condiciones mencionadas en el numeral 3 y 4, se inició la prueba en el edificio de Biblioteca.
6. Al estar presente en el edificio de Biblioteca se ubicó un punto de inspección en la malla de puesta a tierra, para conectar uno de los terminales del equipo de inyección. El otro terminal se ubica en la tierra remota o en el sitio donde se ubicó el electrodo de corriente, para la medición de resistencia de puesta a tierra. Además se buscó un punto de alimentación, para energizar el equipo de inyección, este puede tomar una corriente de 30 a 50 [A].
7. Al tener el equipo de inyección conectado, se realizó el montaje del circuito que permitiera tomar las lecturas de tensión de paso y tensión de toque. Se utilizaron dos placas de cobre de 200 [cm^2], las cuales ejercen una fuerza sobre el suelo de 250 [N], una de 1000 ohmios que simulará la resistencia promedio del cuerpo humano y un multímetro para tomar los valores de tensiones a medir. A continuación se muestran las configuraciones utilizadas. Ver figura 13.

Figura 13 Montaje para la medición tensión toque y tensión de paso



8. A continuación se explicará cómo se realizó la toma de datos en un punto.
 - ✓ Se tomó una lectura inicial con el multímetro antes de inyectar la corriente de falla en la malla. Este valor será V_0 y es producido por las corrientes de fuga que circulan la malla.
 - ✓ En seguida se inyectará una corriente simulando una condición de falla en la malla, posterior a esto se tomó una segunda lectura de tensión con el multímetro designada V_1 .

- ✓ A continuación se hizo una conmutación en el equipo de inyección para desfazar la onda sinusoidal de corriente en 180° y se tomó una tercera lectura con el multímetro denominada V_2 .
- ✓ Es importante en este tipo de medición, calcular tensión promedio de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$V = \sqrt{\frac{V_1^2 + V_2^2}{2} - V_0^2}$$

- ✓ Se debe calcular la tensión promedio en cada punto porque el resultado debe ser un número real en caso contrario se debe aumentar corriente inyectada en la malla.
 - ✓ Este procedimiento se utilizó en cada lugar donde se tomaron las medidas.
9. Teniendo la tensión promedio en cada punto medido se calculó la tensión máxima a través del cuerpo en condición de falla a tierra, de acuerdo con la siguiente expresión.

$$V_{max} = V * \frac{I_{falla\ a\ tierra}}{I_{prueba}}$$

Dónde:

$V \rightarrow$ Tensión promedio calculada.

$I_{falla\ a\ tierra} \rightarrow$ Corriente de falla dada por el operador de red.

$I_{prueba} \rightarrow$ Corriente inyectada a la malla por el equipo de inyección.

10. El cálculo de la tensión máxima, para cada medida realizada en el edificio de Biblioteca se almaceno en la tabla 16.
11. Para determinar si las tensiones medidas en el edificio de Biblioteca están por debajo de los límites tolerables, se debe hacer una comparación entre las tensiones admisibles que se muestran en la tabla #### y la tensión máxima calculada en la ecuación anterior.

Tabla 14 Tensiones tolerables según tipo de suelo.

Valores admisibles de tensión [V]			Tipo de Suelo	SIMBOLO	Resistividades [Ωm]
Vp	Vc	Vd			
2638,92	765,09	164,05	Concreto	C	2500
2902,58	829,12	164,05	Gravilla	G	2766,33
1426,23	470,58	164,05	Baldosa	B	1275
1433,44	472,33	164,05	Tierra	T	1282,28
Vp	Tensión de paso				
Vc	Tensión de contacto				
Vd	Diferencia de potencial				

Fuente Autores

12. Teniendo en cuenta la comparación descrita en el numeral anterior se definió lo siguiente:

Si $V_{max} \leq V_{admisible}$ cumple.

Si $V_{max} \geq V_{admisible}$ no cumple.

13. En seguida se muestra el cálculo tipo, donde se determina el cumplimiento de las tensiones de paso y contacto en el edificio de Biblioteca. En la aplicación de este cálculo se utilizara el ítem 1 de la tabla 16.

Datos.

$V_0 = 0,93$ [mV] Tensión medida antes de inyectar la corriente a la malla.

$V_1 = 124,05$ [mV] Tensión medida despues de realizar la inyección de corriente a la malla.

$V_2 = 127,32$ [mV] Tensión medida despues de realizar la inyección de corriente por el electrodo ubicado en la tierra remota.

Ahora se calcula la tensión promedio.

$$V = \sqrt{\frac{V_1^2 + V_2^2}{2} - V_0^2} = \sqrt{\frac{(124,05)^2 + (127,32)^2}{2} - (0,93)^2}$$

$$V = 125,692 [mV]$$

En seguida se calcula la tensión máxima.

$$V_{max} = V * \frac{I_{falla a tierra}}{I_{prueba}} = 125,692 [mV] * \frac{3,6 [kA]}{30 [A]}$$

$$V_{max} = 15,083 [V]$$

14. Teniendo en cuenta que el tipo de suelo, donde se realizó la medición es concreto, se busca el valor de tensión tolerable para este tipo de suelo en la tabla #### y se compara con la tensión máxima calculada, como se muestra a continuación.

$$V_{max} = 15,083 [V]$$

$$V_C = 765,39 [V] \text{ Tensión tolerable de contacto para suelo de concreto}$$

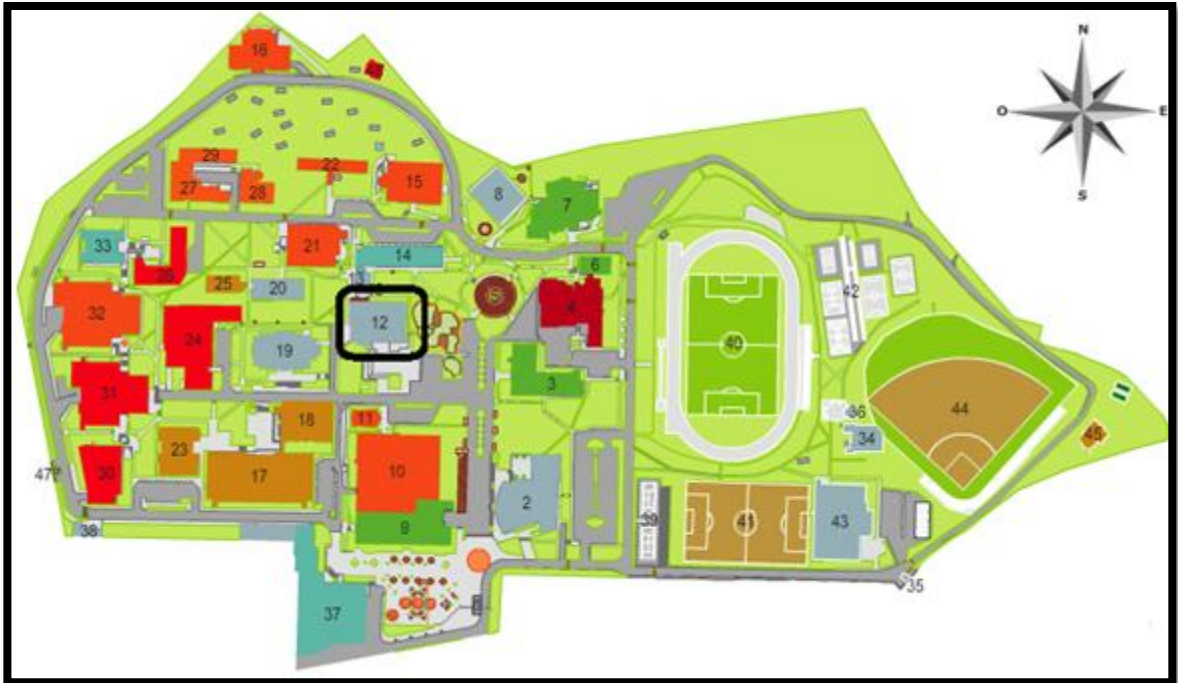
Como $V_{max} \leq V_{admisible}$, se concluye que cumple.

15. Para el resto de las mediciones se utilizó el mismo procedimiento de cálculo y comparación, para determinar el cumplimiento de las tensiones de paso y toque en las subestaciones de los edificios a evaluar del campus universitario.

4.2 BIBLIOTECA. NO 12.

El edificio de Biblioteca, se encuentra en el área central del campus principal de la Universidad Industrial de Santander, como se muestra a continuación.

Figura 14 Ubicación edificio BIBLIOTECA



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

En las instalaciones de este edificio, la subestación eléctrica se encuentra situada en la parte occidental debajo del primer piso. La parte interna de la subestación está constituida por dos áreas, en el área uno se encuentra la planta eléctrica y en el fondo en el área dos, se encuentra el cuarto donde están ubicados los transformadores, las celdas y los tableros. Por el sitio de la ubicación de los diferentes equipos, tableros, celdas y transformadores de la subestación, se considera que es de tipo interior.

En la inspección realizada, a simple vista se observa que las puertas para estas áreas mencionadas anteriormente, no son de tipo cortafuegos, sino por el contrario son metálicas y conformadas por barrotes. El área del sitio donde se encuentran los tableros de baja tensión, los tableros del aire acondicionado, las

celdas, los transformadores, los barrajes, entre otros elementos y equipos es de $32,5 m^2$.

En esta subestación, se encuentran dos transformadores de 315 kVA cada uno. Estos transformadores son trifásicos y se encargan del suministro de cada una de las cargas eléctricas del edificio de Biblioteca.

El primer transformador cuyas especificaciones técnicas son: Transformador trifásico, 315 kVA, marca SIEMENS de $13200 V / (220-127) V \pm 2*2,5 \%$ se encarga del suministro de los servicios generales del edificio y de los equipos sensibles que se encuentran en él. El segundo transformador cuyas especificaciones técnicas son: Transformador trifásico, 315 kVA, marca ANDINA DE TRANSFORMADORES de $13200 V / (440-254) V \pm 2*2,5 \%$, se encarga del suministro de las cargas de aires acondicionados de todo el edificio de Biblioteca.

Las celdas mencionadas anteriormente, que hacen parte también de esta subestación eléctrica, tienen un sistema de cierre y seccionamiento compuesto por tres seccionadores con las siguientes características. El primero de ellos, es de marca SOCOL, es de 24 kV y se encuentra conectado al barraje de derivación e interconectando con la subestación principal del edificio de Ingeniería eléctrica del campus central de la Universidad Industrial de Santander; los otros dos seccionadores que allí se encuentran, son de tipo dúplex y son también de 24 kV, se conectan al barraje de derivación y se encargan del suministro de energía de los transformadores mencionados y de las subestaciones eléctricas de los edificios CENTIC y Administración 1 los cuales se encuentran alrededor del edificio de Biblioteca.

Además de los transformadores y celdas, se tiene la planta eléctrica mencionada anteriormente. Esta planta eléctrica se encuentra ubicada en la entrada principal de la subestación, ocupa aproximadamente un área de $16,5 m^2$, es de marca

CUMMINS y sus especificaciones eléctricas son las siguientes: Planta eléctrica, potencia trifásica 375 kVA /300 KW y tensión 127/220 V.

En esta planta se tendrán en cuenta las medidas de equipotencialidad y seguridad en las partes de la puerta de acceso, el armazón, entre otras.

Por otro lado, la malla de puesta a tierra de este edificio es de forma rectangular. Cuenta con 6 cajas de inspección de 30x30 cm^2 , situadas a las afueras de la subestación, específicamente, en el costado sur de la edificación en una parte de zona verde. Los puntos que se encuentran en las cajas de inspección, tienen varillas copperweld de cobre de 5/8" y sus conexiones son fijadas con soldadura exotérmica para interconectar los conductores de cobre # 2/0 con los cuales está constituida la malla del SPT.

Dentro de esta subestación, se realizan las medidas respectivas de seguridad estipuladas en este proyecto en los puntos principales de atención como lo son: los barrajes de neutro y tierra, las puertas de acceso a los tableros, la bandeja porta cable, la carcasa de los armarios, canaletas, entre otros.

4.2.1 Formato de no conformidades RETIE.

Tabla 15.Formato de no conformidad RETIE – BIBLIOTECA.






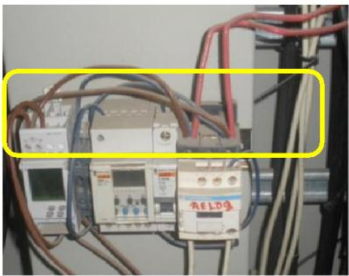
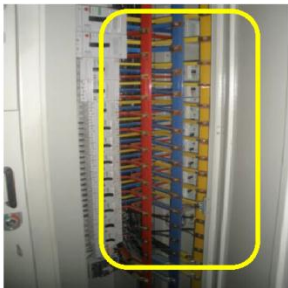
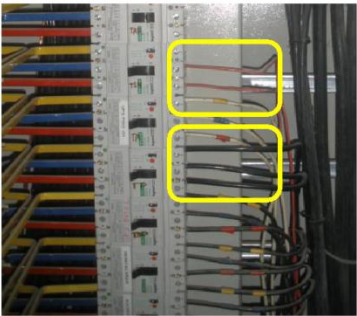


12. BIBLIOTECA



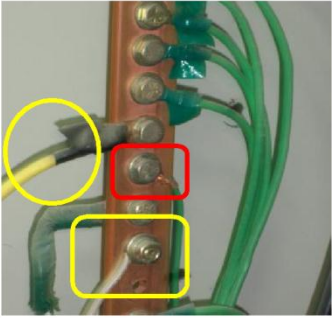
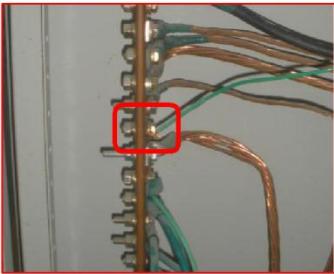
NO CONFORMIDADES




RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 23/08/2013
VERSIÓN N° 0







#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	BÓVEDA TRANSFORMADOR 1 Y 2		RETIE 2013. ART.4.1.a RETIE 20013 ART. 20.25.2.c	NTC 2050 SECCIÓN 450-43	El transformador requiere una bóveda construida con un material que ofrezca un resistencia al fuego mínimo de tres horas.
2	BÓVEDA TRANSFORMADOR 1 Y 2			NTC 2050 SECCIÓN 450-43.b	Se evidencia que en las bóvedas de los transformadores no existe brocal en la parte inferior de las puertas.
			RETIE 2013 ART. 21.1.w RETIE 2013 ART. 21.1.w	NTC 2050 SECCIÓN 450-43.a	Los transformadores instalados en interiores de edificios, requieren que las entradas desde el interior del edificio, estén dotadas de puertas cortafuego, capaces de evitar que el incendio del transformador se propague a otros sitios de la edificación
			RETIE 2013 ART. 20.4.1.c		

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
3	BÓVEDA TRANSFORMADOR 1 Y 2			NTC 2050 SECCIÓN 110-13.a	Se evidencia que los transformadores no se encuentran apoyados sobre una superficie el cual garantice una sujeción firme con el suelo.
				NTC 2050 SECCIÓN 450-13	No se evidencia barrera o valla que evite el acceso a personal no calificado y no autorizado.
			RETIE 2013 ART. 21.1.u		El cuarto del transformador no cuenta con iluminación de emergencia.
4	BÓVEDA TRANSFORMADOR 1 Y 2		RETIE 2013 ART. 20.2.9.d		Se evidencia que los conductores de media no llega a una porta mufa para que garantice un radio de curvatura suave y evite esfuerzos mecánicos.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		No se evidencia el uso adecuado del código de colores, para los conductores de media tensión.
5	CUARTO DEL TRANSFORMADOR			NTC 2050 SECCIÓN 450-13	Se evidencia que la bóveda del transformador no tiene fácil acceso para realizar inspección y mantenimiento.
				NTC 2050 SECCIÓN 450-86	

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
6	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.13		El contactor de control no cumple con los requisitos de garantizar una conmutación confiable debido a su montaje e instalación mal realizado.
7	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.1.c		No se evidencia barrera o acrílico que impida el contacto directo con los barrajes a los que llegan las fases.
			RETIE 2013 ART. 20.23.3.i		
8	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Se evidencia el no cumplimiento del código de colores.
9	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12	Se evidencia que la instalación no fue realizada de forma limpia y profesional.
	CUARTO DE UBICACIÓN DE LOS TRANSFORMADORES CELDAS Y TABLERO GENERAL.			NTC 2050 SECCIÓN 384-4	Se evidencia que la instalación no se encuentra protegida contra daños, el cual garantice protección a las personas que transiten por este sitio.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
10	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2088 ART.17.9.1 .2.a	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	Se evidencia que existe mas de un conductor puesto en el mismo borne de conexión.
			RETIE 2013 ART. 20.12.2.a - ART. 20.23.1.3. a,c		
11	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.2. c		Se evidencia que los barrajes de puesta a tierra que están en el tablero general de distribución no están montados sobre aisladores.
12	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	 	RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	Se evidencia que no se utilizaron conectores que garanticen una conexión rígida con el barraje de puesta a tierra.
			RETIE 2013 ART. 20.12		Las conexiones al barraje de puesta a tierra que no se realicen con conectores adecuados generan par galvánico en los puntos de conexión.
			RETIE 2013 ART. 20.12.1		
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Se evidencia que algunos conductores que llegan al barraje de puesta a tierra no cumplen con el código de colores establecido por el RETIE.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
13	CUARTO DEL AIRE ACONDICIONADO		RETIE 2013 ART. 20.6.a	NTC 2050 SECCIÓN 300-24	Las tuberías eléctricas expuestas a la vista deben estar marcadas con franjas de color naranja.
14	CUARTO DEL AIRE ACONDICIONADO		RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. b		No se evidencia límites de aproximación a los equipos del cuarto de aire acondicionado.
16	CUARTO DEL AIRE ACONDICIONADO		RETIE 2013 ART. 6.1.1-ART. 6.2.2-ART. 20.23.1.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.c	No se evidencia señal de riesgo eléctrico en el gabinete de control y gabinete de transferencia automática.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. b		No se evidencia límites de aproximación en los gabinetes de control.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
17	CAMARAS DE INSPECCIÓN MALLA DE PUESTA A TIERRA		RETIE 2013 ART. 15.1.d		Se observa que las cámaras de inspección que permiten verificar las características del electrodo de puesta a tierra y su conexión con la red equipotencial se encuentran llenas de desechos sólidos, lo cual evita que se tenga un acceso fácil, para realizar la respectiva inspección y medición.
					
					
18	CAMARAS DE INSPECCIÓN MALLA DE PUESTA A TIERRA		RETIE 2013 ART. 15.3.3.c		Se evidencia que las conexiones realizadas con soldadura exotérmica no garantizan una unión mecánica y eléctricamente segura.
					
					
			RETIE 2013 ART. 15.6 Tabla 15.5		Se evidencia que la malla de puesta a tierra no se le ha realizado mantenimiento según lo estipulado en el RETIE.
			RETIE 2013 ART. 15.3.3.c		Se evidencia que el conductor de puesta a tierra no es uniforme en toda su instalación.
			RETIE 2013 ART. 15.3.3.c		Se evidencia que las conexiones realizadas con soldadura exotérmica no garantizan una unión mecánica y eléctricamente segura.
			RETIE 2013 ART. 15.3.3.e		Se evidencia que el conductor aislado conectado al electrodo de puesta a tierra no es de color verde, verde con rayas amarillas o identificado con rayas verdes en los puntos de inspección y extremos.

Fuente: Autores.

4.2.2 Medidas de resistencia de puesta a tierra.

Tabla 16. Medición resistencia de puesta a tierra - BIBLIOTECA.



12. BIBLIOTECA

MEDICIÓN RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

RAZÓN SOCIAL: Univeridad Industrial de Santander

CIUDAD Bucaramanga

DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria

FECHA: 03/09/2013

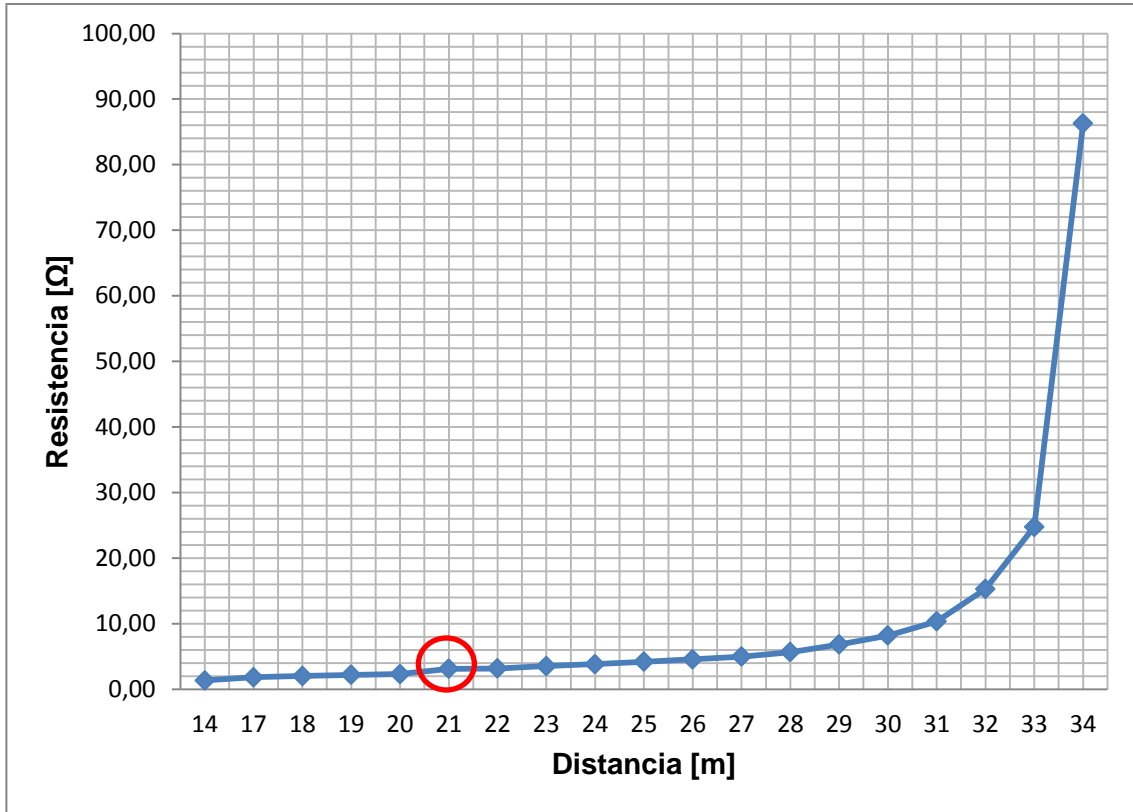
VERSION N° 0

Distancia de electrodo de corriente	35 metros
Orientación para la medición	Noroeste

d [m]	Medida 1 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Medida 2 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Medida 3 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Promedio [Ω]
14	1,31	16:05:00	1,36	16:05:35	1,32	16:06:05	1,33
17	1,85	16:11:17	1,84	16:11:47	1,8	16:12:17	1,83
18	2,03	16:14:22	2,09	16:14:52	1,96	16:15:22	2,03
19	2,18	16:18:02	2,24	16:18:32	2,17	16:19:02	2,20
20	2,31	16:22:09	2,35	16:22:39	2,3	16:23:09	2,32
21	3,11	16:28:49	3,12	16:29:19	3,16	16:29:49	3,13
22	3,16	16:35:54	3,19	16:36:24	3,18	16:36:54	3,18
23	3,49	16:40:08	3,59	16:40:38	3,52	16:41:08	3,53
24	3,83	16:44:16	3,86	16:44:46	3,8	16:45:16	3,83
25	4,22	16:48:03	4,2	16:48:33	4,18	16:49:03	4,20
26	4,61	16:53:28	4,55	16:53:58	4,54	16:54:28	4,57
27	4,97	16:58:12	4,97	16:58:42	5,01	16:59:12	4,98
28	5,66	17:02:21	5,66	17:02:51	5,66	17:03:21	5,66
29	6,84	17:06:44	6,83	17:07:14	6,82	17:07:44	6,83
30	8,21	17:10:11	8,18	17:10:41	8,22	17:11:11	8,20
31	10,33	17:15:32	10,3	17:16:02	10,36	17:16:32	10,33
32	15,16	17:20:55	15,3	17:21:25	15,44	17:21:55	15,30
33	24,7	17:25:31	24,7	17:26:01	24,9	17:26:31	24,77
34	86,22	17:30:04	86,22	17:30:34	86,4	17:31:04	86,28
Medida con el electrodo de potencial al 62% del electrodo de corriente							3,13 Ω

Fuente: Autores.

Figura 15 Perfil de resistencia de puesta a tierra - BIBLIOTECA.



Fuente: Autores.

4.2.3 Medidas de equipotencialidad.

Tabla 17. Medición de equipotencialidad - BIBLIOTECA.



12. BIBLIOTECA

MEDICIÓN DE EQUIPOTENCIALIDAD

RAZÓN SOCIAL	Universidad Industrial de Santander
CIUDAD	Bucaramanga
DIRECCIÓN :	Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA	21/10/2013
VERSIÓN	N° 0

Tiempo de disparo de la protección			0,5 [s]	
Intensidad corriente de falla a tierra			3,6 [kA]	
Sección mínima del conductor			9,1 [mm ²]	
PUNTO DE MEDICIÓN	* RESISTENCIA [mΩ]	*LONGITUD [m]	**AREA [mm ²]	APROBACIÓN
TABLERO GENERAL TGB-2				
Barraje Neutro	5,12	1,10	3,87	No cumple
TABLERO GENERAL TGB-1				
Puerta Gabinete	-----	1,05	0,00	SC
Barraje Neutro	-----	1,20	0,00	SC
Barraje de Puesta a Tierra	-----	1,15	0,00	SC
GABINETE DE MEDIDORES				
Barraje Neutro	3,92	1,05	4,82	No cumple
Puerta	-----	0,95	0,00	SC
TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN				
Barraje Neutro	-----	2,15	0,00	SC
Barraje de Puesta a Tierra	1,20	2,20	33,00	Cumple
TRANSFORMADOR DE AIRE ACONDICIONADO				
Puerta izquierda bóveda	5,89	4,52	13,81	Cumple
Puerta derecha bóveda	5,91	6,59	20,07	Cumple
Cuba del transformador	5,30	4,87	16,54	Cumple
TRANSFORMADOR DE SERVICIOS GENERALES				
Puerta izquierda bóveda	5,67	6,85	21,75	Cumple
Puerta derecha bóveda	14,60	5,76	7,10	No cumple
Cuba del transformador	4,35	6,08	25,16	Cumple
TABLERO DE POTENCIA Y CONTROL AIRE ACONDICIONADO				
Puerta gabinete	3,42	10,58	55,68	Cumple
Barraje de Puesta a Tierra	4,87	11,02	40,73	Cumple
TRANSFERENCIA AUTOMATICA				
Puerta	6,53	7,54	20,78	Cumple
CELDA DE MT 1				
Puerta	5,87	3,94	12,08	Cumple
CELDA DE MT 2				
Puerta	6,95	4,94	12,79	Cumple
CELDA DE MT 3				
Puerta	6,24	5,94	17,13	Cumple
CELDA DE MT 4				
Puerta	5,45	5,75	18,99	Cumple
PERTA INGRESO CUARTO DE TABLEROS				
Puerta derecha	3,85	3,52	16,46	Cumple
Puerta izquierda	4,1	4,35	19,10	Cumple

PUNTO DE MEDICIÓN	* RESISTENCIA [mΩ]	*LONGITUD [m]	**AREA [mm ²]	APROBACIÓN
Puerta derecha	3,85	3,52	16,46	Cumple
Puerta izquierda	4,1	4,35	19,10	Cumple
BANDEJA PORTACABLES				
Zona de tableros	4,75	2,7	10,23	Cumple
Zona de equipos aire acondicionado	5,12	6,89	24,22	Cumple
COMPRESOR				
Carcasa Compresor	7,89	9,34	21,31	Cumple
BOMBA DE AGUA 1				
Carcasa motor 1	6,84	11,68	30,74	Cumple
BOMBA DE AGUA 2				
Carcasa motor 2	6,17	13,24	38,63	Cumple
AIRE ACONDICIONADO				
Carcasa equipo de A.A	5,85	5,32	16,37	Cumple
GABINETE MEDIDOR CUARO DE AIRE ACONDICIONADO				
Puerta gabinete	4,32	6,28	26,17	Cumple
Barraje de puesta a tierra	3,18	6,35	35,94	Cumple

SIN CONEXIÓN A LA REFERENCIA	SC	REFERENCIA	Barraje de puesta a tierra - Tablero general TGB-2
No conectado a la referencia	-----		
*	Resistencia y longitud tomada desde el punto de referencia al punto a medir.		
**	Área de la sección del conductor desde punto de referencia al punto a medir.		

Fuente: Autores.

4.2.4 Medidas de tensiones de paso y de contacto.



Tabla 18. Medición de tensión de paso y contacto - BIBLIOTECA.

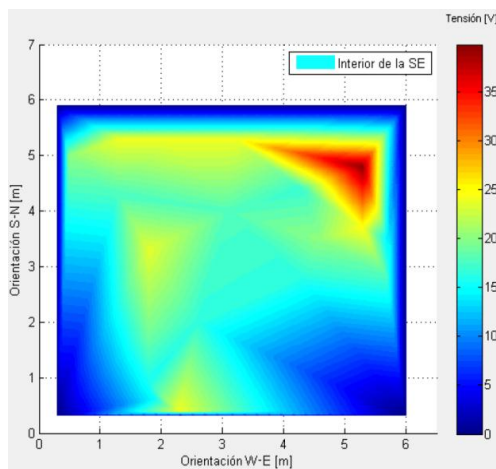
12. BIBLIOTECA										
MEDICIÓN DE TENSION DE PASO Y CONTACTO										
RAZÓN SOCIAL		Universidad Industrial de Santander								
CIUDAD:		Bucaramanga								
DIRECCIÓN :		Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria								
FECHA:		28/10/2013								
VERSIÓN		N° 0								
Tiempo de disparo de la protección				0,5 [S]						
Intensidad corriente de falla a tierra				3,6 [kA]						
Corriente inyectada a la malla				30 [A]						
Valores admisibles de tensión [V]			Tipo de Suelo	SIMBOLO	Resistividades [Ω m]					
Vp	Vc	Vd								
2638,92	765,09	164,05	Concreto	C	2500					
2902,58	829,12	164,05	Gravilla	G	2766,33					
1426,23	470,58	164,05	Baldosa	B	1275					
1433,44	472,33	164,05	Tierra	T	1282,28					
Vp	Tension de paso									
Vc	Tensión de contacto									
Vd	Diferencia de potencial									
#	UBICACIÓN	TIPO DE SUELO	V admisible	Vo [mV]	V1 [mV]	V2 [mV]	V [mV]	Vmax [V]	CUMPLE	
									SI	NO
1	Puerta derecha bóveda transformador 1	C	Vc	0,93	124,05	127,32	125,69	15,083	X	
2	Puerta izquierda bóveda transformador 1	C	Vc	0,89	128,98	151,31	140,59	16,87	X	
3	Puerta derecha bóveda transformador 2	C	Vc	0,54	132,17	141,37	136,85	16,422	X	
4	Puerta izquierda bóveda transformador 2	C	Vc	0,78	146,02	146,65	146,33	17,56	X	
5	Puerta celda de MT - medición 1	C	Vc	0,87	188,98	200,41	194,78	23,373	X	
6	Puerta celda de MT - medición 2	C	Vc	0,41	160,03	162,31	161,17	19,341	X	
7	Puerta celda de MT - medición 3	C	Vc	0,1	132,36	128,32	130,36	15,643	X	
8	Puerta celda de MT - medición 4	C	Vc	64,87	208,78	208,1	198,09	23,771	X	
9	Puerta tablero general TGB 1	C	Vc	68,32	208,85	208,13	196,98	23,637	X	

#	UBICACIÓN	TIPO DE SUELO	V admisible	Vo [mV]	V1 [mV]	V2 [mV]	V [mV]	Vmax [V]	CUMPLE	
									SI	NO
10	Puerta tablero general TGB 2	C	Vc	66,30	201,5	207,85	193,67	23,24	X	
11	Puerta tablero general de distribución	C	Vc	65,45	207,61	209,30	197,92	23,75	X	
12	Cuarto de tableros - medición 1	C	Vp	10,42	135,12	139,15	136,75	16,41	X	
13	Cuarto de tableros - medición 2	C	Vp	4,17	143,17	146,87	144,97	17,397	X	
14	Cuarto de tableros - medición 3	C	Vp	4,1	148,78	145,28	146,98	17,638	X	
15	Cuarto de tableros - medición 4	C	Vp	6,61	165,35	167,89	166,49	19,979	X	
16	Cuarto de tableros - medición 5	C	Vp	7,42	119,45	115,32	117,17	14,06	X	
17	Cuarto de tableros - medición 6	C	Vp	5,59	168,21	167,74	167,88	20,146	X	
18	Cuarto de tableros - medición 7	C	Vp	8,12	197,89	202,17	199,88	23,985	X	

Fuente: Autores.

En la siguiente figura se muestra la distribución de tensiones medidas en la tabla anterior, de acuerdo a cada punto medido en Biblioteca.

Figura 16 Distribución de tensiones - BIBLIOTECA



Fuente: Autores.

4.2.5 Recomendaciones y costos estimados de los materiales.

La subestación de Biblioteca no tiene una bóveda específica para alojar los transformadores, por esta razón se sugiere construir una bóveda de paredes y techos de materiales con resistencia estructural adecuada a las condiciones necesarias para resistir al fuego por lo menos tres horas y si es posible con ventilación. Además los pisos deben estar en hormigón de un espesor de mínimo de 0.1 m.

En la salida de la celda de protección, los cables deben ir sobre porta mufas hasta llegar al transformador, ya que en caso de que se presente movimientos bruscos los cables no se deben tocar entre sí, ni se debe producir algún tipo de falla.

En los conductores de los circuitos del tablero de distribución se debe marcar con cinta aislante de los respectivos colores las fases, para cumplir con el código de colores que estipula el RETIE 2013.

La instalación del contactor se debe hacer según la **norma IEC60947**. Donde los terminales deben estar conectados de manera adecuada para que brinden confiabilidad en el funcionamiento.

Se recomienda que en el tablero general, se instalen barreras que impidan el contacto directo a los barrajes energizados, estas barreras pueden ser en acrílico. Tanto las canalizaciones subterráneas como las cajas de pasos se encuentran en completo desorden y suciedad. Se recomienda limpiar y ajustar los conductores con métodos de alambrados recomendados en la norma NTC 2050 para cumplir con un trabajo limpio, profesional y ordenado.

Para tapar las canalizaciones subterráneas se deben construir tapas de cemento.

En el barraje de neutro se sugiere poner conectores para algunos de los conductores que no tienen, además se deben colocar los suficientes terminales en el barraje que satisfagan la cantidad de conductores que se desean conectar a él.

El barraje de puesta a tierra no posee aisladores, por lo tanto se recomienda poner aisladores en los extremos donde estos se ajustan a la carcasa del tablero eléctrico.

Las tuberías que contienen los conductores del sistema eléctrico, se recomienda marcarlas con franjas de color naranja con cinta aislante o pintura adecuada para este caso.

Para el tablero general y el gabinete de control se recomienda instalar stickers que contengan la debida señalización del riesgo eléctrico.

Se recomienda poner con pintura las franjas de limitación, el acercamiento al transformador, al tablero de distribución, a las celdas de maniobra, a las celdas de transferencia, y a la maquinaria de aire acondicionado.

Tabla 19. Presupuesto de materiales para solucionar no conformidades en la biblioteca.

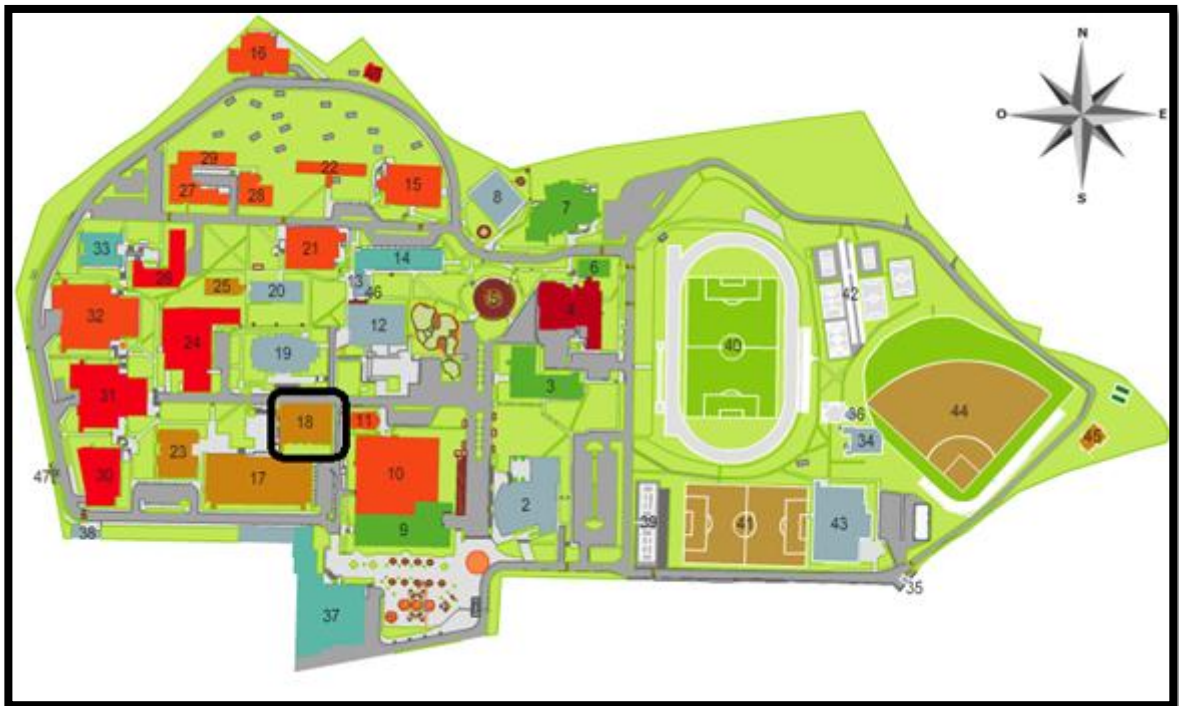
12. BILIOTECA								
COSTO DE MAERIALES PARA SULUCIONAR NO CONFORMIDADES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTICAS								
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	Equipos	Materiales	Mno. De Obra	V/UNITARIO	VR/PARCIAL
1,00	BÓVEDA Y SUBESTACIÓN ELECTRICA							
1,01	Construcción del brocal para bóveda de transformador	U	2	\$ -	\$ 23.780	\$ -	\$ 23.780	\$ 47.560
1,02	Montaje de barrera de limitación para transformadores	U	2	\$ -	\$ 3.576	\$ -	\$ 3.576	\$ 7.152
1,03	Instalación de iluminación de emergencia	U	2	\$ -	\$ 122.967	\$ -	\$ 122.967	\$ 245.934
1,04	Montaje de bandeja portacables para red de MT	U	2	\$ -	\$ 43.500	\$ -	\$ 43.500	\$ 87.000
1,05	Identificación de conductores de MT	U	3	\$ -	\$ 4.524	\$ -	\$ 4.524	\$ 13.572
1,06	Instalar iluminación de emergencia	U	2	\$ -	\$ 21.402	\$ -	\$ 21.402	\$ 42.804
2,00	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN							
2,01	Rotular circuitos en el TGBT	U	3	\$ -	\$ 15.080	\$ -	\$ 15.080	\$ 45.240
2,02	Instalar señal de riesgo eléctrico en tableros	U	2	\$ -	\$ 17.608	\$ -	\$ 17.608	\$ 35.216
2,03	Identificación de conductores de circuitos red de BT	U	1	\$ -	\$ 6.032	\$ -	\$ 6.032	\$ 6.032
2,04	Rotular tensión y corriente nominal de operación	U	1	\$ -	\$ 20.880	\$ -	\$ 20.880	\$ 20.880
2,05	Montaje aisladores para barrajes electrolíticos	U	4	\$ -	\$ 1.740	\$ -	\$ 1.740	\$ 6.960
2,06	Instalación de terminales estañado para conductores colocados en los barrajes	U	10	\$ -	\$ 4.408	\$ -	\$ 4.408	\$ 44.080
2,07	Conexión equipotencial en puertas los tableros de distribución	U	9	\$ -	\$ 1.183	\$ -	\$ 1.183	\$ 10.647
3,00	EQUIPOS Y ACCESORIOS							
3,01	Identificación de tubería a la vista	U	2	\$ -	\$ 1.740	\$ -	\$ 1.740	\$ 3.480
3,02	Limites de aproximación para equipos y gabinetes	U	1	\$ -	\$ 78.880	\$ -	\$ 78.880	\$ 78.880
3,03	Montaje señal de riesgo eléctrico	U	2	\$ -	\$ 10.092	\$ -	\$ 10.092	\$ 20.184
3,04	Sellar cajas de inspección	U	1	\$ -	\$ 58.000	\$ -	\$ 58.000	\$ 58.000
4,00	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA							
4,01	Colocar tapas en cajas de inspección del sistema de puesta a tierra	U	4	\$ -	\$ 11.600	\$ -	\$ 11.600	\$ 46.400
4,02	Identificar conductores aislados que se instalan en el SPT	U	1	\$ -	\$ 1.508	\$ -	\$ 1.508	\$ 1.508
4,03	Rectificar soldadura exotérmica	U	4	\$ -	\$ 29.000	\$ 6.726	\$ 35.726	\$ 142.904

Fuente: Autores.

4.3 CAMILO TORRES. NO 18.

El edificio de Camilo Torres se encuentra ubicado en la parte sur-occidente de la Universidad Industrial de Santander. Este edificio consta de cuatro pisos, los cuales cuentan principalmente con salones destinados al uso principalmente de los estudiantes de pregrado de todo el campus universitario. Además de esto cuenta con un auditorio llamado Sergio Gamboa, el cual se localiza en el primer piso del edificio.

Figura 17 Ubicación edificio CAMILO TORRES.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

La subestación de este edificio se encuentra situada en la parte de atrás del edificio al costado occidental, limitando con la vía vehicular y el parqueadero. La subestación está constituida por el cuarto del transformador, el cuarto de los tableros y el cuarto de la planta.

El ingreso al transformador se puede hacer por medio de una puerta corta fuegos de color blanco que se encuentra ubicada en el paso peatonal del parqueadero, el ingreso al cuarto de los tableros se hace por medio de dos puertas metálicas de barrotes y el ingreso al cuarto de la planta es por medio de una puerta abatible metálica que está ubicada al costado derecho del cuarto del transformador. Por esta visualización realizada al momento de la inspección se puede considerar que esta, es una subestación de tipo interior.

Como ya se mencionó anteriormente, se cuenta con tres cuartos. El primer cuarto, el cuarto del transformador cuenta con un área de $8,7 \text{ m}^2$. Allí se encuentra ubicado el transformador trifásico marca SIEMENS, cuyos valores nominales son: potencia aparente de 500 kVA, relación de tensión $13200 \text{ V} / (220-127) \text{ V} \pm 2*2,5\%$. En este cuarto con los formatos de no conformidad elaborados se realizan las inspecciones correspondientes al transformador y se realizan las medidas de equipotencialidad en los diferentes puntos como en la puerta corta fuego, la cuba del transformador, la bandeja porta cables, entre otros.

El segundo cuarto es el cuarto de los tableros. El área del cuarto de los tableros es de $17,2 \text{ m}^2$. En este cuarto se encuentran el tablero de aires y equipos, el tablero de baja tensión, y el tablero regulado. Además de esto, se encuentra un seccionador dúplex de 13,2 kV que es el encargado de interconectar las subestaciones de la planta de aceros y del edificio de Ingeniería Mecánica que se encuentran alrededor del edificio Camilo Torres. Este cuarto se evalúa con los formatos de no conformidad elaborados con el RETIE 2013 y con la norma NTC 2050, aquí se realizan las respectivas mediciones de equipotencialidad en los principales puntos como lo son: los barrajes de puesta a tierra, las puertas, los armarios, entre otros, tomando como referencia el punto de una de las cajas de inspección de la malla de puesta a tierra ubicada dentro del mismo cuarto.

Y por último el tercer cuarto, es el cuarto donde se encuentra la planta eléctrica de marca CUMMINS, referencia C300 D6, potencia trifásica 375 kVA /300 kW y tensión 220/440 V. Este cuarto tiene un área de 19,4 m², y aquí sólo se investigaron los principales datos, ya que no fue posible acceder a él para realizar las medidas y valoraciones correspondientes.

Por otro lado, la malla del SPT está constituida por seis cajas de inspección de 30x30 cm², cuatro de ellas están situadas en el costado oriental del edificio en un jardín interno de la edificación, otra de ellas está ubicada dentro del cuarto de los tableros y la última se encuentra a la intemperie ubicada entre el cuarto de los tableros y el cuarto del transformador. Los puntos que se encuentran en las cajas de inspección tienen varillas copperweld de cobre de 5/8" y sus conexiones son fijadas con soldadura exotérmica para interconectar los conductores de cobre # 2/0 con los cuales está constituida la malla.

4.3.1 Formato de no conformidades RETIE.







Tabla 20. Formato de no conformidad RETIE – CAMILO TORRES.


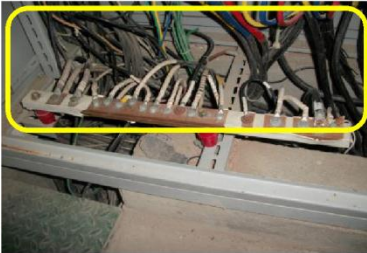
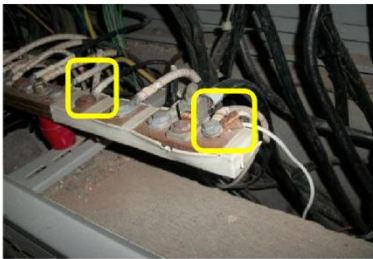
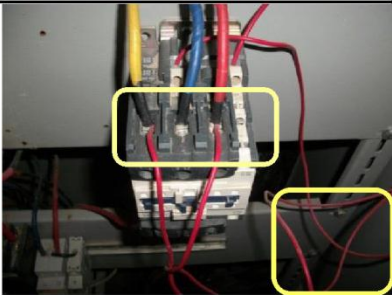


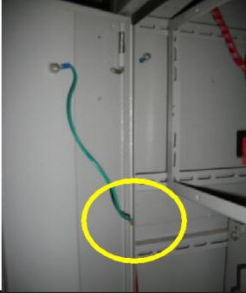
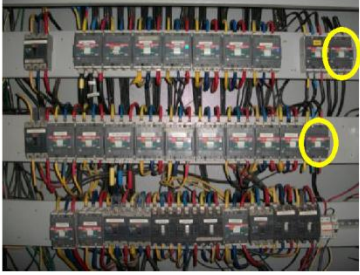
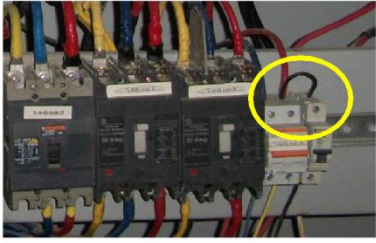
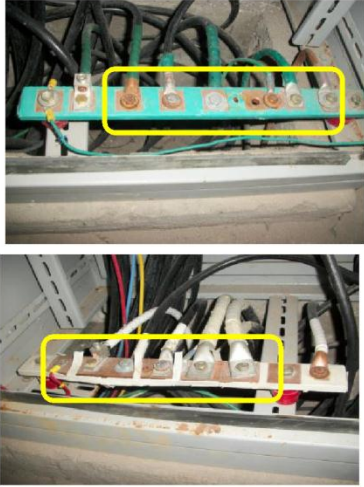
18. CAMILO TORRES

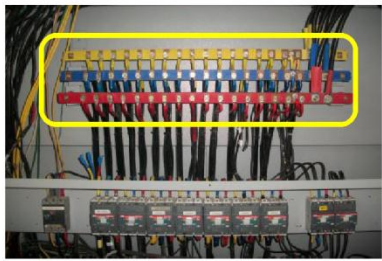




NO CONFORMIDADES

RAZÓN SOCIAL	Universidad Industrial de Santander
CIUDAD	Bucaramanga
DIRECCIÓN :	Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA	22/08/2013
VERSIÓN	Nº 0







#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 6.1.1-ART. 6.2.2-ART. 20.23.1.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.c	Los gabinetes no presentan ningún tipo de señalización conforme a cada identificación y su correspondiente señal de seguridad
			RETIE 2013 ART. 13.4.j Figura 13.4		No se evidencia los límites de aproximación en el tablero general de distribución.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4.i		No se evidencia el diagrama unifilar actualizado.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. b		No se evidencia el valor de la corriente nominal de operación en el tablero de distribución.
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.4. a		No se evidencia la tensión de trabajo de los tableros de distribución
2	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.1.c	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.a	Los barrajes de las fases están expuestas a cualquier contacto físico sin ningún tipo de barrera protectora (acrílico)

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
3	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		No se utiliza el código de colores exigido por la norma en los conductores que llegan a la protección.
4	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12	Se evidencia que la instalación no fue realizada de forma limpia y profesional. Además se observa deteriorados algunos materiales en el tablero.
5	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	las conexiones en los terminales del barraje del neutro no están asegurando una conexión buena, ya que en algunos terminales hay más de un conductor .
6	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.13		El contactor de control no cumple con los requisitos de garantizar una conmutación confiable debido a su inadecuada conexión en sus terminales y desorden en el cableado.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
8	TABLERO GENERAL REGULADO		RETIE 2013 ART. 23.23.1.2. e		Se evidencia que el punto equipotencial que une la puerta con el gabinete no esta sólidamente puesta a tierra.
9	TABLERO GENERAL AIRES Y EQUIPOS		RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. g		Se evidencia que algunos circuitos del tablero no están marcados.
10	TABLERO GENERAL AIRES Y EQUIPOS		RETIE 2013 ART. 20.23.1.3. b		No se debe unir varios conductores o terminales eléctricos simulando barrajes.
11	TABLERO GENERAL REGULADO		RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	Se evidencia el uso de conectores, tuercas y elementos de fijación no certificados

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
12	TABLERO GENERAL AIRES Y EQUIPOS		RETIE 2013 ART. 27.4.1.c - ART. 20.23.3.i		No se evidencia la barrera que impida el contacto directo con los barrajes de las fases
13	CUARTO DEL TRANSFORMADOR			NTC 2050 SECCIÓN 384-3.a	Se evidencia que existe un conductor que no esta sujeto y se encuentra expuesto.
14	CUARTO DEL TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 20.23.1.3. e		Se evidencia que el barraje de puesta a tierra no tiene suficientes terminales de conexión para los circuitos derivados.
15	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.3. a - 20.23.1.3. c		Se evidencia conexión de varios terminales en un mismo punto del barraje.
16	TABLERO GENERAL BAJA TENSIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.3.i		El acrílico de protección contra contacto directo se encuentra en mal estado.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
17	TABLERO GENERAL BAJA TENSIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.3.i		No se evidencia la barrera que impida el contacto directo con los barrajes de las fases
18	CUARTO TABLERO DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 3 (Lugar o Local Húmedo)		Se evidencia tubería de aguas negras dentro del cuarto de los tableros de distribución y las celdas de MT.
20	CUARTO DEL TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 21.1.u		El cuarto del transformador no cuenta con la trampa para recoger el aceite en caso de fuga.
			RETIE 2013 ART. 17.1.c		No se evidencia la iluminación de emergencia dentro de la bóveda del transformador.
21	CUARTO DEL TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3.f		No se evidencia el uso adecuado del código de colores para conductores de media tensión
			RETIE 2013 ART. 20.2.9.d		No se evidencia las porta mufas en los conductores de media tensión para mantener el radio de curvatura en la conexión.
22	CUARTO DEL TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 27.4.2.e		El soporte donde están sujetos los cables de media tensión no se encuentra equipotencializado.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
23	CAMARAS DE INSPECCIÓN DE SPT		RETIE 2013 ART. 15.3.3.c		Se evidencia que las conexiones elaboradas con soldadura exotérmica no fue realizada de forma adecuada, debido a que no se garantiza una conexión mecánica y eléctricamente segura.
					
23	CAMARAS DE INSPECCIÓN DE SPT		RETIE 2013 ART. 15.6		Se evidencia que no se ha realizado el mantenimiento adecuado, debido a que se encontraron puntos de corrosión en las cámaras de inspección revisadas.
					
24	CAMARAS DE INSPECCIÓN DE SPT		RETIE 2013 ART. 15.3.3.c		Se evidencia que los conductores del SPT no mantienen su uniformidad durante toda su instalación, porque en algunos puntos se observa esfuerzos mecánicos en el conductor de puesta a tierra, generando que se aumente el valor de la resistencia en esos puntos y a su vez ocasionando que las corrientes de falla no se drenen fácilmente.
					

Fuente: Autores.

4.3.2 Medidas de resistencia de puesta a tierra.

Tabla 21. Medición resistencia de puesta a tierra - CAMILO TORRES.



18. CAMILO TORRES

MEDICIÓN RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

RAZÓN SOCIAL: Universidad Industrial de Santander

CIUDAD: Bucaramanga

DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria

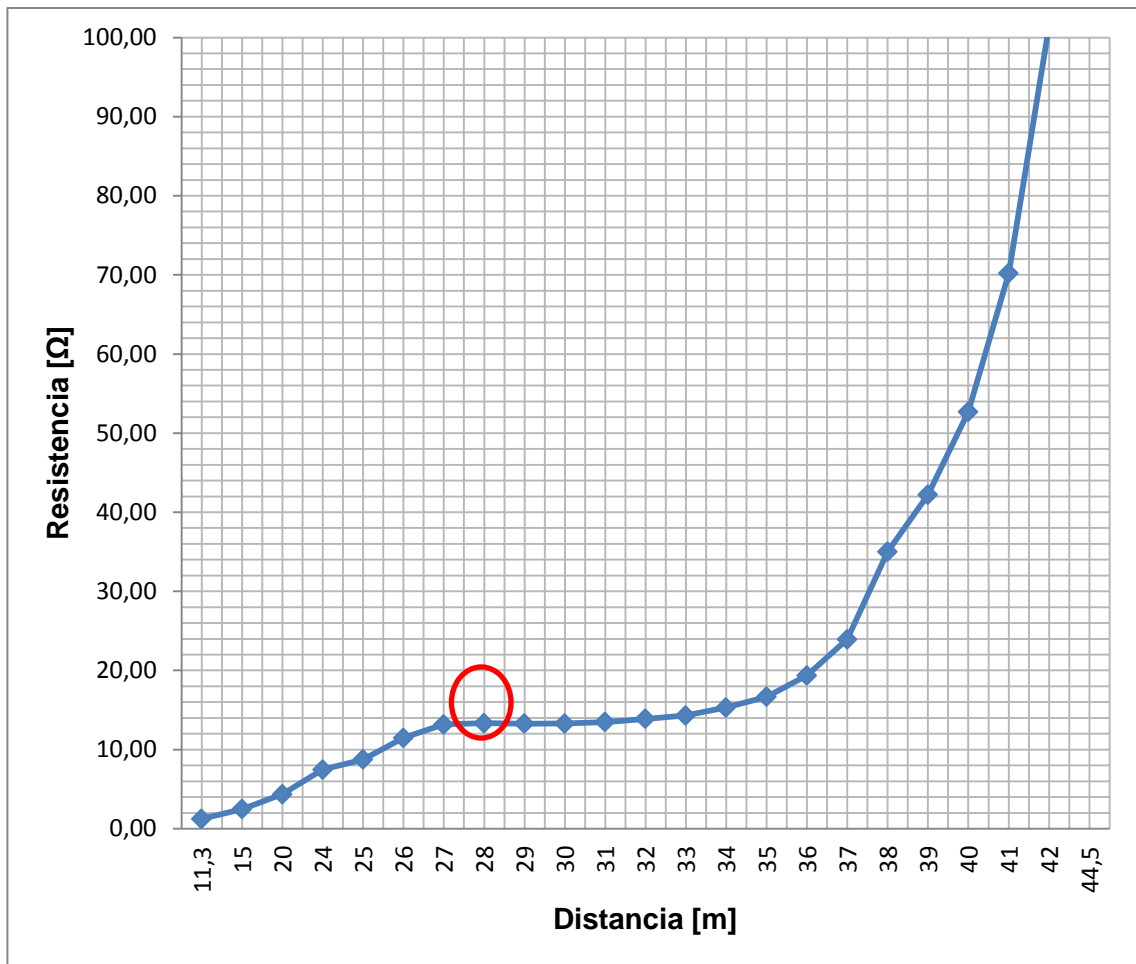
FECHA: 05/09/2013

VERSIÓN N° 0

Distancia de electrodo de corriente	44,5 metros
Orientación para la medición	Oeste

d [m]	Medida 1 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Medida 2 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Medida 3 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Promedio [Ω]
11,3	1,27	09:02:23	1,23	09:02:53	1,21	09:03:23	1,24
15	2,35	09:05:34	2,57	09:06:04	2,53	09:06:34	2,48
20	4,38	09:08:14	4,23	09:08:44	4,47	09:09:14	4,36
24	7,49	09:12:08	7,54	09:12:38	7,38	09:13:08	7,47
25	8,8	09:14:52	8,81	09:15:22	8,6	09:15:52	8,74
26	11,42	09:17:37	11,59	09:18:07	11,43	09:18:37	11,48
27	13,12	09:20:24	13,29	09:20:54	13,09	09:21:24	13,17
28	13,32	09:22:59	13,33	09:23:29	13,36	09:23:59	13,34
29	13,2	09:25:03	13,37	09:25:33	13,28	09:26:03	13,28
30	13,32	09:27:48	13,36	09:28:18	13,18	09:28:48	13,29
31	13,48	09:31:43	13,45	09:32:13	13,5	09:32:43	13,48
32	13,93	09:35:01	13,87	09:35:31	13,84	09:36:01	13,88
33	14,34	09:38:16	14,29	09:38:46	14,32	09:39:16	14,32
34	15,33	09:42:02	15,31	09:42:32	15,29	09:43:02	15,31
35	16,13	09:46:08	16,79	09:46:38	17,11	09:47:08	16,68
36	19,43	09:49:55	19,51	09:50:25	19,13	09:50:55	19,36
37	23,7	09:53:04	23,9	09:53:34	24,2	09:54:04	23,93
38	34,8	09:56:53	34,9	09:57:23	35,3	09:57:53	35,00
39	42,3	09:59:49	42,1	10:00:19	42,2	10:00:49	42,20
40	52,9	10:03:17	52,4	10:03:47	52,7	10:04:17	52,67
41	70,3	10:06:59	70,2	10:07:29	70,1	10:07:59	70,20
42	101,4	10:10:11	101,6	10:10:41	101,7	10:11:11	101,57
44,5	258	10:13:06	258	10:13:36	257	10:14:06	257,67
Medida con el electrodo de potencial al 62% del electrodo de corriente							13,34 Ω

Figura 18 Perfil de resistencia de puesta a tierra - Camilo Torres.



Fuente: Autores.

4.3.3 Medidas de equipotencialidad.

Tabla 22. Medición de equipotencialidad – CAMILO TORRES.



18. CAMILO TORRES

MEDICIÓN DE EQUIPOTENCIALIDAD

RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
 CIUDAD Bucaramanga
 DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
 FECHA 22/10/2013
 VERSIÓN N° 0

Tiempo de disparo de la protección		0,5 [S]		
Intensidad corriente de falla a tierra		3,6 [kA]		
Sección mínima del conductor		8,6 [mm ²]		
PUNTO DE MEDICION	* RESISTENCIA [mΩ]	*LONGITUD [m]	**AREA [mm ²]	APROBACIÓN
PUERTA BÓVEDA TRANSFORMADOR				
Puerta derecha	3,34	2,80	15,09	Cumple
Puerta izquierda	3,40	4,80	25,41	Cumple
Marco	3,35	2,10	11,28	Cumple
DAMPERS BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR				
Dámper 1	4,51	4,70	18,76	Cumple
Dámper 2	-----	1,20	0,00	SC
Dámper 3	3,98	1,80	8,14	No cumple
TRANSFORMADOR				
Conexión Tierra	3,92	2,80	12,86	Cumple
Soporte para cables MT	-----	3,80	0,00	SC
Cuba del transformador	6,57	3,90	10,68	Cumple
PUERTAS INGRESO A CUARTO DE TABLEROS				
Puerta 1	-----	4,20	0,00	SC
Puerta 2	-----	6,30	0,00	SC

SIN CONEXIÓN A LA REFERENCIA	SC	REFERENCIA	Electrodo de Puesta de la caja de inspección cerca a la bóveda del transformador.
No conectado a la referencia	-----		
*	Resistencia y longitud tomada desde el punto de referencia al punto a medir.		
**	Área de la sección del conductor desde punto de referencia al punto a medir.		

PUNTO DE MEDICION	* RESISTENCIA [mΩ]	*LONGITUD [m]	**AREA [mm ²]	APROVACIÓN
CAMARA DE INSPECCIÓN SPT EXTERNA				
Electrodo de puesta a tierra	2,59	5,50	38,22	Cumple
TABLERO GENERAL DE REGULADO				
Barraje de Neutro	4,59	3,10	12,16	Cumple
Barraje de puesta a tierra	4,25	3,00	12,71	Cumple
Puerta	-----	3,80	0,00	SC
TABLERO GENERAL DE AIRES Y EQUIPOS				
Barraje de Neutro	6,32	3,85	10,97	Cumple
Barraje de puesta a tierra	5,5	3,80	12,44	Cumple
Puerta	7,98	4,20	9,47	Cumple
TABLERO GENERAL DE BAJA TENSIÓN				
Barraje de Neutro	5,62	2,18	6,98	No Cumple
Barraje de puesta a tierra	4,55	2,75	10,88	Cumple
Puerta	7,53	3,25	7,77	No cumple
CELDA DE MT				
Puerta	4	1,7	7,65	No Cumple
ELEMENTOS METALICOS CUARTO DE TABLEROS				
Bandeja portacables 1	7,60	3,6	8,53	No Cumple
Bandeja portacables 2	6,98	4,5	11,60	Cumple
Bandeja portacables 3	7,32	2,8	6,89	No Cumple

SIN CONEXIÓN A LA REFERENCIA	SC	REFERENCIA	Electrodo de Puesta de la caja de inspección cuarto de tableros
No conectado a la referencia	-----		
*	Resistencia y longitud tomada desde el punto de referencia al punto a medir.		
**	Área de la sección del conductor desde punto de referencia al punto a medir.		

Fuente: Autores.

4.3.4 Medidas de tensiones de paso y de contacto.

Tabla 23. Medición de tensión de paso y contacto – CAMILO TORRES.



18. CAMILO TORRES

MEDICIÓN DE TENSION DE PASO Y CONTACTO

RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD: Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA: 29/10/2013
VERSIÓN N° 0

Tiempo de disparo de la protección	0,5 [S]				
Intensidad corriente de falla a tierra	3,4 [kA]				
Conrriente inyectada a la malla	30 [A]				
Valores admisibles de tensión [V]	Tipo de Suelo	SIMBOLO	Resistividades [Ωm]		
Vp	Vc	Vd			
2638,92	765,09	164,05	Concreto	C	2500
2902,58	829,12	164,05	Gravilla	G	2766,33
1426,23	470,58	164,05	Baldosa	B	1275
1433,44	472,33	164,05	Tierra	T	1282,28
Vp	Tension de paso				
Vc	Tensión de contacto				
Vd	Diferencia de potencial				

#	UBICACIÓN	TIPO DE SUELO	V admisible	Vo [mV]	V1 [mV]	V2 [mV]	V [mV]	Vmax [V]	CUMPLE	
									SI	NO
1	Carcasa del transformador	C	Vc	24,68	265,47	248,61	255,99	29,01	X	
2	Dámper 1	C	Vc	48,12	356,01	359,41	354,46	40,17	X	
3	Puerta derecha Bóveda del transformador	C	Vc	8,01	194,15	201,66	197,78	22,41	X	
4	Puerta izquierda bóveda del transformador	C	Vc	8,21	183,87	189,65	186,6	21,15	X	
5	Damper 3	C	Vc	5,16	243,1	249,78	246,41	27,93	X	
6	Puerta celda de media Tensión	C	Vc	9,08	197,45	204,05	200,57	22,73	X	
7	Bandeja portacable	C	Vc	5,35	256,1	276,15	266,26	30,18	X	
8	Puerta 1 - Tablero general de aires y equipos.	C	Vc	66,47	282,41	276,64	271,52	30,77	X	
9	Puerta 2 - Tablero general de aires y equipos.	C	Vc	10,32	196,65	198,74	197,43	22,38	X	

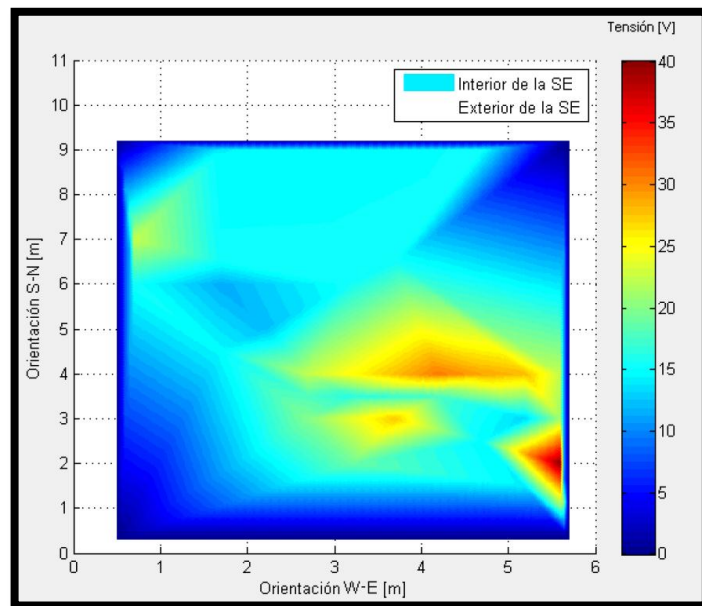
#	UBICACIÓN	TIPO DE SUELO	V admisible	Vo [mV]	V1 [mV]	V2 [mV]	V [mV]	Vmax [V]	CUMPLE	
									SI	NO
10	Gabinete - Tablero general de aires y equipos	C	Vc	3,94	156,14	162,71	159,41	18,07	X	
11	Puerta 1 - Tablero general baja tensión	C	Vc	4,59	164,57	171,54	168,03	19,04	X	
12	Gabinete - Tablero general baja tensión	C	Vc	6,51	171,35	176,21	173,68	19,68	X	
13	Puerta central - Tablero general baja tensión	C	Vc	4,12	246,15	248,31	247,2	28,02	X	
14	Puerta 2 - Tablero general baja tensión	C	Vc	6,32	165,78	164,23	164,89	18,69	X	
15	Puerta superior - Tablero general de regulado.	C	Vc	8,14	192,61	198,4	195,36	22,14	X	
16	Gabinete - Tablero general de regulado	C	Vc	3,94	153,18	161	157,09	17,80	X	
17	Barraje de PT - Tablero general de baja tensión		Vc	1,12	123,04	136,5	129,94	14,73	X	
18	Barraje de PT - Tablero general de regulado	C	Vc	4,00	151,34	162,48	156,96	17,79	X	
19	Barraje de PT - Tablero general de aires y equipos	C	Vc	6,5	169,14	173,64	171,28	19,41	X	
20	Bóveda del transformador - Medición 1	C	Vp	4,15	139,53	145,21	142,34	16,13	X	
21	Bóveda del transformador - Medición 2	C	Vp	4,55	136,21	138,10	137,08	15,54	X	
22	Bóveda del transformador - Medición 3	C	Vp	0,35	124,54	133,78	129,24	14,65	X	
23	Cuarto de la planta de emergencia - Medición 1	C	Vp	4,00	137,89	135,98	136,88	15,51	X	
24	Cuarto de la planta de emergencia - Medición 2	C	Vp	5,42	138,4	136,33	137,26	15,56	X	
25	Cuarto de la planta de emergencia - Medición 3	C	Vp	3,5	136,87	136,74	136,76	15,50	X	

#	UBICACIÓN	TIPO DE SUELO	V admisible	Vo [mV]	V1 [mV]	V2 [mV]	V [mV]	Vmax [V]	CUMPLE	
									SI	NO
26	Pasillo para ingresar al cuarto de tableros - Medición 1	C	Vp	3,26	131,3	134,34	132,79	15,05	X	
27	Pasillo para ingresar al cuarto de tableros - Medición 2	C	Vp	3,6	132,35	134,6	133,43	15,12	X	
28	Suelo natural costado derecho de la bóveda del transformador	T	Vp	0,21	101,65	103,84	102,75	11,65	X	
29	Suelo natural frente a la bóveda del transformador	T	Vp	4,65	137,21	139,48	138,27	15,67	X	
30	Suelo natural frente al cuarto de la planta de emergencia	T	Vp	1,5	103,45	111,32	107,45	12,18	X	
31	Cuarto donde se ubica la planta de emergencia - Medición 1	C	Vp	6,32	164,18	169,75	166,87	18,91	X	
32	Cuarto donde se ubica la planta de emergencia - Medición 2	C	Vp	7,54	165,81	170,47	167,99	19,04	X	
33	Cuarto donde se ubica la planta de emergencia - Medición 3	C	Vp	3,75	136,54	138,69	137,57	15,59	X	
34	Cuarto tablero general - Medición 1	C	Vp	9,15	167,49	172,26	169,65	19,23	X	
34	Cuarto tablero general - Medición 2	C	Vp	7,62	169,71	173,65	171,52	19,44	X	
34	Cuarto tablero general - Medición 3	C	Vp	3,78	162,34	165,47	163,87	18,57	X	
34	Cuarto tablero general - Medición 4	C	Vp	8,49	166,81	171,01	168,71	19,12	X	

Fuente: Autores.

En la siguiente figura se muestra la distribución de tensiones medidas en la tabla anterior, de acuerdo a cada punto medido en el edificio Camilo Torres.

Figura 19 . Distribución de tensiones – CAMILO TORRES.



Fuente: Autores.

4.3.5 Recomendaciones y costos estimados de los materiales.

En el cuarto donde se ubica el tablero del sistema eléctrico se recomienda poner la debida señalización conforme a cada identificación y a su correspondiente señal de seguridad. Además se recomienda poner con pintura las franjas de limitación, el acercamiento al transformador, al tablero de distribución, a las celdas de seccionador y de protección.

En el tablero general se evidencia que los barrajes de las fases no poseen acrílicos como barreras protectoras ante el contacto directo, por esta razón se sugiere instalar los acrílicos. Se recomienda poner el diagrama unifilar en el tablero general.

Se recomienda demarcar los conductores de los circuitos en el tablero general con cinta aislante del color correspondiente a cada fase. Además se sugiere separar los conectores que están sobre puestos en la misma bornera. La puerta del tablero se debe equipotencializar correctamente con el sistema de puesta a tierra.

En la bóveda del transformador se recomienda hacer un sumidero para poder recoger el aceite que expide el transformador. Se recomienda que esto, se haga en dos compartimientos separados y que se unan por medio de dos ductos. Este tipo de drenaje debe cubrir el largo y el ancho del transformador incluyendo los radiadores. En la bóveda del transformador se sugiere instalar luces de emergencia tipo led con una batería de 12 V.

No se evidencia el uso apropiado del código de colores para conductores de media tensión, por esta razón se recomienda demarcar adecuadamente los conductores con cinta aislante de los colores correspondientes.

Además se sugiere equipotencializar el soporte de los conductores de las fases de media tensión. Es importante poner una cadena como barrera que impida el acceso al transformador.

En las cajas de inspección que se hallan dentro del cuarto de los tableros del sistema eléctrico como la que se ubica en la parte de afuera de la subestación, se recomienda hacer mantenimiento, cambiando la soldadura exotérmica que se encuentra en deterioro debido a que se mezclan varios tipos de materiales que producen par galvánico.

Tabla 24. Presupuesto de materiales para solucionar no conformidades en el edificio camilo torres.

18. CAMILO TORRES								
PRESUPUESTO PARA SULUCIONAR NO CONFORMIDADES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTICAS								
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	Equipos	Materiales	Mno. De Obra	V/UNITARIO	VR/PARCIAL
1,00	BÓVEDA Y SUBESTACIÓN ELECTRICA							
1,01	Equipotencializar elementos metálicos dentro de la bóveda	U	2	\$ -	\$ 113.504	\$ -	\$ 113.504	\$ 227.008
1,02	Montaje de barrera de limitación para transformador	U	1	\$ -	\$ 3.576	\$ -	\$ 3.576	\$ 3.576
1,03	Instalación de iluminación de emergencia	U	1	\$ -	\$ 96.335	\$ -	\$ 96.335	\$ 96.335
1,04	Montaje de bandeja portacables para conductores de MT	U	1	\$ -	\$ 43.500	\$ -	\$ 43.500	\$ 43.500
1,05	Identificación red de MT	U	1	\$ -	\$ 4.524	\$ -	\$ 4.524	\$ 4.524
2,00	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN							
2,01	Instalación de señal de riesgo eléctrico en tableros	U	3	\$ -	\$ 10.092	\$ -	\$ 10.092	\$ 30.276
2,02	Limites de aproximación para tableros de distribución	U	3	\$ -	\$ 78.880	\$ -	\$ 78.880	\$ 236.640
2,03	Montaje de diagrama unifilar	U	3	\$ -	\$ 4.988	\$ -	\$ 4.988	\$ 14.964
2,04	Rotular corriente y tensión de operación en tableros	U	3	\$ -	\$ 2.900	\$ -	\$ 2.900	\$ 8.700
2,05	Instalar acrílico que evite contacto directo con las barras electrolíticas	U	3	\$ -	\$ 17.608	\$ -	\$ 17.608	\$ 52.824
2,06	Identificación de conductores de BT	U	1	\$ -	\$ 6.032	\$ -	\$ 6.032	\$ 6.032
2,07	Instalación de barra electrolítica para conductores neutro y sistema de puesta tierra	U	2	\$ -	\$ 70.760	\$ -	\$ 70.760	\$ 141.520
2,08	Montaje de barras electrolíticas para contactor	U	3	\$ -	\$ 15.080	\$ -	\$ 15.080	\$ 45.240
2,09	Rotulado de circuitos en tableros de distribución	U	5	\$ -	\$ 2.900	\$ -	\$ 2.900	\$ 14.500
2,10	Instalar conductor eléctrico desde la barra electrolítica hasta la protección monopolar de 20 A, el cual se encuentra alimentada desde otro interruptor automático, según se observa en numeral 10 del cuadro de no conformidades.	U	1	\$ -	\$ 4.176	\$ -	\$ 4.176	\$ 4.176
2,11	Instalar terminales para conductores de BT	U	5	\$ -	\$ 9.048	\$ -	\$ 9.048	\$ 45.240
3,00	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA							
3,01	Rectificar soldadura exotérmica	U	3	\$ -	\$ 29.000	\$ -	\$ 29.000	\$ 87.000
VALOR TOTAL CON IVA								\$ 1.062.055

Fuente: Autores.

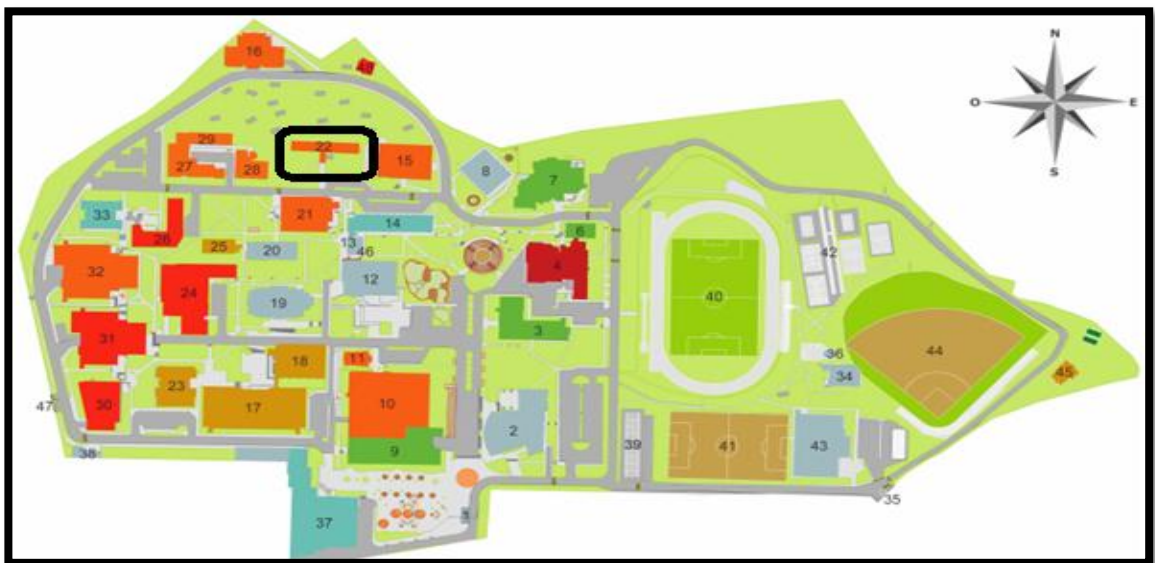
4.4 INGENIERÍA ELÉCTRICA. NO 22.

El edificio Ingeniería Eléctrica se encuentra ubicado en la parte noroccidental de la Universidad Industrial de Santander, como se muestra en la Figura 20.

Este edificio consta de cinco pisos, los cuales cuentan principalmente con salones destinados al uso principalmente de los estudiantes de pregrado de la Escuela de Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.

Este edificio fue remodelado recientemente y posee una nueva subestación con su respectivo transformador y su planta de emergencia.

Figura 20 Ubicación edificio INGENIERÍA ELÉCTRICA.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

La subestación de este edificio se divide en dos zonas encerradas. La primera zona tiene un área de 57 m^2 , dentro de ella se encuentran las celdas del seccionador dúplex de entrada y de salida, y la celda de protección del transformador. En esa misma zona se encuentra un cuarto donde se hallan el

tablero general y el tablero de distribución. Además se encuentra una planta DIESEL de emergencia.

La zona dos posee un área de $24 m^2$. Se trata de un cuarto que cuenta con una puerta corta fuegos y una barrera de protección que impide el acceso al personal no autorizado. Dentro del cuarto está ubicado un transformador trifásico de marca SIEMENS de 630 kVA en conexión Dy5 de 13200/220 V. Las canalizaciones subterráneas por donde entran las fases que van al transformador cuentan con sus respectivas tapas.

La malla del SPT está constituida por doce cajas de inspección en total, sumando las cajas de inspección de la malla y las cajas de inspección que se encuentran alrededor del edificio. Todas tienen una medida de $30 \times 30 cm^2$. Los puntos que se encuentran en las cajas de inspección, tienen varillas copperweld de cobre de $5/8''$, las cuales se interconectan con soldadura exotérmica con los conductores de cobre # 2/0 que constituyen la malla.

4.4.1 Formato de no conformidades RETIE.

Tabla 25. Formato de no conformidad RETIE – INGENIERÍA ELÉCTRICA


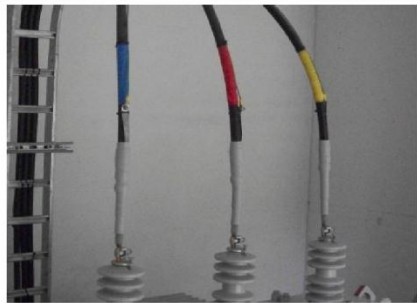






22. INGENIERÍA ELÉCTRICA






NO CONFORMIDADES

RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 30/10/2013
VERSIÓN N° 0

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 27.4.2.e	NTC 2050 SECCIÓN 450-10	Se evidencia que los dämpers que se ubican en bóveda del transformador no se encuentran equipotencializados con el SPT.
					NTC 2050 SECCIÓN 450-45.e
2	BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 20.6.a	NTC 2050 SECCIÓN 300-24	Se evidencia que la tubería que esta sobre el techo de la bóveda del transformador no se encuentra marcada con franjas de color naranja, indicando que al interior tienen conductores eléctricos.
			RETIE 2013 ART. 17.1.c		Se evidencia que dentro de la bóveda del transformador no hay iluminación de emergencia.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
3	TRASFORMA-DOR		RETIE 2013 ART. 27.4.2.e	NTC 2050 SECCIÓN 450-10	Se evidencia que el soporte para los conductores de MT no esta equipotencializado con el SPT.
			RETIE 2013 ART. 20.6.a	NTC 2050 SECCIÓN 300-24	Se evidencia que la bandeja portables para conductores de MT no esta marcado con franjas de color naranja.
4	TRASFORMA-DOR		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Se evidencia que los conductores de media tensión que llegan a los bornes del transformado no cumplen con el código de colores establecido por el RETIE.
5	TRASFORMA-DOR		RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	Se evidencia que no se utiliza ningún tipo de conector certificado en los conductores de puesta a tierra que llegan a la cuba del transformador, el cual garantice una conexión solida a tierra y evite que se genere par galvánico en este tipo de conexión.
			RETIE 2013 ART. 20.12		
6	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 13.4.j Figura 13.4		No se evidencia los límites de aproximación al tablero de distribución.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
7	CUARTO DE TABLEROS Y PLANTA DE EMERGENCIA		RETIE 2013 ART. 20.6.a	NTC 2050 SECCIÓN 300-24	Se evidencia que las bandejas portacables y la tubería no se encuentra marcada con franjas de color naranja, el cual indique que portan conductores de energía eléctrica.
8	CUARTO DE LA PLANTA DE EMERGENCIA		RETIE 2013 ART. 13.4.j Figura 13.4		No se evidencia límites de aproximación a la celda de media tensión.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
9	CAJA DE INSPECCIÓN UBICADA EN EL CUARTO DE TABLEROS.		RETIE 2013 ART. 15.3.3.c		Se evidencia que el conductor de puesta a tierra no fue instalado de forma adecuada, porque no se mantiene la uniformidad durante la instalación.
10	CAJAS DE INSPECCIÓN EXTERNAS		RETIE 2013 ART. 15.3.3.c		Se evidencia que las conexiones realizadas con soldadura exotérmica no esta mecánica y eléctricamente segura. Además se observa que el conductor no mantiene su uniformidad durante toda la instalación.
			RETIE 2013 ART. 15.3.3.c		Se evidencia que la conexión realizada con soldadura exotérmica no garantiza una unión mecánica y eléctricamente segura.
			RETIE 2013 ART. 15.3.3.c		Se evidencia que el conductor de puesta a tierra fue sometido a esfuerzos mecánicos el ocasiona que no mantenga su uniformidad en toda la instalación.
			RETIE 2013 ART. 15.6		Se sugiere realizar mantenimiento a la mayoría de las uniones y conductores mal conectados en la instalación del SPT

Fuente: Autores.

4.4.2 Medidas de resistencia de puesta a tierra.

Tabla 26. Medición resistencia de puesta a tierra – INGENIERÍA ELÉCTRICA.



22. INGENIERÍA ELÉCTRICA

MEDICIÓN RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

RAZÓN SOCIAL: Universidad Industrial de Santander

CIUDAD Bucaramanga

DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria

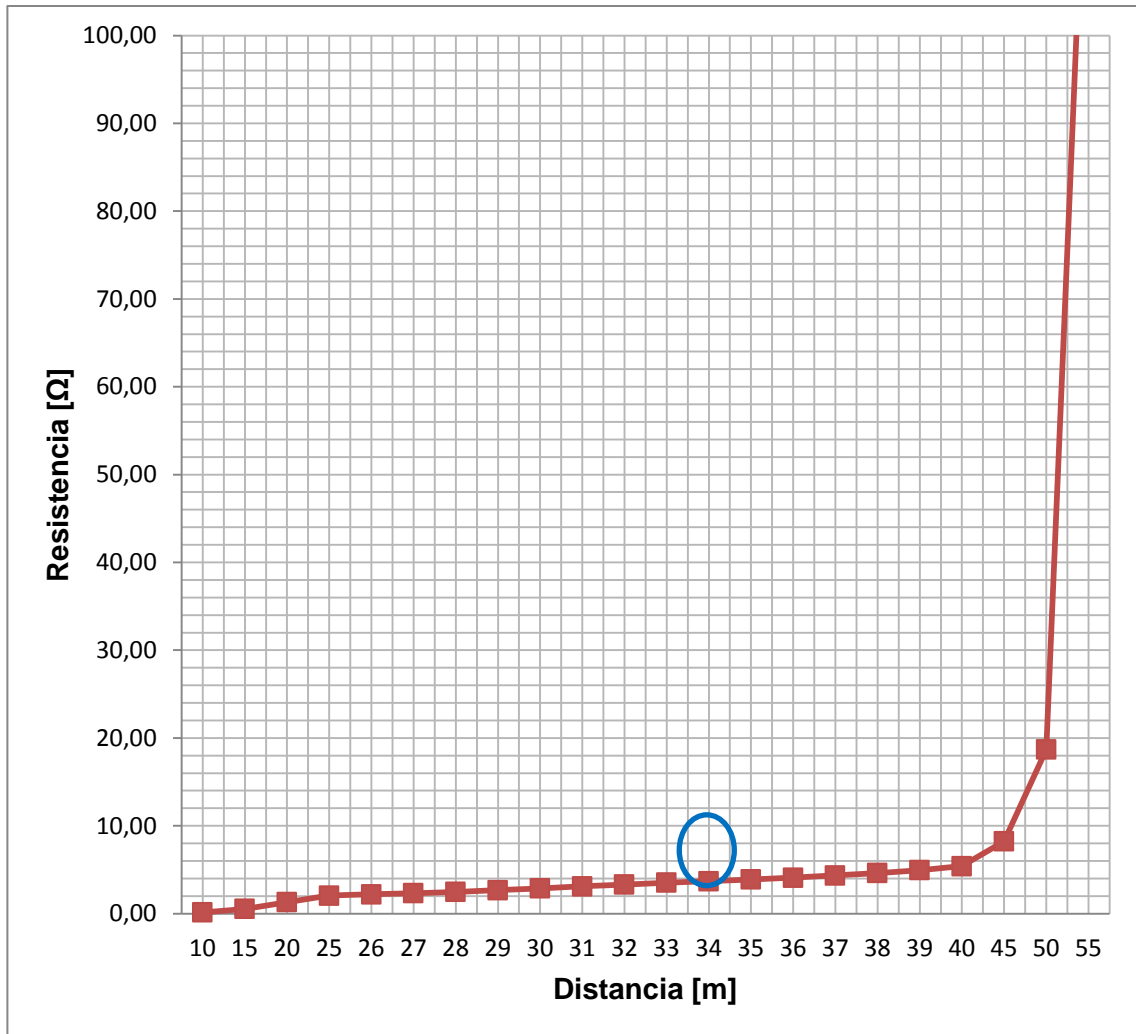
FECHA 15/09/2013

VERSIÓN N° 0

Distancia de electrodo de corriente	55 metros
Orientación para la medición	Noroeste

d [m]	Medida 1 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Medida 2 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Medida 3 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Promedio [Ω]
10	0,14	10:20:16	0,16	10:20:36	0,15	10:21:16	0,15
15	0,55	10:23:07	0,54	10:23:37	0,54	10:24:07	0,54
20	1,33	10:26:02	1,32	10:26:32	1,3	10:27:02	1,32
25	2,05	10:29:14	2,04	10:29:44	2,06	10:30:14	2,05
26	2,2	10:32:17	2,19	10:32:47	2,2	10:33:17	2,20
27	2,33	10:35:06	2,33	10:35:36	2,32	10:36:06	2,33
28	2,48	10:38:01	2,48	10:38:31	2,48	10:39:01	2,48
29	2,66	10:41:21	2,69	10:41:51	2,66	10:42:21	2,67
30	2,88	10:45:52	2,88	10:46:28	2,88	10:46:52	2,88
31	3,12	10:48:05	3,11	10:48:35	3,11	10:49:05	3,11
32	3,32	10:53:13	3,3	10:53:43	3,31	10:54:13	3,31
33	3,53	10:57:29	3,52	10:57:59	3,53	10:58:29	3,53
34	3,7	11:00:18	3,71	11:00:48	3,7	11:01:18	3,70
35	3,89	11:03:30	3,88	11:04:00	3,89	11:04:30	3,89
36	4,11	11:07:42	4,1	11:08:12	4,09	11:08:42	4,10
37	4,35	11:10:33	4,36	11:11:03	4,34	11:11:33	4,35
38	4,63	11:13:16	4,63	11:13:46	4,62	11:14:16	4,63
39	4,95	11:16:08	4,96	11:16:38	4,97	11:17:08	4,96
40	5,41	11:19:15	5,41	11:19:45	5,4	11:20:15	5,41
45	8,23	11:23:02	8,23	11:23:32	8,23	11:24:02	8,23
50	18,67	11:27:47	18,67	11:28:17	18,75	11:28:47	18,70
55	132,8	11:30:56	132,5	11:31:26	132,8	11:31:56	132,70
Medida con el electrodo de potencial al 62% del electrodo de corriente							3,70

Figura 21 Perfil de resistencia de puesta a tierra - INGENIERÍA ELÉCTRICA.



Fuente: Autores.

4.4.3 Medidas de equipotencialidad.

Tabla 27. Medición de equipotencialidad – INGENIERÍA ELÉCTRICA.



22. INGENIERÍA ELÉCTRICA

MEDICION DE EQUIPOTENCIALIDAD

RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 30/09/2013
VERSIÓN N° 0

Tiempo de disparo de la protección			0,5 [S]	
Intensidad corriente de falla a tierra			3,2 [kA]	
Sección mínima del conductor			8,1 [mm ²]	
PUNTO DE MEDICION	* RESISTENCIA [mΩ]	*LONGITUD [m]	**AREA [mm ²]	APROBACIÓN
BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR				
Marco puerta	15,61	10,38	11,97	Cumple
Puerta derecha	21,06	9,20	7,86	No cumple
Puerta izquierda	20,52	9,20	8,07	No cumple
Dámper 1	-----	8,20	0,00	SC
Dámper 2	25,30	8,35	5,94	No cumple
Dámper 3	-----	11,60	0,00	SC
TRANSFORMADOR				
Cuba	19,78	10,92	9,94	Cumple
Conductor de puesta a tierra del transformador	14,50	10,80	13,41	Cumple
Gabinete ubicado en el transformador	13,01	11,39	15,76	Cumple
Porta mufas (Soporte conductores MT)	-----	13,32	0,00	SC
Bandeja portecables conductores de BT	22,51	10,46	8,36	Cumple
PUERTA ENTRADA CUARTO PLANTA DE EMERGENCIA				
Puerta derecha	13,02	6,30	8,71	Cumple
Puerta Izquierda	13,01	6,30	8,72	Cumple
CELDA DE MT TRANSFORMADOR				
Puerta	10,12	8,10	14,41	Cumple
CELDA DE PASO MT				
Puerta	11,02	8,30	13,56	Cumple



PUNTO DE MEDICION	* RESISTENCIA [mΩ]	*LONGITUD [m]	**AREA [mm ²]	APROVACIÓN
CAJAS DE INSPECCIÓN SPT CUARTO PLANTA Y TABLEROS				
Caja de inspección 1	14,35	10,60	13,30	Cumple
Caja de inspección 2	15,20	12,60	14,92	Cumple
Caja de inspección 3	20,30	18,95	16,80	Cumple
TRANSFERENCIA				
Puerta	10,64	10,30	17,42	Cumple
ELEMENTOS UBICADOS EN CUARTO DE TABLEROS				
Puerta entrada	-----	11,45	0,00	SC
Barraje equipotencial SPT 1	19,3	18,95	17,67	Cumple
Barraje equipotencial SPT 2	18,35	11,07	10,86	Cumple
Bandeja portacables	19,00	13,25	12,55	Cumple
BARRAJE GENERAL 3x120/208 VOLTIOS - 2000 A				
Puerta	-----	13,65	0,00	SC
Barraje puesta a tierra	15,60	14,15	16,33	Cumple
Barraje de neutro	16,02	14,50	16,29	Cumple
BARRAJE GENERAL 3x120/208 VOLTIOS - 1000 A				
Puerta	13,40	12,60	16,93	Cumple
Barraje puesta a tierra	13,20	12,95	17,66	Cumple
Barraje de neutro	13,23	12,75	17,35	Cumple
GABINETE MEDIDOR - TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN				
Puerta superior izquierda	14,54	13,95	17,27	Cumple
Puerta superior derecha	15,02	12,45	14,92	Cumple
GABINETE TOTALIZADOR GENERAL 800 A				
Puerta	13,6	13,45	17,80	Cumple
BARRAJE GENERAL DE EMERGENCIA				
Puerta	16,03	10,15	11,40	Cumple

SIN CONEXIÓN A LA REFERENCIA	SC	REFERENCIA	Electrodo de puesta a tierra de la cámara de inspección externa
No conectado a la referencia	-----		
*	Resistencia y longitud tomada desde el punto de referencia al punto a medir.		
**	Área de la sección del conductor desde punto de referencia al punto a medir.		

Fuente: Autores.

4.4.4 Medidas de tensiones de paso y de contacto.

Tabla 28. Medición de tensión de paso y contacto – INGENIERÍA ELÉCTRICA.



22. INGENIERÍA ELÉCTRICA

MEDICION DE TENSION DE PASO Y CONTACTO

RAZÓN SOCIAL: Universidad Industrial de Santander

CIUDAD: Bucaramanga

DIRECCIÓN: Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria

FECHA: 28/10/2013

VERSIÓN: N° 0

Tiempo de disparo de la protección			0,5 [S]		
Intensidad corriente de falla a tierra			3,6 [kA]		
Corriente inyectada a la malla			30 [A]		
Valores admisibles de tensión [V]			Tipo de Suelo	SIMBOLO	Resistividades [Ω m]
Vp	Vc	Vd			
2638,92	765,09	164,05	Concreto	C	2500
2902,58	829,12	164,05	Gravilla	G	2766,33
1426,23	470,58	164,05	Baldosa	B	1275
1433,44	472,33	164,05	Tierra	T	1282,28
Vp	Tension de paso				
Vc	Tensión de contacto				
Vd	Diferencia de potencial				

#	UBICACIÓN	TIPO DE SUELO	V admisible	Vo [mV]	V1 [mV]	V2 [mV]	V [mV]	Vmax [V]	CUMPLE	
									SI	NO
1	Puerta derecha bóveda del transformador	C	Vc	34,70	347,08	354,31	348,99	41,88	X	
2	Puerta izquierda bóveda del transformador	C	Vc	31,50	338,47	348,64	342,15	41,06	X	
3	Cuaba del transformador	C	Vc	7,30	186,92	188,64	187,64	22,52	X	
4	Soporte conductores de MT	C	Vc	17,65	192,80	201,32	196,31	23,56	X	
5	Bandeja portacables conductores BT del transformador	C	Vc	12,64	128,30	133,51	130,88	15,71	X	
6	Dámper superior	C	Vc	10,50	195,60	202,34	198,72	23,85	X	
7	Dámper inferior	C	Vc	12,70	130,89	135,80	132,76	15,93	X	
8	Puerta derecha entrada planta de emergencia	C	Vc	14,90	136,20	135,81	135,19	16,22	X	
9	Puerta izquierda entrada planta de emergencia	C	Vc	10,30	170,64	171,10	170,56	20,47	X	
10	Puerta celda de media tensión	C	Vc	6,10	57,30	59,65	58,17	6,98	X	

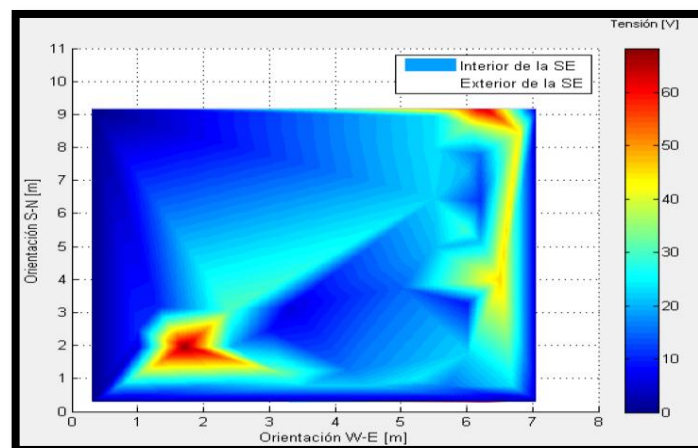
#	UBICACIÓN	TIPO DE SUELO	V admisible	Vo [mV]	V1 [mV]	V2 [mV]	V [mV]	Vmax [V]	CUMPLE	
									SI	NO
11	Puerta transferencia automática	C	Vc	8,00	80,21	85,61	82,57	9,91	X	
12	Puerta entrada cuarto de tableros	C	Vc	13,50	197,65	195,34	196,03	23,52	X	
13	Bandeja portables conductores de BT	C	Vc	11,65	193,64	192,31	192,62	23,11	X	
14	Puerta barraje general 3x120/208 [V] - 1000 [A]	C	Vc	46,31	274,30	285,80	276,25	33,15	X	
15	Puerta superior derecha del tablero general de distribución	C	Vc	12,10	221,30	234,60	228,02	27,36	X	
16	Puerta superior izquierda del tablero general de distribución	C	Vc	16,50	168,56	181,30	175,00	21,00	X	
17	Puerta totalizador general 800 [A]	C	Vc	7,30	93,30	96,87	94,82	11,38	X	
18	Puerta barraje general 3x120/208 [V] - 2000 [A]	C	Vc	18,64	175,30	182,41	177,92	21,35	X	
19	Puerta barraje general de emergencia	C	Vc	12,60	132,65	128,96	130,21	15,63	X	
20	Cuarto de tableros - Medición 1	C	Vp	11,34	136,80	138,70	137,29	16,47	X	
21	Cuarto de tableros - Medición 2	C	Vp	8,60	86,30	92,30	88,94	10,67	X	
22	Cuarto de tableros - Medición 3	C	Vp	7,61	89,31	93,64	91,18	10,94	X	
23	Cuarto planta de emergencia - Medición 1	C	Vp	5,30	125,98	122,65	124,21	14,91	X	
24	Cuarto planta de emergencia - Medición 2	C	Vp	10,35	196,54	194,50	195,25	23,43	X	
25	Cuarto planta de emergencia - Medición 3	C	Vp	15,64	201,32	199,31	199,71	23,96	X	
26	Cuarto planta de emergencia - Medición 4	C	Vp	9,50	183,24	192,65	187,76	22,53	X	
27	Suelo frente al cuarto de la planta de emergencia - Medición 1	C	Vp	12,95	168,30	175,60	171,95	20,63	X	

#	UBICACIÓN	TIPO DE SUELO	V admisible	Vo [mV]	V1 [mV]	V2 [mV]	V [mV]	Vmax [V]	CUMPLE	
									SI	NO
28	Suelo frente al cuarto de la planta de emergencia - Medición 2	C	Vp	30,51	352,21	386,30	369,61	44,35	X	
29	Suelo frente a la bóveda del transformador - Medición 1	C	Vp	27,40	293,64	274,35	284,11	34,09	X	
30	Suelo frente a la bóveda del transformador - Medición 2	C	Vp	31,64	355,30	348,6	351,92	42,23	X	
31	Bóveda del transformador - Medición 1	C	Vp	19,68	356,30	348,79	352,54	42,30	X	
32	Bóveda del transformador - Medición 2	C	Vp	12,69	168,89	174,82	171,84	20,62	X	

Fuente: Autores.

En la siguiente figura se muestra la distribución de tensiones medidas en la tabla anterior, de acuerdo a cada punto medido en el edificio de Ingeniería Eléctrica.

Figura 22 Distribución de tensiones – INGENIERÍA ELÉCTRICA.



Fuente: Autores

4.4.5 Recomendaciones y costos estimados de los materiales.

Se recomienda equipotencializar las puertas corta fuegos (dámper), instalando alambres especiales para dámper para que no se produzca punto de fusión en las uniones que se hagan para la equipotencialización.

Las tuberías metálicas que sobresalen a la vista en los cuartos de la subestación, se deben marcar con franjas naranjas ya sea con cinta aislante o con pintura adecuada.

Se deben instalar luces de emergencia de led con una batería de 12 V en los cuartos del transformador, para el caso en el que se presente una eventualidad. Se sugiere que las mufas que transportan las fases que llegan al transformador se marquen de color naranja con cinta aislante o de pintura.

Se evidencia que no se utilizan ningún tipo de conectores certificados en los conductores de puesta a tierra que llegan a la cuba del transformador, para que garantice una conexión sólida a tierra y evite que se genere par galvánico. Se recomienda poner un conector o terminal adecuado que haga una conexión buena y así elimine el riesgo y el deterioro de los materiales.

Se recomienda poner con pintura las franjas de limitación, el acercamiento al transformador, al tablero de distribución, a las celdas de maniobra, y a las celdas de transferencia.

En las cajas de inspección del sistema de puesta a tierra que se encuentran alrededor del edificio se evidencian conexiones realizadas con soldadura exotérmica y no son mecánicamente y eléctricamente seguras. Además se observa que el conductor no mantiene su uniformidad durante toda la instalación debido a que fue sometido a esfuerzos mecánicos que ocasionaron deformación y deterioro en los conductores. Por estas razones se recomienda hacer el debido

mantenimiento a las cajas de inspección, se recomienda en algunos casos cambiar algunos accesorios como conectores, varillas copperweld, soldadura exotérmica, entre otros.

Por último se recomienda poner el diagrama unifilar en el tablero de distribución.

Tabla 29. Presupuesto de materiales para solucionar no conformidades en Ingeniería Eléctrica.

22. INGENIERÍA ELÉCTRICA								
PRESUPUESTO PARA SOLUCIONAR NO CONFORMIDADES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTICAS								
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	Equipos	Materiales	Mno. De Obra	V/UNITARIO	VR/PARCIAL
1,00	BÓVEDA Y SUBESTACIÓN ELÉCTRICA							
1,01	Equipotencializar elementos metálicos dentro de la bóveda	U	1	\$ -	\$ 116.812	\$ -	\$ 116.812	\$ 116.812
1,02	Instalar fusible para cierre automático de dampers	U	1	\$ -	\$ 50.736	\$ -	\$ 50.736	\$ 50.736
1,03	Instalación de iluminación de emergencia	U	1	\$ -	\$ 96.335	\$ -	\$ 96.335	\$ 96.335
1,04	Identificar ductos y bandejas portacables que están a la vista dentro de la bóveda	U	1	\$ -	\$ 1.740	\$ -	\$ 1.740	\$ 1.740
1,05	Identificación red de MT	U	1	\$ -	\$ 4.524	\$ -	\$ 4.524	\$ 4.524
1,06	Instalar conectores en conductores del SPT	U	2	\$ -	\$ 4.060	\$ -	\$ 4.060	\$ 8.120
2,00	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN							
2,01	Identificar ductos y bandejas portacables que están a la vista dentro cuarto del tablero general de BT y el cuarto de la planta de emergencia	U	4	\$ -	\$ 1.740	\$ -	\$ 1.740	\$ 6.960
2,02	Limites de aproximación para tableros de distribución y celda de MT	U	1	\$ -	\$ 54.520	\$ -	\$ 54.520	\$ 54.520
2,03	Montaje de diagrama unifilar	U	2	\$ -	\$ 4.988	\$ -	\$ 4.988	\$ 9.976
3,00	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA							
3,01	Instalar conector bimetálico en la conexión de los bajantes del SIPRA con la malla de puesta a tierra	U	8	\$ -	\$ 2.088	\$ -	\$ 2.088	\$ 16.704
3,02	Rectificar soldadura exotérmica	U	6	\$ -	\$ 29.000	\$ -	\$ 29.000	\$ 174.000
VALOR TOTAL CON IVA								\$ 540.427

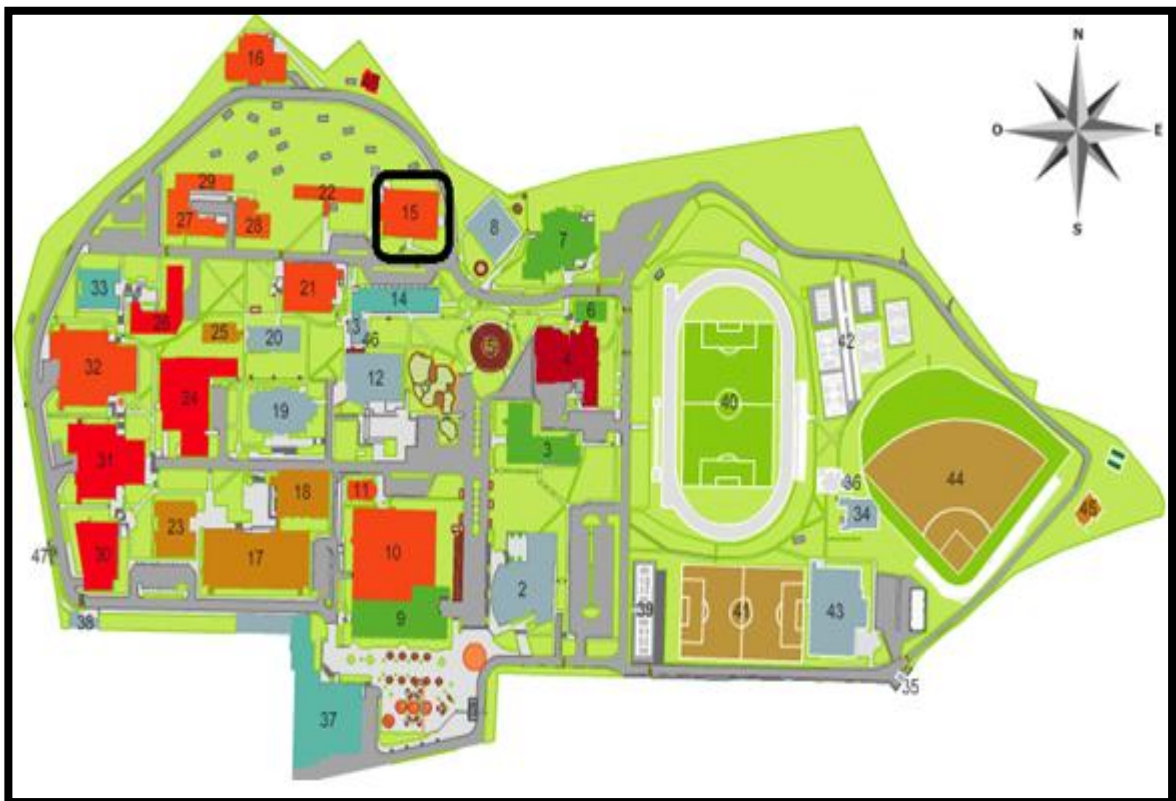
Fuente: Autores

4.5 INGENIERÍA INDUSTRIAL. NO 15.

El edificio Ingeniería Industrial se encuentra ubicado en la parte noroccidental de la Universidad Industrial de Santander junto al edificio de Ingeniería Eléctrica y el Instituto de Lenguas, como se muestra en la Figura 23.

Este edificio cuenta con un bloque de cinco pisos y fue remodelado hace aproximadamente un año.

Figura 23 Ubicación edificio INGENIERÍA INDUSTRIAL.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

Este edificio cuenta con una subestación ubicada en la parte occidental del edificio y cuenta con tres transformadores de marca SIEMENS.

La subestación de Ingeniería Industrial se encuentra ubicada en la parte noroccidental por debajo del auditorio Guillermo Camacho, y se divide en dos cuartos.

El primer cuarto cuenta con un área de $15,2 \text{ m}^2$, dentro de él está ubicado el tablero de banco de condensadores, el tablero de distribución de 220 V, el tablero de distribución de 440 V y un tablero de transferencia automática. Dentro de este cuarto, se localiza la malla del sistema de puesta a tierra con una caja de inspección de 30x30 cm. Además, se halla otra caja de inspección dentro el cuarto del transformador con las mismas medidas. Los puntos que se encuentran en las cajas de inspección tienen varillas copperweld de cobre de 5/8" y sus conexiones con los conductores de cobre # 2/0 que constituyen la malla, se fijan con soldadura exotérmica.

En el segundo cuarto se ubican los transformadores encapsulados trifásicos de 300 kVA de 13200/440 V y de 225 kVA de 13200/220 V. Estos transformadores poseen codos en las entradas para poder maniobrar las fases. Este cuarto se divide en dos por medio de una puerta corta fuegos que encierra los transformadores dentro de la bóveda. Por fuera de esta bóveda, se encuentra instalada la protección de la subestación compacta tipo pedestal de uso interior, formado por un gabinete cerrado para impedir el acceso al personal no autorizado. Sus características principales son: tensión de 13200 V, frente muerto al lado de alta tensión, bujes pre moldeados en el lado de alta, porta fusibles, seccionador de apertura – cierre o secuencial de cuatro posiciones, dispositivo de puesta a tierra del neutro y el tanque, entre otras.

4.5.1 Formato de no conformidades RETIE.




Tabla 30. Formato de no conformidad RETIE – INGENIERÍA INDUSTRIAL.







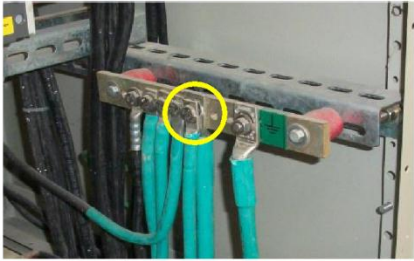

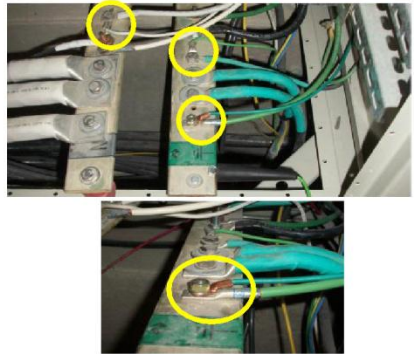


15. INGENIERÍA INDUSTRIAL




NO CONFORMIDADES

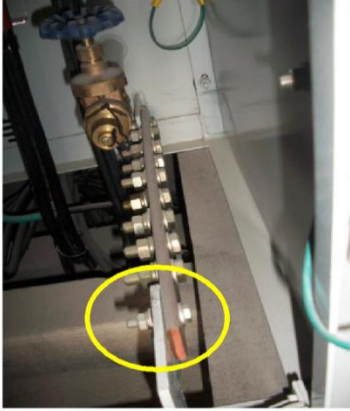



RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
 CIUDAD Bucaramanga
 DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
 FECHA 21/08/2013
 VERSIÓN N° 0


#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	CUARTO DE TRANSFORMADORES			NTC 2050 SECCIÓN 110-13.a	Se evidencia que la base en que se encuentra montado el equipo eléctrico es de madera y debe ser de concreto.
			RETIE 2013 ART. 13.4.j Figura 13.4		Se evidencia que el alimentador no tiene los límites de aproximación establecidos en el RETIE
2	CUARTO DE TRANSFORMADORES			NTC 2050 SECCIÓN 110-13.a	El transformador de 300 [kVA] se encuentra montado sobre tacos de madera.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
3	CUARTO DE TRANSFORMADORES			NTC 2050 SECCIÓN 110-13.a	El transformador de 225 kVA se encuentra montado sobre tacos de madera.
4	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5		No se evidencia cumplimiento del código de colores para los conductores.
					
			RETIE 2013 ART ART 20.23.1.3. f		

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
5	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.12 - ART.20.12 .1 ART.20.12 .2.a		Se evidencia conexiones no adecuadas en el barraje de puesta a tierra.
6	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.12.2.a		Se evidencia que el barraje de puesta a tierra no tiene suficientes terminales de conexión
			REIE 2013 ART. ART. 20.23.1.3. a,c		
7	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14	Se evidencia la mezcla de metales en los elementos que permiten fijar el barraje y algunos conductores del SPT. Generando par galvánico en los puntos de conexión
			RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f		

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
8	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN Y BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 27.4.2.c - ART. 27.4.2.e		Se evidencia que las ventanas de la bóveda del transformador y la puerta principal donde se ubica el tablero general de distribución no están equipotencializadas.
9	BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR			NTC 2050 SECCIÓN 300-24	Se evidencia que la tubería no se encuentra marcada con el color naranja, para especificar si en su interior hay conductores de energía eléctrica o fluye otro tipo de elemento dentro de ella.
10	BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 17.1.c		No se evidencia alumbrado de emergencia en la bóveda del transformador

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
11	TRANSFORMADOR DE 300 kVA Y 250 kVA		RETIE 2013 ART. 20.23.1.2.c		Se evidencia que los barrajes de puesta a tierra de los transformadores y el alimentador de 13,2 [kV], no están montados sobre aisladores.
	ALIMENTADOR 13,2 KV				
12	BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR	 		NTC 2050 SECCIÓN 450-43.c	Se evidencia que la cerradura de la puerta de la bóveda del transformador se encuentra dañada, ocasionando que no se pueda cerrar en su totalidad.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
13	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 13.4.j Figura 13.4		Se evidencia que el alimentador y el tablero general de distribución, no se encuentran pintados los límites de aproximación establecidos en el RETIE.
	ALIMENTADOR 13,2 kV				

Fuente: Autores.

4.5.2 Medidas de resistencia de puesta a tierra.

Tabla 31. Medición resistencia de puesta a tierra – INGENIERÍA INDUSTRIAL



15. INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEDICIÓN RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

RAZÓN SOCIAL: Universidad Industrial de Santander

CIUDAD: Bucaramanga

DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria

FECHA: 17/09/2013

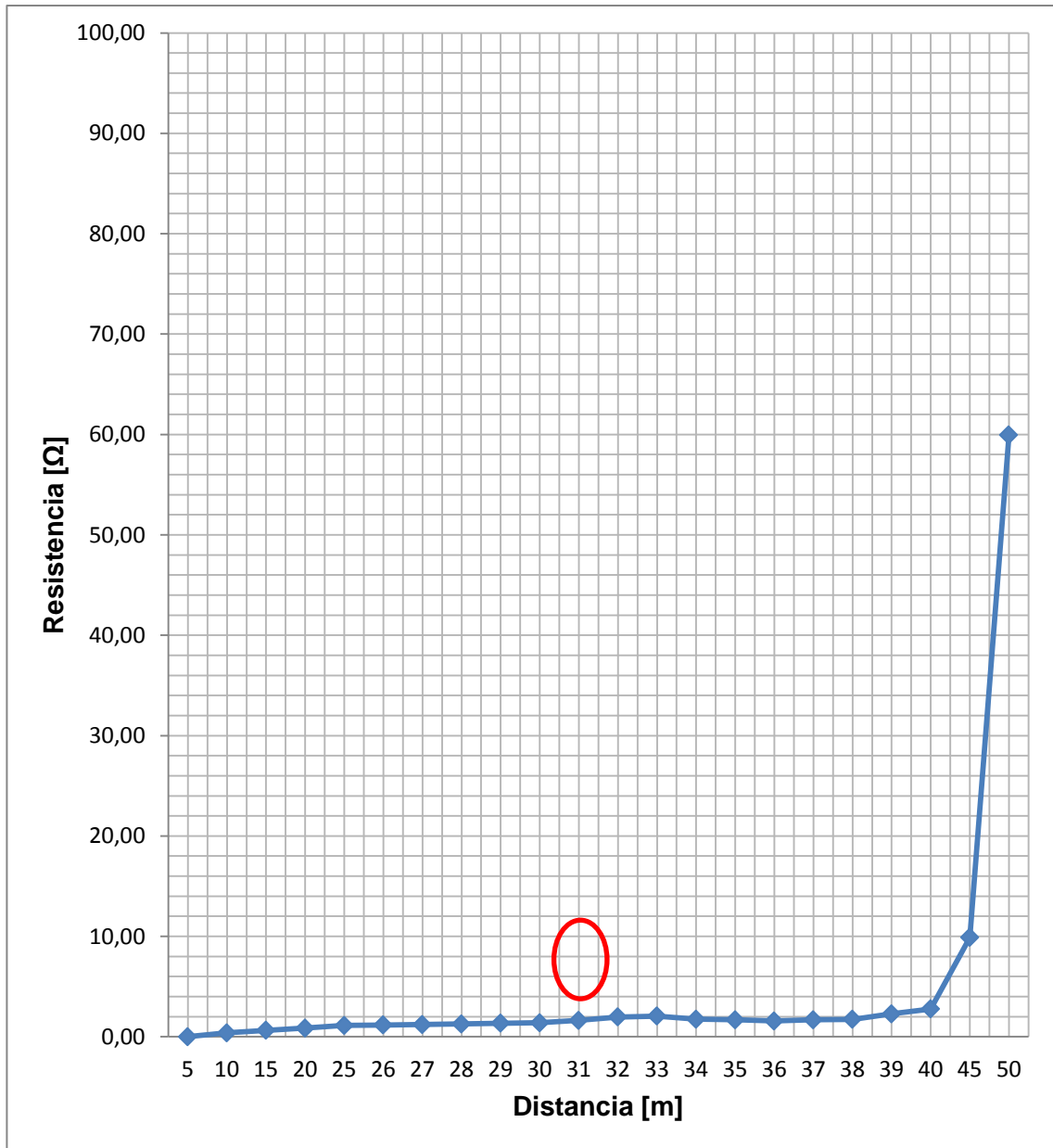
VERSIÓN N° 0

Distancia de electrodo de corriente	50 metros
Orientación para la medición	Oeste del sur

d [m]	Medida 1 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Medida 2 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Medida 3 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Promedio [Ω]
5	0	08:34:10	0	08:34:40	0	08:35:10	0,00
10	0,39	08:37:03	0,41	08:37:33	0,38	08:38:03	0,39
15	0,63	08:40:16	0,65	08:40:46	0,65	08:41:16	0,64
20	0,88	08:43:08	0,85	08:43:38	0,85	08:44:08	0,86
25	1,13	08:46:21	1,13	08:46:51	1,14	08:47:21	1,13
26	1,17	08:49:32	1,18	08:50:02	1,17	08:50:32	1,17
27	1,22	08:52:06	1,2	08:52:36	1,23	08:53:06	1,22
28	1,26	08:55:15	1,27	08:55:45	1,28	08:56:15	1,27
29	1,35	08:59:00	1,33	08:59:30	1,35	09:00:00	1,34
30	1,36	09:02:13	1,41	09:02:43	1,43	09:03:13	1,40
31	1,59	09:05:36	1,56	09:06:06	1,74	09:06:36	1,63
32	2,1	09:08:53	2,07	09:09:23	1,75	09:09:53	1,97
33	1,98	09:12:47	2,11	09:13:17	2,08	09:13:47	2,06
34	1,76	09:16:04	1,76	09:16:34	1,72	09:17:04	1,75
35	1,68	09:19:22	1,71	09:19:52	1,7	09:20:22	1,70
36	1,31	09:22:09	1,72	09:22:39	1,68	09:23:09	1,57
37	1,65	09:25:18	1,71	09:25:48	1,71	09:26:18	1,69
38	1,73	09:28:05	1,71	09:28:35	1,75	09:29:05	1,73
39	2,28	09:31:29	2,29	09:31:59	2,27	09:32:29	2,28
40	2,77	09:35:14	2,76	09:35:44	2,77	09:36:14	2,77
45	10,07	09:38:41	9,79	09:39:11	9,82	09:39:41	9,89
50	60	09:41:02	59,9	09:41:32	59,9	09:42:02	59,93
Medida con el electrodo de potencial al 62% del electrodo de corriente							1,63 Ω

Fuente: Autores

Figura 24 Perfil de resistencia de puesta a tierra - INGENIERÍA INDUSTRIAL.



Fuente: Autores.

4.5.3 Medidas de equipotencialidad.

Tabla 32. Medición de equipotencialidad – INGENIERÍA INDUSTRIAL.



15. INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEDICION DE EQUIPOTENCIALIDAD

RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 30/09/2013
VERSIÓN N° 0

Tiempo de disparo de la protección				0,5 [S]
Intensidad corriente de falla a tierra				3,4 [kA]
Sección mínima del conductor				8,6 [mm ²]
PUNTO DE MEDICION	* RESISTENCIA [mΩ]	*LONGITUD [m]	**AREA [mm ²]	APROBACIÓN
GABINETE BANCO DE CONDENSADORES 440 V				
Barraje puesta a tierra	5,12	3,32	11,67	Cumple
puerta	-----	3,20	0,00	SC
TRANSFORMADOR REDUCTOR				
Carcasa	7,10	2,15	5,45	No cumple
Punto equipotencial de puesta a tierra	6,50	2,05	5,68	SC
OTROS ELEMENTOS METALICOS				
Bandeja portacables 1	4,50	4,15	16,60	Cumple
Bandeja portacables 2	5,10	7,00	24,71	Cumple
Puerta derecha entrada	-----	1,20	0,00	SC
Puerta izquierda entrada	-----	1,20	0,00	SC
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 440 V				
Puerta	-----	3,92	0,00	SC
Barraje puesta a tierra	9,50	4,95	9,38	Cumple
Barraje de neutro	9,25	4,85	9,44	Cumple
TABLERO DE DISTRIBUCIÓN 220 V				
Puerta	-----	5,20	0,00	SC
Barraje puesta a tierra	10,12	6,20	11,03	Cumple
Barraje de neutro 1	11,45	5,40	8,49	No cumple
Barraje de neutro 2	12,13	6,05	8,98	Cumple

PUNTO DE MEDICION	* RESISTENCIA [mΩ]	*LONGITUD [m]	**AREA [mm ²]	APROVACIÓN
TRANSFERENCIA AUTOMÁTICA				
Puerta	-----	6,97	0,00	SC
Barraje de puesta a tierra	10,32	7,10	12,38	Cumple
Barraje de neutro	11,06	7,90	12,86	Cumple
CAJA DE INSPECCIÓN 2 - CUARTO DE TABLEROS				
Conductor de puesta a tierra	5,87	6,60	20,24	Cumple

SIN CONEXIÓN A LA REFERENCIA	SC	REFERENCIA	Electrodo de puesta a tierra de la caja de inspección ubicada en el cuarto de tablero general.
No conectado a la referencia	-----		
*	Resistencia y longitud tomada desde el punto de referencia al punto a medir.		
**	Área de la sección del conductor desde punto de referencia al punto a medir.		

PUNTO DE MEDICION	* RESISTENCIA [mΩ]	*LONGITUD [m]	**AREA [mm ²]	APROVACIÓN
CAJA DE INSPECCIÓN 1 UBICADA EN EL CUARTO DE				
Electrodo de puesta a tierra	6,95	6,00	15,54	Cumple
PUERTA ENTRADA PRINCIPAL				
Puerta derecha	-----	1,10	0,00	SC
Puerta izquierda	-----	1,10	0,00	SC
ALIMENTADOR 13,2 KV				
Puerta derecha	5,80	2,20	6,83	No cumple
Barraje de puesta a tierra 1	4,80	2,45	9,19	Cumple
Puerta izquierda	6,20	4,50	13,06	Cumple
Barraje de puesta a tierra 2	4,78	4,25	16,00	Cumple
BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR				
Puerta derecha bóveda	3,85	3,52	16,46	Cumple
Puerta izquierda bóveda	4,1	4,35	19,10	Cumple
Dámper 1	-----	4,10	0,00	SC
Dámper 2	-----	5,60	0,00	SC

Fuente: Autores.

4.5.4 Medidas de tensiones de paso y de contacto.

Tabla 33. Medición de tensión de paso y contacto – INGENIERÍA INDUSTRIAL.



15. INGENIERÍA INDUSTRIAL

MEDICIÓN DE TENSION DE PASO Y CONTACTO

RAZÓN SOCIAL: Universidad Industrial de Santander
 CIUDAD: Bucaramanga
 DIRECCIÓN: Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
 FECHA: 28/10/2013
 VERSIÓN: N° 0

Tiempo de disparo de la protección	0,5 [S]
Intensidad Corriente de Falla aTierra	3,6 [kA]
Corriente inyectada a la malla	30 [A]

Valores admisibles de tensión [V]			Tipo de Suelo	SIMBOLO	Resistividades [Ω m]
Vp	Vc	Vd			
2638,92	765,09	164,05	Concreto	C	2500
2902,58	829,12	164,05	Gravilla	G	2766,33
1426,23	470,58	164,05	Baldosa	B	1275
1433,44	472,33	164,05	Tierra	T	1282,28

Vp	Tension de paso
Vc	Tensión de contacto
Vd	Diferencia de potencial

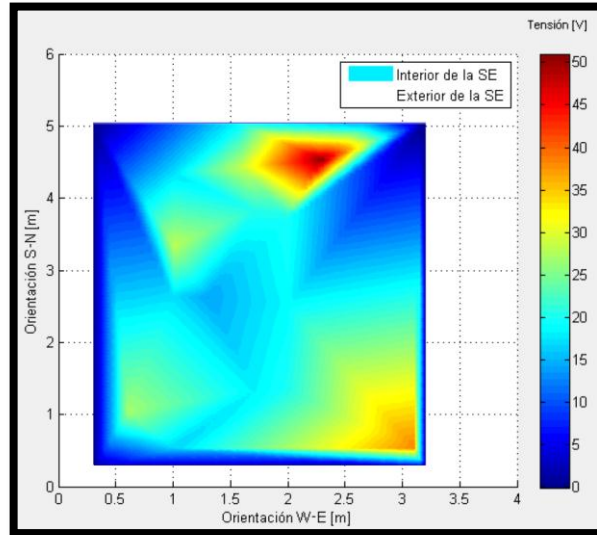
#	UBICACIÓN	TIPO DE SUELO	V admisible	Vo [mV]	V1 [mV]	V2 [mV]	V [mV]	Vmax [V]	CUMPLE	
									SI	NO
1	Bnadeja portacables BT # 1	C	Vc	13,50	196,25	194,45	194,20	22,10	X	
2	Bnadeja portacables BT # 2	C	Vc	12,80	195,50	194,35	194,45	23,12	X	
3	Transformador reductor	C	Vc	7,12	94,30	96,25	93,25	13,15	X	
4	Tablero de distribución 440 [V]	C	Vc	6,10	92,10	94,20	92,35	12,15	X	
5	Tablero de distribución 220 [V]	C	Vc	12,50	130,21	126,14	127,60	16,52	X	
6	Gabinete transferencia automática	C	Vc	10,12	183,42	192,12	187,57	23,50	X	
7	Gabinete banco de condensadores 440 [V]	C	Vc	16,50	168,34	180,50	173,30	21,40	X	
8	Puerta principal acceso a tableros	C	Vc	10,30	183,50	192,65	187,35	23,64	X	
9	Puerta principal acceso a bóveda del transformador	C	Vc	6,13	182,20	184,12	183,17	22,98	X	

#	UBICACIÓN	TIPO DE SUELO	V admisible	Vo [mV]	V1 [mV]	V2 [mV]	V [mV]	Vmax [V]	CUMPLE	
									SI	NO
10	Puerta izquierda alimentador 13.2 [KV]	C	Vc	4,17	268,41	270,81	268,56	31,34	X	
11	Puerta derecha alimentador 13.2 [KV]	C	Vc	4,96	267,84	271,48	269,86	32,54	X	
12	Puerta derecha bóveda del transformador	C	Vc	12,5	130,82	135,16	132,64	16,87	X	
13	Puerta izquierda bóveda del transformador	C	Vc	17,56	191,21	201,98	196,02	24,05	X	
14	Dámper 1	C	Vc	9,45	196,40	204,30	201,42	25,35	X	
15	Dámper 2	C	Vc	5,60	48,65	49,70	48,68	10,77	X	
16	Encapsulado del transformador de 440 [V] 300 [kVA]	C	Vc	2,84	196,24	182,60	188,56	21,37	X	
17	Encapsulado del transformador de 220 [V] 225 [kVA]	C	Vc	2,25	171,35	169,32	169,59	21,32	X	
18	Bóveda de transformadores - Medición 1	C	Vp	10,50	194,37	193,04	193,95	24,21	X	
19	Bóveda de transformadores - Medición 2	C	Vp	12,40	194,14	181,10	187,15	22,84	X	
20	Cuarto alimentador de 13.2 [kV] - Medición 1	C	Vp	12,80	168,54	174,68	170,89	21,13	X	
21	Cuarto alimentador de 13.2 [kV] - Medición 2	C	Vp	13,60	171,31	176,41	169,45	22,65	X	
22	Cuarto alimentador de 13.2 [kV] - Medición 3	C	Vp	12,10	192,32	179,98	168,75	19,64	X	
23	Suelo frente al bóveda del transformador - Medición 1	C	Vp	30,60	351,21	386,64	367,40	45,30	X	
24	Suelo frente al bóveda del transformador - Medición 2	C	Vp	31,30	355,15	347,80	350,91	42,90	X	
25	Suelo frente al cuarto de tableros - Medición 1	C	Vp	21,30	376,35	350,91	362,98	44,62	X	
26	Suelo frente al cuarto de tableros - Medición 2	C	Vp	29,42	295,61	276,93	284,98	35,70	X	

Fuente: Autores.

En la siguiente figura se muestra la distribución de tensiones medidas en la tabla anterior, de acuerdo a cada punto medido en el edificio de Ingeniería Industrial.

Figura 25 Distribución de tensiones – INGENIERÍA INDUSTRIAL



Fuente: Autores.

4.5.5 Recomendaciones y costos estimados de los materiales.

En la bóveda se encuentran los transformadores de 300 kVA y de 225 kVA que están montados sobre tacos de madera, la cápsula donde se encuentra el seccionador y las protecciones de los transformadores también están sobre tacos de madera, la norma no aprueba este tipo de base. Se recomienda reemplazar los tacos de madera, por soportes de concreto de por lo menos 0.1 m de espesor.

Además, se recomienda poner con pintura las franjas de limitación, el acercamiento al transformador, al tablero de distribución y a la capsula de seccionador y protección. En el cuarto del transformador se deben instalar luces de emergencias con baterías independientes de 12 V.

Se recomienda demarcar los conductores de los circuitos del tablero general de distribución con cinta aislante con los respectivos colores de las fases, neutro y tierra. En el mismo tablero, se sugiere separar los conectores que están sobre puestos en la misma bornera.

Las ventanas metálicas que se encuentran en los cuartos de la subestación se deben equipotencializar al sistema de puesta a tierra.

Las tuberías que contienen los conductores del sistema eléctrico, se recomienda marcarlas con franjas de color naranja con cinta aislante o pintura adecuada para este caso.

El barraje de puesta a tierra no posee aisladores, por lo tanto se recomienda poner aisladores en los extremos donde estos se ajustan a la carcasa del tablero eléctrico.

Se evidencia que la cerradura de la puerta de la bóveda del transformador se encuentra dañada. Se recomienda cambiar la cerradura para que no se presente ningún riesgo en caso de alguna eventualidad.

Tabla 34. Presupuesto de materiales para solucionar no conformidades en ingeniería industrial.

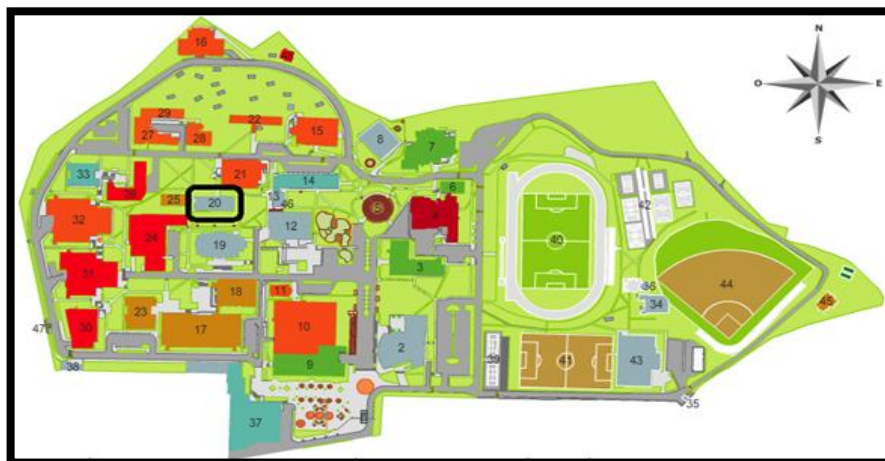
15. INGENIERÍA INDUSTRIAL								
COSTO DE MAERIALES PARA SULUCIONAR NO CONFORMIDADES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTICAS								
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	Equipos	Materiales	Mno. De Obra	V/UNITARIO	VR/PARCIAL
1,00	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN							
1,01	Equipotencializar elementos metálicos dentro de la bóveda	U	2	\$ -	\$ 76.112	\$ -	\$ 76.112	\$ 152.224
1,02	Identificar tubería dentro de la bóveda	U	1	\$ -	\$ 1.740	\$ -	\$ 1.740	\$ 1.740
1,03	Instalación de iluminación de emergencia	U	1	\$ -	\$ 122.967	\$ -	\$ 122.967	\$ 122.967
1,04	Instalar aisladores en barrajes de puesta a tierra	U	2	\$ -	\$ 3.480	\$ -	\$ 3.480	\$ 6.960
1,05	Cambiar cerradura para puerta cortafuegos	U	1	\$ -	\$ 23.200	\$ -	\$ 23.200	\$ 23.200
2,00	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN							
2,01	Identificación de conductores de circuitos red de BT	U	3	\$ -	\$ 15.080	\$ -	\$ 15.080	\$ 45.240
2,02	Instalar conductores de puesta a tierra en bornes independientes	U	4	\$ -	\$ 2.923	\$ -	\$ 2.923	\$ 11.692
2,03	Montaje de barraje electrolítico para conductores de puesta a tierra	U	1	\$ -	\$ 20.880	\$ -	\$ 20.880	\$ 20.880
2,04	Cambiar tornillos de anclaje de barraje electrolítico de puesta a tierra y de conductores que se instalan al mismo	U	1	\$ -	\$ 20.880	\$ -	\$ 20.880	\$ 20.880
2,05	Marcar límites de aproximación	U	1	\$ -	\$ 71.920	\$ -	\$ 71.920	\$ 71.920
VALOR TOTAL CON IVA								\$ 477.703

Fuente: Autores.

4.6 CAPRUIS Y FAVUIS. NO 20.

Las instalaciones de CAPRUIS y FAVUIS se encuentran ubicadas en el costado noroccidental de la Universidad Industrial de Santander, limitando con el edificio de Diseño Industrial y con la parte de atrás del edificio CENTIC.

Figura 26. Ubicación edificio CAPRUIS Y FAVUIS.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

El tablero eléctrico general, se encuentra dentro de las instalaciones de la edificación específicamente en el primer piso. El armario del tablero, se encuentra en un cuarto ubicado a una esquina del primer piso, bajando unas graderías por el costado derecho. Para acceder a al cuarto donde se encuentra el tablero se debe pasar por una puerta metálica con llave. El tablero eléctrico está ubicado a un costado de la entrada, y a simple vista en la inspección realizada se observa que el cuarto se encuentra desordenado y sin limpieza, por consiguiente se deduce que el tablero general no cuenta con un lugar apto y seguro como lo exige el reglamento.

En el tablero general, se encuentran instalados los siguientes equipos y se encuentran los siguientes materiales:

Un totalizador de 125 A, un alimentador cuyo calibre es #2, los barrajes de las fases, los barrajes para el neutro y los barrajes del SPT, los equipos de protección, los relés de control, entre otros.

En la inspección realizada se observa que en el tablero general, las instalaciones de los equipos no son seguras, ya que algunos presentan puntos desajustados en sus conexiones. Además todas las instalaciones presentan suciedades, están rodeadas de mucho desorden y se observa que el cableado no posee ningún tipo de método de cableado recomendado por la norma y exigido por el reglamento técnico colombiano. También se observa que los barrajes que se encuentran energizados no poseen ningún tipo de protección como acrílicos para impedir el contacto directo.

Por su parte, el sistema de puesta a tierra del sistema eléctrico del edificio está equipotencializado a la malla del edificio de Biblioteca del campus universitario. La malla de puesta a tierra que viene del edificio de Biblioteca, consta de 6 cajas de

inspección de 30x30 cm^2 cada una. Todos los puntos que se encuentran dentro de las cajas de inspección de la malla, están conformados por varillas copperweld de cobre de 5/8" y fijadas con puntos de soldadura exotérmica interconectadas con conductores de cobre # 2/0.

4.6.1 Formato de no conformidades RETIE.


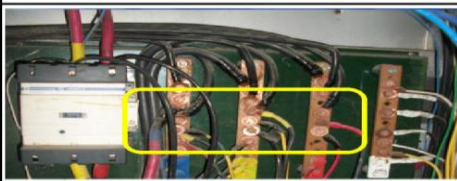

Tabla 35. Formato de no conformidad RETIE – CAPRUIS Y FAVUIS.


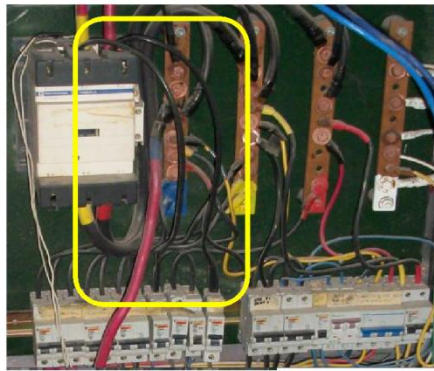
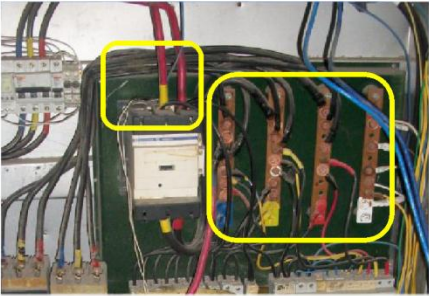



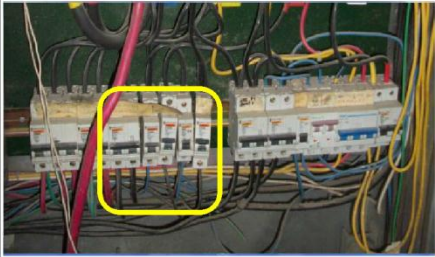
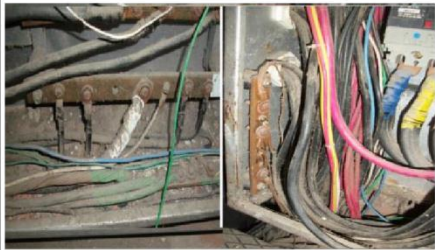
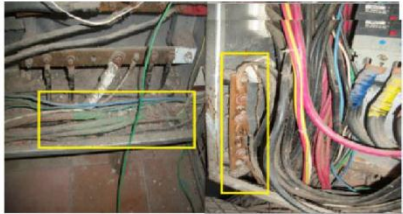
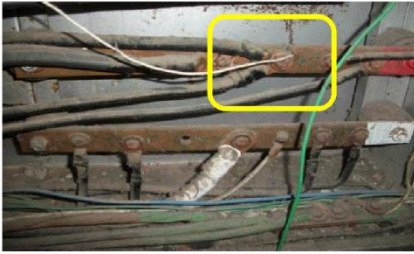

20. CAPRUIS Y FAVUIS

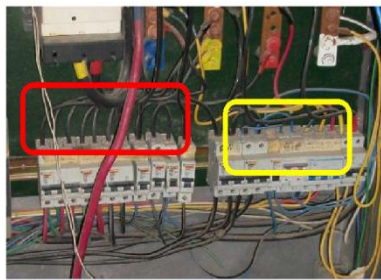
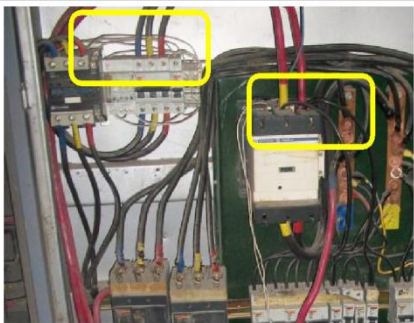
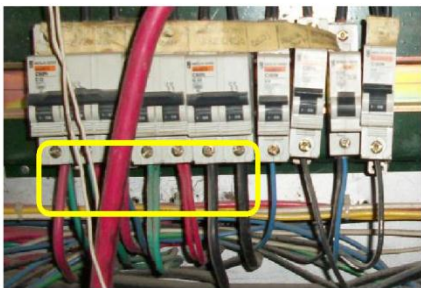
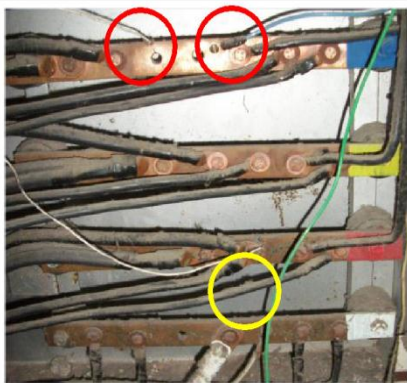
NO CONFORMIDADES

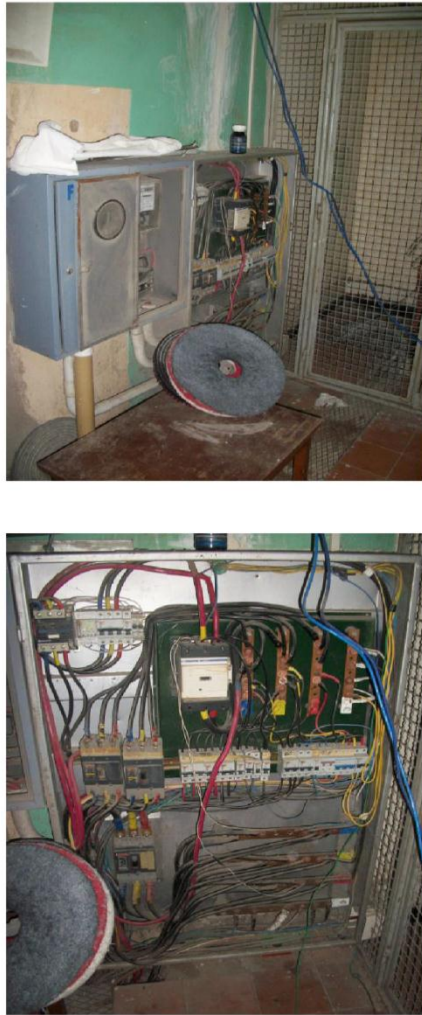
RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 27/08/2013
VERSIÓN N° 0

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-8, 110-11, 110-12,	Se presentan agentes deteriorantes en los gabinetes que pueden dañar los equipos de protección y los aislamientos de los conductores
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. g		No se evidencia rotulado en los circuitos del tablero de distribución.
2	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		No presenta el código de colores para los conductores que llegan a los barrajes
			RETIE 2013 ART. 20.23.3.i ART. 27.4.1.c	NTC 2050 SECCIÓN 250-124,	No se evidencia barrera o acrílico que evite el contacto directo con los barrajes de las fases.
3	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.3.b	NTC 2050. SECCIÓN 240-20	En los dispositivos de protección se evidencia mas de un conductor en sus terminales.
				NTC 2050. SECCIÓN 240-21	Se muestran varios puentes de conexión entre las protecciones.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
4	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.16.2.2.a	NTC 2050 SECCIÓN 110-3.b	El equipo de protección no se encuentra adecuadamente instalado y ajustado.
5	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4	NTC 2050 SECCIÓN 110. SECCIÓN 240	Se observan dos conductores que salen de los terminales del totalizador sin pasar por esta protección. Los circuitos deben salir de los barrajes de las fases.
6	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4	NTC 2050 SECCIÓN 110. SECCIÓN 240	Se observa que en los terminales del totalizador tan solo traspasan dos fases y existen tres barrajes de los cuales a uno de los tres le llega una fase directamente.
7	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-11	Presenta agentes deteriorantes los cuales pueden causar daños en los aisladores de los conductores y en las protecciones.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
8	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-3.b	Las protecciones de los circuitos se encuentran flojas
			RETIE 2008 ART.17.9. 4.d		Los circuitos no se encuentran demarcados
9	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12	No se evidencia que la instalación se haya realizado de forma limpia y profesional.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. g		El tablero presenta corrosión y se encuentra sin tapa.
10	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 15.1.e	NTC 2050 SECCIÓN 250-70	El tablero general presenta dos barrajes de puesta tierra los cuales no se encuentra equipotencializados
10	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.12.2.a	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	Llega más de un conductor a los terminales del barraje
11	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-9	Se observa que en el totalizador se debe mantener un ventilador para que este no se dispare por sobrecarga.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
12	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.3.b		Se evidencia la unión de varios conductores eléctricos en las protecciones.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		No se evidencia el uso adecuado del código de colores
13	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 384-16.a	Se evidencia que sale mas de un conductor por protección.
14	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a	NTC 2050. SECCIÓN 110-14.a	No se evidencia el adecuado uso de conectores certificados.
				NTC 2050. SECCIÓN 110-11	Se evidencia par galvánico por el uso de materiales no certificados para este tipo de conexiones.

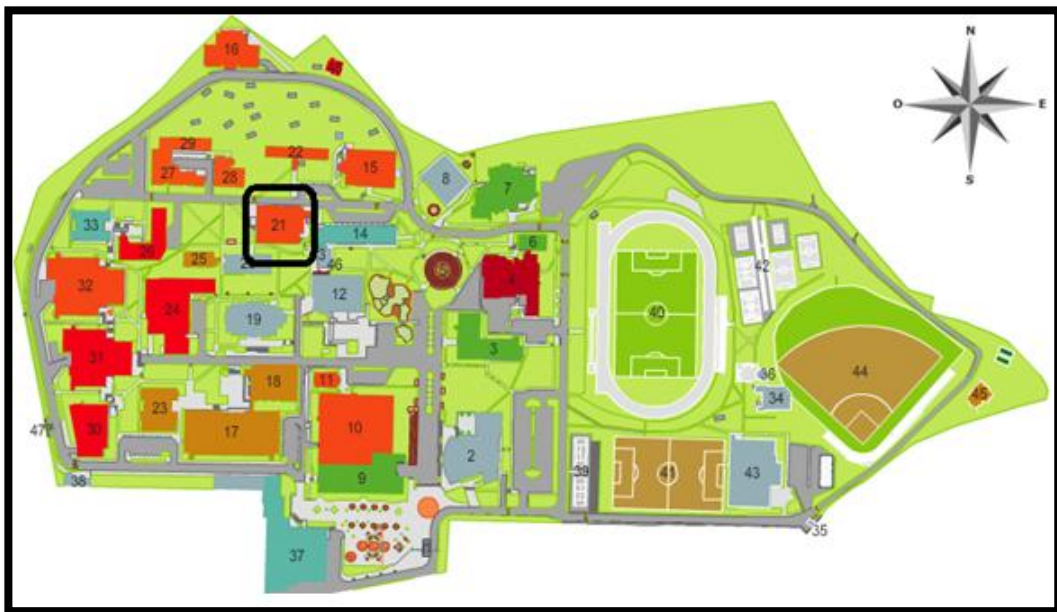
#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
15	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.1. b		Se evidencia que el tablero no esta construido con materiales adecuados para su funcionamiento.
				NTC 2050 SECCIÓN 384-5	Se evidencia que el tablero tiene partes energizadas expuestas y se encuentra en un lugar donde cualquier persona puede tener acceso.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1. b		El espesor de la lámina del tablero no cumple con lo que se estipula en el RETIE.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1. e		El tablero no tiene resistencia a efectos de humedad.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1.f		El tablero no cuenta con características constructivas que brinden resistencia al impacto contra choque mecánicos.
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.4.i ART. 23.23.1.4. b		No se evidencia el diagrama unifilar en el tablero de distribución.
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.2. e		No se evidencia punto equipotencial entre la carcasa de tablero y el sistema de puesta a tierra.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.2.f		Se evidencia que no hay espacio suficiente en el tablero para mantener un radio de curvatura suave de los conductores de alimentación.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. a		No se evidencia la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente en el tablero.

Fuente: Autores.

4.7 DISEÑO INDUSTRIAL. NO 21

Las instalaciones de Diseño Industrial se encuentran ubicadas entre el edificio de Ingeniería Eléctrica y la cafetería central. El edificio de Diseño Industrial está constituido por tres bloques que poseen instalaciones como aulas de clase, baños, oficinas, sala de informática, laboratorio de cueros y de fotografía, áreas comunes y de servicio.

Figura 27. Ubicación edificio DISEÑO INDUSTRIAL.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

El sistema eléctrico de este edificio no cuenta con una subestación eléctrica, la alimentación es tomada de la subestación eléctrica del edificio de Biblioteca que se encuentra aproximadamente a 150 m de las instalaciones de este edificio, el suministro de energía llega por medio de dos alimentadores trifásicos de 120 V subterráneos. El primero llega a los barrajes del tablero general del piso 1 por medio de un circuito de $3F\#3/0+1N\#3/0+1T\#1/0$ THW-AWG, el segundo alimentador llega al tablero general del piso 2, por medio de un circuito de $3F\#2/0+1N\#2/0+1T\#1/0$ THW-AWG.

El tablero general, se encuentra en un cuarto de aseo donde tienen acceso las personas que le hacen aseo a las instalaciones del edificio. El cuarto, no presenta las distancias de seguridad exigidas en caso de mantenimiento o reparación. El tablero no posee ningún tipo de señalización que permita prevenir a las personas que tiene acceso al este lugar. Todas estas inconformidades aumentan el riesgo que accidentalidad dentro de las instalaciones eléctricas de este edificio.

El tablero general se encuentra a una distancia de 1,2 m del piso y está empotrado al muro del cuarto. Dentro de él, se observa el alimentador trifásico y cuatro barrajes de las fases y de neutros, no tiene barrajes para las tierras. Se cuenta con seis protecciones, donde cinco de ellas son protecciones tripolares y la otra es una protección bipolar.

4.7.1 Formato de no conformidades RETIE.



21. DISEÑO INDUSTRIAL

NO CONFORMIDADES



RAZÓN SOCIAL	Universidad Industrial de Santander
CIUDAD	Bucaramanga
DIRECCIÓN :	Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA	30/07/2013
VERSIÓN	N° 0


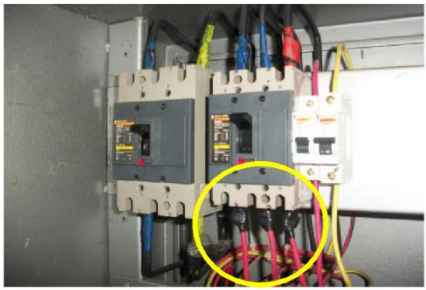



Tabla 36. Formato de no conformidad RETIE – DISEÑO INDUSTRIAL.



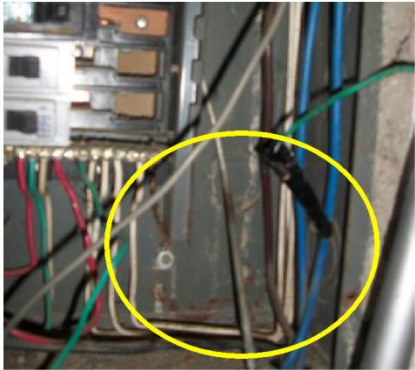
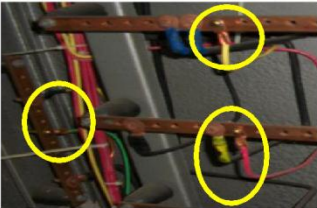
21. DISEÑO INDUSTRIAL



NO CONFORMIDADES

RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 30/07/2013
VERSIÓN N° 0

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-16	El espacio de trabajo requerido, no se debe utilizar para almacenamiento.
2	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 23.23.1.4. i - ART. 23.23.1.4. b		No se evidencia el diagrama unifilar en el tablero general de distribución.
			RETIE 2013 ART. 6.1.1-ART. 6.2.2-ART. 20.23.1.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.c	No se observa la señalización de seguridad.
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.4. a		No se evidencia el nivel de tensión del tablero general de distribución.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.2. e		Se evidencia que la puerta del tablero no se encuentra equipotencializada

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
3	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 300-5. h	No se evidencia el uso de boquillas y canalizaciones para conductores
4	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. g		Se evidencia que los circuitos individuales del tablero general no estan marcados o rotulados.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		El código de colores no se cumple en su totalidad.
5	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.1.c		No se evidencia el uso del acrílico que evite el contacto directo con los barrajes.
			RETIE 2013 ART. 20.23.3.i		
6	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.3. a-ART. 1.j		Se observa que existen conductores si conexión alguna.
				NTC 2050 SECCION 110-12	Se evidencia que la instalación no fue realizada de manera limpia y profesional.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
7	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SEGUNDO PISO		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3.f		No se evidencia el uso del código de colores.
8	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SEGUNDO PISO			NTC 2050 SECCIÓN 110-12.a	Se evidencia que el tablero no tiene tapa frontal, para mantenerlo cerrado.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3.f		Se evidencia que no hay cumplimiento del código de colores.
				NTC 2050 SECCIÓN 110-12.a	Se evidencia que la instalación no fue realizada de manera limpia y profesional.
9	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SEGUNDO PISO			NTC 2050. SECCIÓN 110-11	Se evidencia corrosión en el tablero.
			RETIE 2013 ART. 27.4.2.b		No se evidencia instalación del sistema de puesta a tierra en el tablero.
10	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2008 ART 11.4. Tabla 13		No se evidencia el total uso del código de colores.

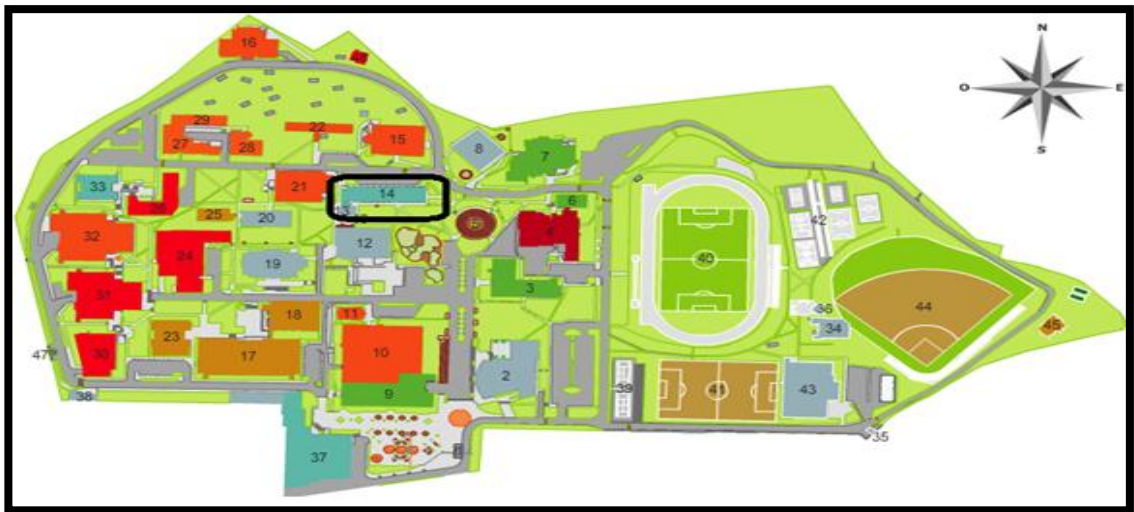
#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
11	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 13.4.j Figura		No se evidencian límites de aproximación en el tablero general de distribución.
			RETIE 2013 ART. 23.23.3.f		La cerradura de la puerta del tablero no funciona.
				NTC 2050 SECCIÓN 110 - 17.a.1	El tablero de distribución se encuentra ubicado en un sitio donde las personas encargadas de realizar el aseo guardan sus elementos de trabajo
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. b		No se evidencia el valor de corriente nominal del tablero
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. e		No se evidencia razón social, marca del productor, comercializador o importador.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1.b 20.23.1.1.c 20.23.1.1.d 20.23.1.1.e		El cofre y la tapa deben estar contruidos en materiales adecuados, el cual garantice las características mecánicas, eléctricas, humedad, térmicos, etc.
12	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN SEGUNDO PISO		RETIE 2013 ART. 27.4.3.b	NTC 2050 SECCIÓN 384-16	Se evidencia que sale mas de un conductor por protección.

Fuente: Autores.

4.8 INSTITUTO DE LENGUAS. NO 14.

El edificio se encuentra ubicado en la parte norte del campus universitario, entre los edificios de Ingeniería Industrial, Biblioteca y cerca de la cafetería central como se observa en la Figura 28.

Figura 28. Ubicación edificio INSTITUTO DE LENGUAS.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

Esta construcción está constituida por tres bloques, que están conformados por salas de clase, baños, sala de profesores, áreas comunes y de servicio, auditorio, entre otros.

El sistema eléctrico de este edificio no posee subestación eléctrica por lo tanto recibe la alimentación de la subestación eléctrica de Biblioteca por medio de cinco alimentadores trifásicos, cuatro de ellos de 120 V y uno de 440 V. Los alimentadores llegan a los siguientes tableros con los calibres de las fases, neutro y tierras como se muestra a continuación:

El tablero general de baja tensión ubicado en el piso 1 cuenta con una alimentación de 3F#3/0+1N#3/0+1T#1/0 (tres fases #3/0 más un neutro #3/0 más una tierra #1/0). Esta alimentación viene en cable concéntrico.

El otro tablero de baja tensión ubicado también en el piso 1, cuenta con una alimentación trifásica de 120 V de los siguientes calibres: 3F#2/0+1N#2/0+1T#2 (tres fases #2/0 más un neutro #2/0 más una tierra #2).

El tablero de baja tensión del piso 2 cuenta con una alimentación trifásica de 440 V, con calibres: 3F#6+1N#8 (tres fases #6 más un neutro #8). El tablero de baja tensión ubicado en el piso 3, cuenta con una alimentación trifásica de 120 V con calibres: 3F#2/0+1N#2/0+1T#2 (tres fases #2/0 más un neutro #2/0 más una tierra #2). El otro tablero de baja tensión también ubicado en el piso 3 cuenta con una alimentación trifásica de 120 V con calibres: 3F#1/0+1N#1/0 (tres fases #1/0 más un neutro #1/0).

El tablero general que está en el piso 1, se encuentra dentro de un cuarto asegurado debajo de escaleras dentro de las instalaciones. El tablero está empotrado en el muro, se encuentra a 0,1 m de altura del piso, y no cuenta con plano unifilar. Los circuitos que salen del tablero no se encuentran identificados.

Además, se observa que tiene 6 protecciones de las cuales 2 se reconocen como protecciones tripolares, y se evidencian 6 barrajes que son usados de la siguiente manera: tres para las fases, uno para el neutro, uno para las tierras y uno para la continuidad que actualmente no se utiliza.

El sistema de puesta a tierra que se utiliza para proteger el sistema eléctrico de este edificio proviene de la malla de Biblioteca que se dispone de forma rectangular. Cuenta con 6 cajas de inspección de 30x30 cm^2 , situadas a las afueras de la subestación, específicamente, en el costado sur de la edificación en

una parte de zona verde. Los puntos que se encuentran en las cajas de inspección, tienen varillas copperweld de cobre de 5/8” y sus conexiones son fijadas con soldadura exotérmica para interconectar los conductores de cobre # 2/0 con los cuales está constituida la malla del SPT.

4.8.1. Formato de no conformidades RETIE.


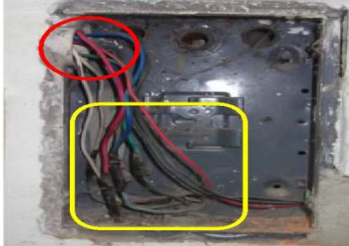

Tabla 37. Formato de no conformidad RETIE – INSTITUTO DE LENGUAS.


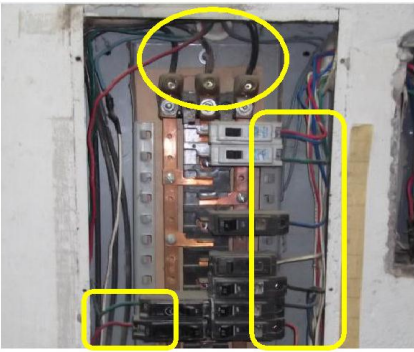
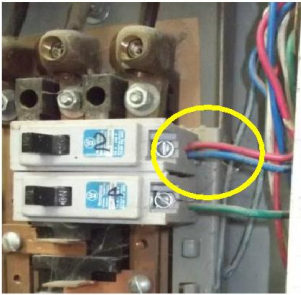






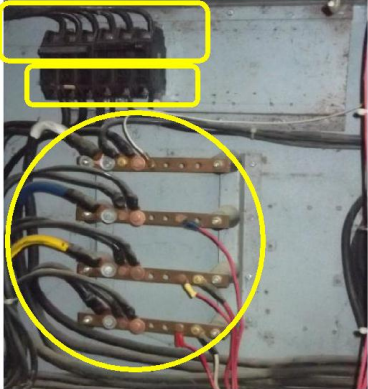
14. INSTITUTO DE LENGUAS


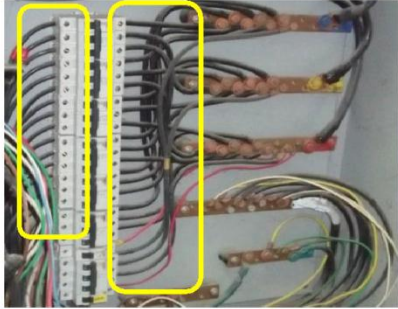
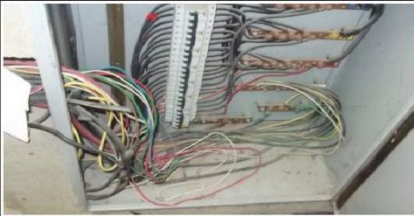


NO CONFORMIDADES

RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 09/10/2013
VERSIÓN N° 0

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050 SECCIÓN	OBSERVACIONES
1	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12.a	Se evidencia que el tablero de distribución no tiene tapa, para mantenerlo cerrado.
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.4.i - ART. 23.23.1.4.b		Se evidencia que el tablero no cuenta con el diagrama unifilar.
2	GABINETE 1			NTC 2050 SECCIÓN 110-12.a	Se evidencia que el gabinete por donde pasan los cables no tiene tapa frontal.
				NTC 2050 SECCIÓN 110-12	Se observa que la instalación no fue realizada de manera limpia y profesional
					Se evidencia que la tubería no fue dimensionada de acuerdo a el calibre de los conductores.
3	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.2.b		Se evidencia que el tablero de distribución no cuenta con sistema de puesta a tierra.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3.f		Se evidencia que el conductor neutro que llega el barraje y unos conductores que salen del mismo no cumplen con el código de colores establecido por el RETIE.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
4	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 384-3.a	Se evidencia que existen conductores del neutro que se encuentran expuestos.
5	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Los conductores de las fases y circuitos derivados no cumplen con el código de colores.
6	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.3.b	NTC 2050 SECCIÓN 384-16	Se evidencia que sale mas de un conductor de la protección.
7	GABINETE 2			NTC 2050 SECCIÓN 110-12.a	Se evidencia que el gabinete no cuenta con la tapa frontal y en todo momento se encuentra expuesto.
			RETIE 2013 ART. 20.16.2.2. a	NTC 2050 SECCIÓN 110-3.b	Se evidencia que la protección termomagnética bifasica no se encuentra en un punto fijo.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Se evidencia que los conductores que salen de la protección hacia el relé no cumplen con el código de colores.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
8	GABINETE 1 - BARRAJES		RETIE 2013 ART. 6.1.1 - ART. 6.2.2	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.c	No se evidencia señal de seguridad de riesgo eléctrico en la puerta del gabinete 1 de barrajes.
	TABLERO ELÉCTRICO LUIS E. ARIAS	 	RETIE 2013 ART. 20.23.1.1.b 20.23.1.1.c 20.23.1.1.d 20.23.1.1.e		No se evidencia que las características constructivas del gabinete no cumple con los requisitos estipulados en el RETIE.
			RETIE 2013 ART. 13.4.j Figura 13.4		No se evidencia los límites de aproximación en el tablero Luis E. Arias y el gabinete 1 de barrajes.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.2.e		No se evidencia equipotencialización entre la puerta de cada gabinete con el SPT.
			RETIE 2013 ART. 23.23.3.f		No se evidencia que las puertas de los gabinetes no se encuentran eficazmente cerradas.
9	GABINETE 1 - BARRAJES		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3.f		Se evidencia que los conductores que salen de las protecciones y los que salen de los barrajes no cumplen con el código de colores.
			RETIE 2013 ART. 20.23.3.i ART. 27.4.1.c		No se evidencia barrera o acrílico que impida el contacto directo con los barrajes.

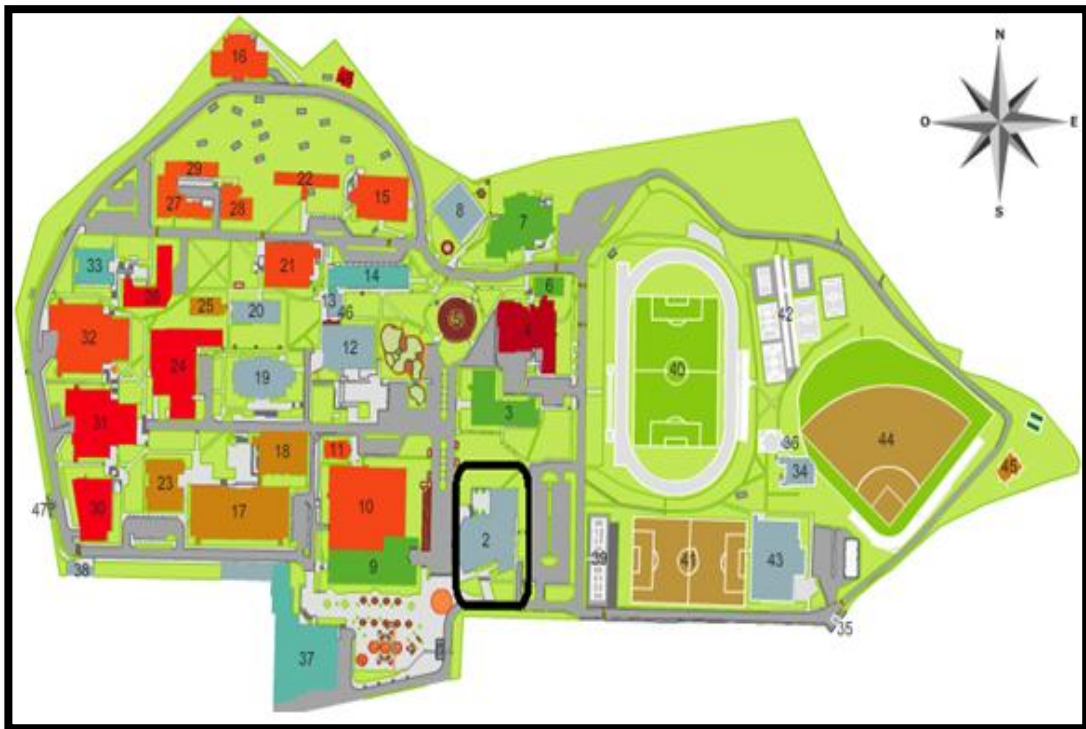
#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
10	GABINETE 1 - BARRAJES			NTC 2050 SECCIÓN 350-50	Se evidencia que no se utilizaron boquillas para la tubería que llega al tablero.
11	TABLERO ELÉCTRICO LUIS E. ARIAS		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Se evidencia que los conductores que salen de las protecciones no cumplen con el código de colores establecido por el RETIE.
12	TABLERO ELÉCTRICO LUIS E. ARIAS			NTC 2050 SECCIÓN 110-12	Se evidencia que la instalación no fue realizada de forma limpia y profesional.
13	TABLERO ELÉCTRICO LUIS E. ARIAS		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Se evidencia que los conductores que llegan y salen a los barrajes no cumplen con el código de colores.
			RETIE 2013 ART. 20.23.3.i ART. 27.4.1.c		No se evidencia acrílico que evite el contacto directo con los barrajes.
14	TABLERO ELÉCTRICO LUIS E. ARIAS		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Se evidencia que los conductores que salen del totalizador no cumplen con el código.

Fuente autores

4.9 LUIS A. CALVO. NO 2.

Las instalaciones de edificio Luis A. Calvo se encuentran ubicadas en el costado sur del campus de la Universidad Industrial de Santander. Este edificio se encuentra cerca a la portería principal de la Universidad y está rodeado por una plazoleta, zonas verdes y algunos parqueaderos como lo muestra la Figura 29.

Figura 29 Ubicación edificio LUIS A. CALVO.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

El Luis A. Calvo, cuenta con una subestación eléctrica ubicada en el costado sur del edificio, es decir hacia el lado donde se encuentra situada la portería principal del campus universitario. Esta subestación se divide en dos áreas que son: el área de los tableros y el área de los transformadores; y se considera una subestación de tipo interior.

La primera área mencionada, es el área de los tableros que cuenta con 32, 85 m^2 . Allí se encuentra el tablero general de baja tensión, la transferencia junto con su tablero de contactores y la planta eléctrica de marca KOHLER, cuya potencia trifásica es 69 kVA /56 kW.

En la segunda área que consta de 28 m^2 , se encuentran dos transformadores trifásicos. Un transformador es de 150 kVA marca GAMS, con relación de transformación de 13200 V / (220-127) V \pm 2*2,5 % y es el encargado del suministro de los servicios generales del edificio. El otro transformador trifásico es también de 150 kVA, marca ANDINA DE TRANSFORMADORES, con relación de transformación de 13200V / (440-254) V \pm 2*2,5. En esta área además se encuentran dos seccionadores, uno de ellos marca dúplex de 17,5 kV que interconecta con la subestación del edificio de Ingeniería Mecánica y el otro de marca SOCOL también de 17,5 kV que se conecta con el transformador que se encarga del suministro de aire acondicionado del edificio Luis A. Calvo.

Este edificio cuenta con un sistema de protección contra rayos pero de una sola punta captadora que se equipotencializa por medio de un bajante ubicado en el costado occidental del edificio.

Por otra parte, el sistema de puesta a tierra del edificio es de disposición triangular y cuenta con tres cajas de inspección de 30x30 cm^2 cada una. Cada una de estas cajas de inspección cuenta con varilla copperweld de cobre de 5/8" que se fija a los conductores de cobre # 2/0 por medio de soldadura exotérmica.

4.9.1 Formato de no conformidades RETIE.

Tabla 38. Formato de no conformidad RETIE – LUIS A. CALVO.



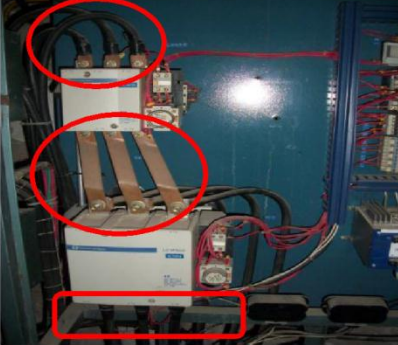
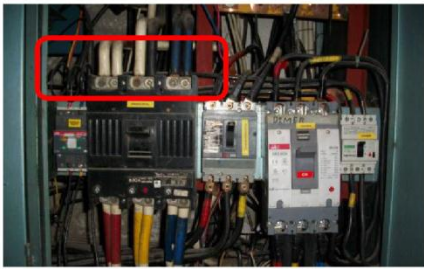





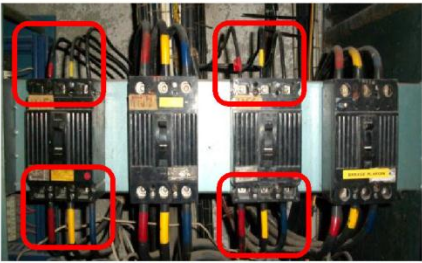
2. AUDITORIO LUIS A. CALVO

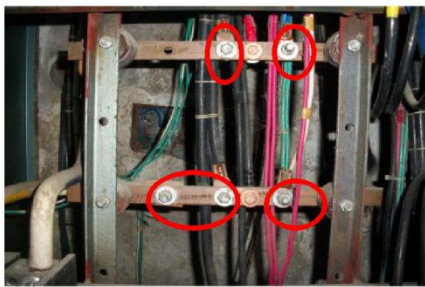

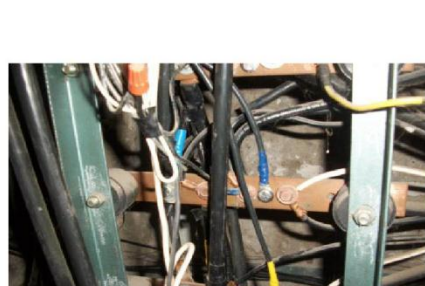
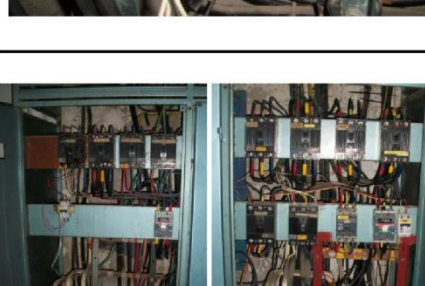
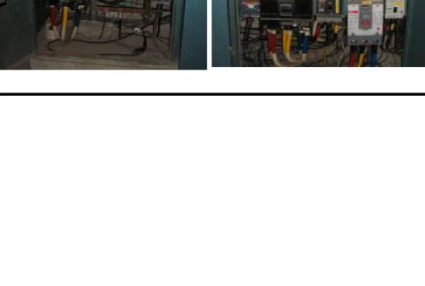


NO CONFORMIDADES

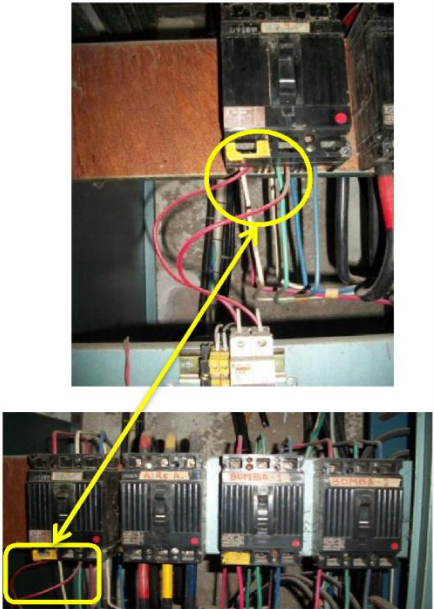


RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 27/08/2013
VERSIÓN N° 0




#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.1. b		El tablero no está construido con el material adecuado que resista los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1. e	NTC 2050 SECCIÓN 373-2	Se evidencia que el tablero no brinda protección contra efectos de humedad y corrosión
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1.f		El tablero no tiene ningún índice de protección choques mecánicos, elementos sólidos y líquidos
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. a		No se evidencia la tensión de trabajo del tablero
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.2. e		No existe punto equipotencial entre la puerta y la carcasa del tablero general de distribución.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1. d		No cumple con índice IP, propiedades dieléctricas, distancia de seguridad, medidas contra contacto directo, etc.






#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
2	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12.a	El Tablero general de distribución no se encuentra eficazmente cerrado para que ofrezca una protección sustancialmente equivalente a la pared del equipo
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.4.i - ART. 23.23.1.4.b		No se evidencia el diagrama unifilar en el tablero general de distribución.
3	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	  	RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3.f		No se evidencia cumplimiento del código de colores para los conductores








#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
4	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12	Se observa que la instalación no se realizaron de manera limpia y profesional
5	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	Se observa que los conectores utilizados en el barraje de puesta a tierra no son certificados.
			RETIE 2013 ART. 15.3.3.c		Los elementos de fijación al barraje de puesta a tierra no garantizan una conexión a presión
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.3. e		El barraje de tierra no cuenta con suficientes terminales de salida para circuitos derivados
				NTC 2050 SECCIÓN 110-11	Se evidencia la presencia de agentes que deterioran el tablero, afectando el funcionamiento de los elementos de la instalación
		RETIE 2013 ART. 20.23.1.3. a-ART. 1.j		Se observa que existen conductores sin conexión alguna y no se indica si pertenecen a alguna fase o al neutro.	
6	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 10.1.j - ART. 10.7		Se observa que los conductores que llegan a los totalizadores uno y tres, son de diferente calibre a los conductores que salen hacia los circuitos.






#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
7	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	No se evidencia el uso adecuado de conectores y tornillería de fijación para los barrajes.
			RETIE 2013 ART. 27.4.1.c - ART. 20.23.3.i		Se observa que no existe el acrílico que evita el contacto directo con los barrajes de conexión.
			RETIE 2013 ART. 20.12		Se evidencia par galvánico en algunos puntos de conexión donde se uso tornillería zincada para conectar los terminales a los barrajes.
			RETIE 2013 ART. 20.12.1		Se evidencia que hay mas de un conductor conectado en una misma bornera
			RETIE 2013 ART. 20.12.2.a		No se evidencia cumplimiento del código de colores para los conductores
			RETIE 2013 ART. 6.3 Tabla 6.5 - ART. 20.23.1.3. f	NTC 2050 SECCIÓN 110-12	Se observa que la instalación no se realizaron de manera limpia y profesional
8	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. g		Los circuitos del tablero general de distribución están marcados, pero en algunos no se puede identificar a que circuito corresponden, porque las marcas fueron hechas con cinta de enmascarar y con el tiempo se fueron borrando los nombres

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
9	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.3.b	NTC 2050 SECCIÓN 384-16	Se observa que sale mas de un conductor de la protección contra sobrecarga.
10	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 10.7		Se evidencia que los tres conductores que ingresan al totalizador son de diferente calibre a los tres que salen hacia el circuito, observándose que estos tres conductores de salida también manejan calibre diferente entre ellos.
11	PUERTA PRINCIPAL		RETIE 2013 ART. 6.1.1 - ART. 6.2.2	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.c	No se utiliza señalización de seguridad en las puerta de acceso al cuarto donde esta el tablero de distribución

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
12	BÓVEDA TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f	NTC 2050 SECCIÓN 450-13	La bóveda del transformador no tiene fácil acceso para realizar inspección y mantenimiento.
			RETIE 20013 ART. 20.25.2.c	NTC 2050 SECCIÓN 450-43	Se evidencia que el conductor de tierra que sale del puente equipotencial no cumple con el código de colores. Las paredes y techos de la bóveda del transformador no están hechos con resistencia mínima de al fuego de 3 horas
			RETIE 2013 ART. 21.1.u		El cuarto del transformador no cuenta con el sumidero para recoger el aceite en caso de fuga.
13	TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 20.2.9.d		Los conductores de media tensión que llegan al transformador no tienen portamufa o sujeción mecánica que evite esfuerzos mecánicos en su conexión.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		No se evidencia el uso adecuado del código de colores para media tensión

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
14	TRANSFORMA-DOR			NTC 2050 SECCIÓN 110-13.a	Uno de los transformadores se encuentra apoyado sobre barras de metal, donde debería fijar firmemente a la superficie sobre la que esta montado.
				NTC 2050 SECCIÓN 450-13	No se evidencia la barrera o valla que evite el acceso a personal no calificado y no autorizado.
			RETIE 2013 ART. 17.1.c		Se evidencia que no hay alumbrado de emergencia en los cuartos de los transformadores.
15	CUARTO DE TRANSFORMA-DOR Y CELDAS DE MEDIA TENSIÓN		RETIE 2013 ART. 20.29.2.b		La lámparas de iluminación que están dentro del cuarto del transformador y las celdas de seccionamiento no funcionan, esto puede generar un accidente grave porque las condiciones del sitio no son las optimas para realizar inspección, ni mantenimiento.
	BÓVEDA TRANSFORMA-DOR		RETIE 2013 ART. 20.29.2.b		La lámparas para la iluminación dentro del cuarto de los transformadores no funciona y el punto en el que se encuentra ubica dicha lámpara no garantiza un nivel de iluminación adecuada para realizar inspección y mantenimiento.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
16	BÓVEDA TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 20.23.1.3.e		El barraje de tierra no cuenta con suficientes terminales de salida para circuitos derivados
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.3.a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	No se evidencia el uso adecuado de conectores y tornillería de fijación para los barrajes.
			RETIE 2013 ART. 20.12 - ART.20.12 .1 ART.20.12 .2.a		Se observa varios conductores del SPT conectado uno sobre otro, esto genera par galvánico porque no se garantiza una conexión fija entre el barraje y el terminal de conexión.
17	BÓVEDA TRANSFORMADOR			NTC 2050 SECCIÓN 450-43.b	La bóveda del transformador no cuenta con el brocal en la parte inferior de las puertas.
			RETIE 2013. ART.4.1.a		Se observa que las características constructivas de las bóvedas no son las adecuadas.
			RETIE 2013 ART. 20.4.1.c		Se evidencia que las puertas de la bóveda del transformador no son cortafuegos
			RETIE 2013 ART. 21.1.w	NTC 2050 SECCIÓN 450-43.a	Las puertas de la bóveda del transformador deben proveer un cierre hermético y con una resistencia mínima al fuego de tres horas.
	RETIE 2013 ART. 20.4.2				

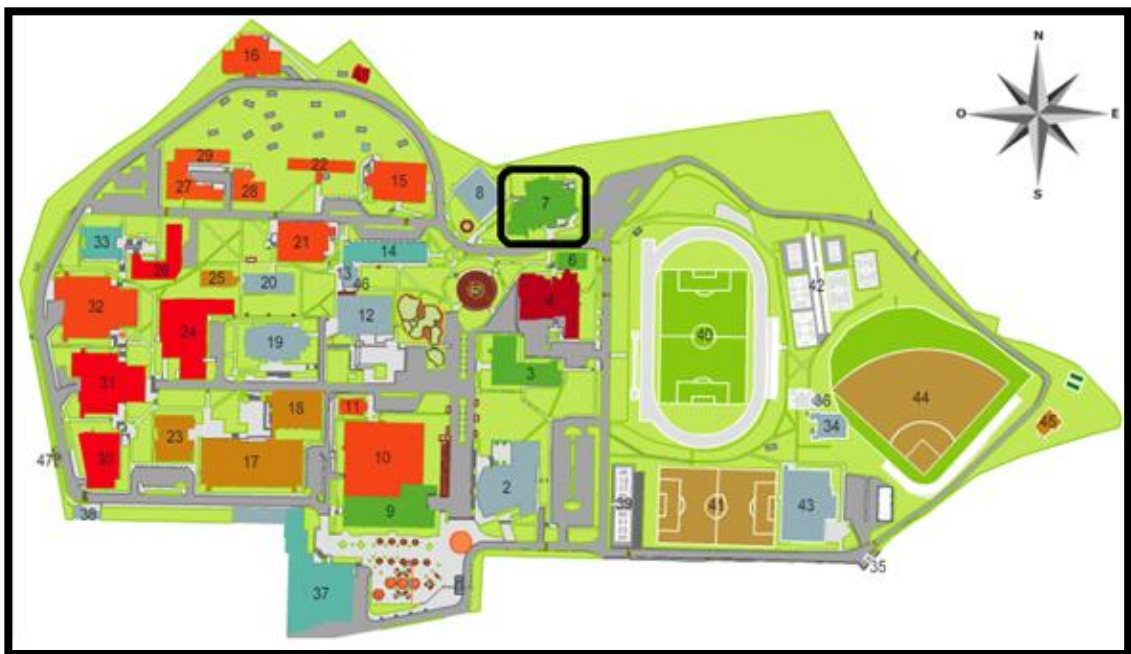
#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
18	PLANTA DE EMERGENCIA		RETIE 2013 ART. 27.4.2.e - ART. 27.4.2.c		No se evidencia conexión equipotencial entre la carcasa de la planta de emergencia y el sistema de puesta a tierra.
					
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. b		No se evidencia la señal de seguridad que indique muestre la distancia mínima de acercamiento de una persona con el equipo. Esta debe ser de color negro con amarillo y rodee el contorno del equipo.
19	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. b		No se evidencia limites de aproximación en el tablero general de distribución.
20	CELDAS DE MEDIA TENSIÓN		RETIE 2013 ART. 6.1.1-ART. 6.2.2-ART. 20.23.1.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.c	Le falta la señal de seguridad a una de las puertas de seccionamiento.

4.10 BIENESTAR UNIVERSITARIO. NO 7.

En este edificio del campus central, se realizan labores de tipo administrativo, se presta el servicio de comedores estudiantiles y por ende se cuenta con una cocina y con espacios adecuados para este servicio. Además de esto, se encuentran todos los consultorios médicos, la enfermería y las oficinas que se encargan de los programas de apoyo al rendimiento académico de los estudiantes.

Estas instalaciones de Bienestar Universitario, se encuentran ubicadas en el costado norte de la Universidad Industrial de Santander, colindando con el paso vehicular y el edificio de Administración 2.

Figura 30. Ubicación edificio BIENESTAR UNIVERSITARIO.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

Las instalaciones eléctricas de este edificio, se alimentan desde la subestación del edificio de Administración 2, de donde salen los conductores eléctricos hacia el tablero general del edificio de Bienestar Universitario.

Este tablero general eléctrico se encuentra dentro de las instalaciones en el primer piso del edificio. El armario del tablero, se encuentra en la oficina que está junto a la bodega de la farmacia y a la secretaria de Bienestar. Para acceder a la oficina donde se encuentra el tablero general, se debe pasar por la sala de espera de los estudiantes y por una puerta metálica que accede a la oficina. El tablero eléctrico está ubicado a un costado de la entrada, por consiguiente se deduce que el tablero general no cuenta con un lugar apto y seguro como se exige en el reglamento.

En el tablero general, se encuentran instalados los siguientes equipos y se encuentran los siguientes materiales:

Un totalizador de 400 A, los conductores del alimentador, los barrajes de las fases, los barrajes para neutro y los barrajes del SPT, equipos de protección, relés de control, entre otros. El sistema de puesta a tierra del sistema eléctrico del edificio, está equipotencializado a la malla del edificio de Administración 2 que se encuentra a aproximadamente a 100 m del tablero eléctrico de Bienestar Universitario.

Verificando la instalación del tablero general se observa desorden dentro de él. Se ve que el cableado no posee ningún tipo de método recomendado por la norma y por el reglamento técnico colombiano. Se encuentran dos barrajes del SPT de los cuales uno es utilizado como equipotencialidad entre las tierras y el otro es de continuidad.

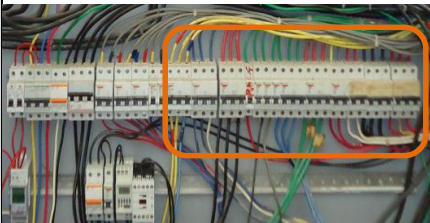
La malla depuesta a tierra que viene del edificio de Administración 2, consta de 6 cajas de inspección de 30x30 cm^2 cada una, estas cajas están ubicadas a las afueras de las instalaciones del edificio de Administración 2.

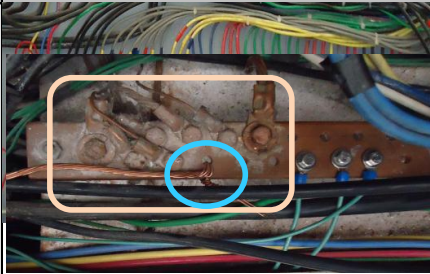

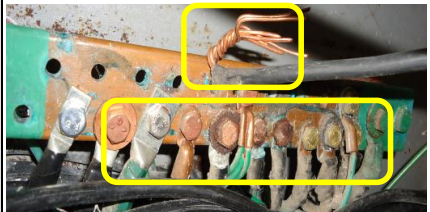
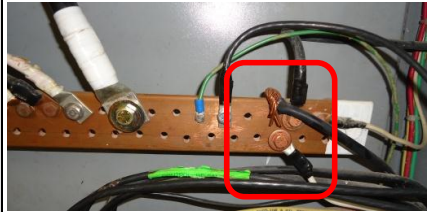
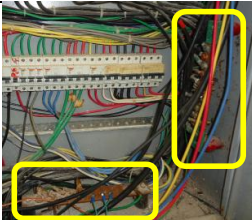
Todos los puntos que se encuentran dentro de las cajas de inspección de la malla, están conformados por varillas copperweld de cobre de 5/8" y fijados con puntos de soldadura exotérmica interconectadas con conductores de cobre # 2/0.

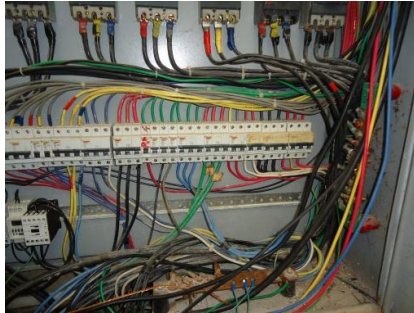
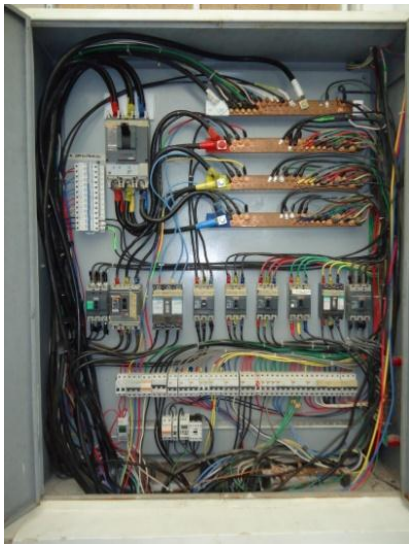
4.10.1 Formato de no conformidades RETIE.

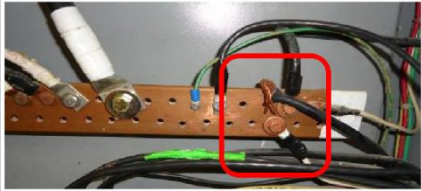
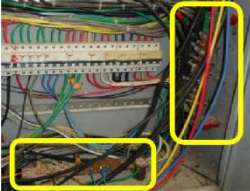
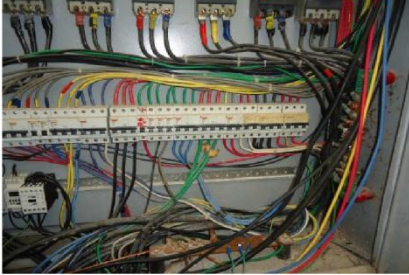
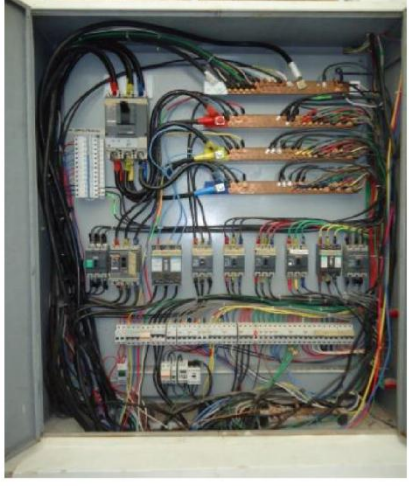
Tabla 39. Formato de no conformidad RETIE – BIENESTAR UNIVERSITARIO.




7. BIENESTAR UNIVERSITARIO					
NO CONFORMIDADES					
RAZÓN SOCIAL		Universidad Industrial de Santander			
CIUDAD		Bucaramanga			
DIRECCIÓN :		Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria			
FECHA		31/07/2013			
VERSIÓN		N° 0			
#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		No se evidencia el cumplimiento del código de colores de los conductores que salen de cada protección.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. g		No se evidencia el rotulado de los circuitos.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
2	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12	Se observa que la instalación no fue realizada de manera limpia y profesional
			RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a		No se evidencia el uso adecuado de conectores y la debida organización de los conductores durante la conexión en el barraje de tierra puesta a tierra.
3	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050. SECCIÓN 110-11	Se evidencia que el gabinete presenta puntos de corrosión.
			RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f		Se evidencia la falta de conectores para realizar una conexión rígida al barraje.
4	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	Se evidencia par galvánico por el uso de conectores no certificados para realizar este tipo de conexiones.
			RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f		No se evidencia uso adecuado de conectores en el barraje del neutro, la conexión de algunos conductores no es la mas adecuada.
5	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	No se evidencia uso adecuado de conectores en el barraje del neutro, la conexión de algunos conductores no es la mas adecuada.
6	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 15.1.e		El Tablero presenta dos barrajes de SPT, pero no se evidencia una conexión equipotencial entre los dos.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
7	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12	Se evidencia desorden en el cableado, estos de deben estar instalados de manera limpia y profesional.
8	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.1.c		No se evidencia barrera u obstáculo que impida el contacto directo con los barrajes de las fases.
			RETIE 2013 ART. 20.23.3.i		Se evidencia que no existe barrera o acrílico de seguridad que evite el contacto directo con los barrajes del tablero.
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.2.e		No se evidencia equipotencialización entre el gabinete y el sistema de puesta a tierra.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3.f		Algunos circuitos del tablero no cumplen con el código de colores establecido por el RETIE.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
5	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	No se evidencia uso adecuado de conectores en el barraje del neutro, la conexión de algunos conductores no es la mas adecuada.
6	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 15.1.e		El Tablero presenta dos barrajes de SPT, pero no se evidencia una conexión equipotencial entre los dos.
7	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12	Se evidencia desorden en el cableado, estos de deben estar instalados de manera limpia y profesional.
8	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.1.c		No se evidencia barrera u obstáculo que impida el contacto directo con los barrajes de las fases.
			RETIE 2013 ART. 20.23.3.i		Se evidencia que no existe barrera o acrílico de seguridad que evite el contacto directo con los barrajes del tablero.
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.2. e		No se evidencia equipotencialización entre el gabinete y el sistema de puesta a tierra.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Algunos circuitos del tablero no cumplen con el código de colores establecido por el RETIE.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
9	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 23.23.3.f		Las cerradura de la puerta del tablero de distribución se encuentra deteriorada y no cuenta con una llave.
				NTC 2050 SECCIÓN 110 - 17.a.1	El tablero de distribución se encuentra ubicado en una oficina, donde cualquier persona puede tener acceso.
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.4.i - ART. 23.23.1.4.b		El tablero general de distribución no tiene el diagrama unifilar.
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.4.a		No se evidencia el nivel de tensión de trabajo del tablero de distribución
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.2.e		Se evidencia que la puerta del tablero de distribución equipotencializada con el SPT.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1.b 20.23.1.1.c 20.23.1.1.d 20.23.1.1.e		El cofre y la tapa deben ser contruidos en lámina de acero, cuyos acabados deben resistir esfuerzos mecánicos, eléctricos, térmicos, la corrosión y la humedad.
			RETIE 2013 ART. 13.4.j Figura 13.4		No se evidencia los límites de aproximación en el tablero de distribución
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4.b		No se evidencia el valor de corriente nominal de operación en el tablero de distribución.

Fuente: Autores.

4.10.2 Medidas de resistencia de puesta a tierra.

Tabla 40. Medición resistencia de puesta a tierra – ADMINISTRACIÓN 2.



2. ADMINISTRACIÓN II

MEDICIÓN RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

RAZÓN SOCIAL: Universidad Industrial de Santander

CIUDAD: Bucaramanga

DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria

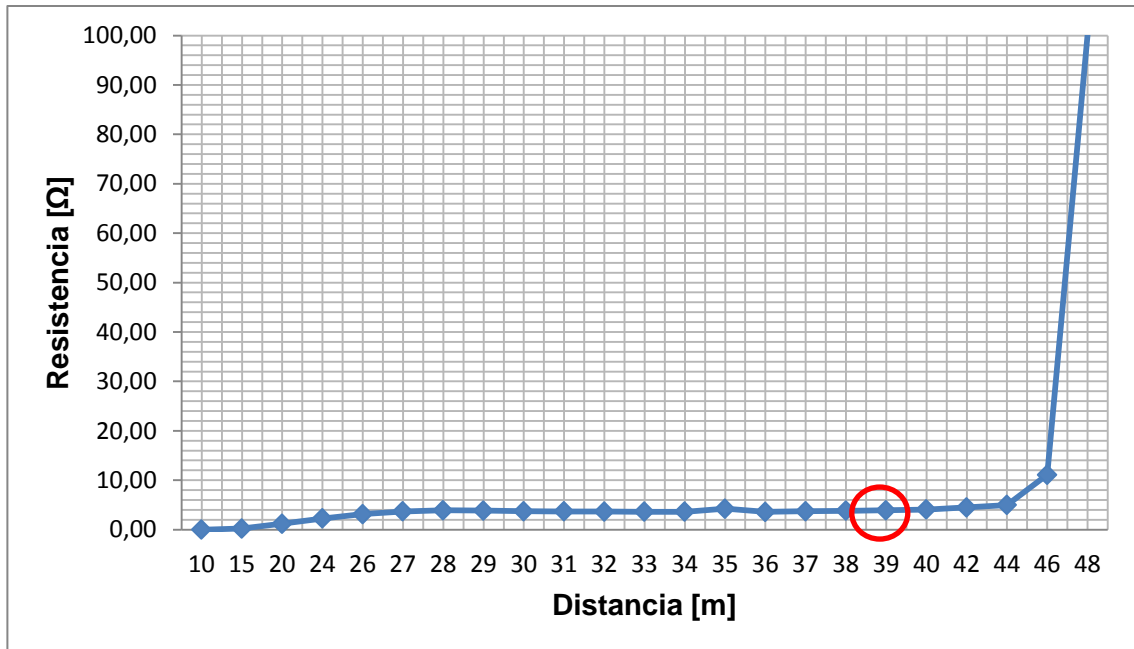
FECHA: 02/09/2013

VERSIÓN N° 0

Distancia de electrodo de Corriente	50 metros
Orientación para la medición	Oeste

d [m]	Medida 1 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Medida 2 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Medida 3 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Promedio [Ω]
10	0,45	10:32:07	0,46	10:32:37	0,48	10:33:07	0,46
15	0,54	10:35:30	0,51	10:36:00	0,52	10:36:30	0,52
20	0,66	10:38:09	0,67	10:38:39	0,66	10:39:09	0,66
25	1,05	10:42:03	1,06	10:42:33	1	10:43:03	1,04
26	1,17	10:45:13	1,16	10:45:43	1,14	10:46:13	1,16
27	1,31	10:48:25	1,31	10:48:55	1,31	10:49:25	1,31
28	1,49	10:51:16	1,5	10:51:46	1,51	10:52:16	1,50
29	1,66	10:55:14	1,67	10:55:44	1,66	10:56:14	1,66
30	1,85	10:58:26	1,87	10:58:56	1,82	10:59:26	1,85
31	2	11:02:05	2,01	11:02:35	2,02	11:03:05	2,01
32	3,31	11:06:01	3,31	11:06:31	3,32	11:07:01	3,31
33	4,46	11:09:17	4,68	11:09:47	4,71	11:10:17	4,62
34	7,17	11:13:39	7,19	11:14:09	7,18	11:14:39	7,18
35	9,32	11:16:28	9,34	11:16:58	9,31	11:17:28	9,32
36	10,86	11:19:26	10,88	11:19:56	10,85	11:20:26	10,86
37	12	11:22:13	12,02	11:22:43	12,01	11:23:13	12,01
38	13,12	11:25:12	13,1	11:25:42	13,07	11:26:12	13,10
39	14,21	11:28:26	14,22	11:28:56	14,23	11:29:26	14,22
40	15,49	11:31:15	15,8	11:31:45	15,45	11:32:15	15,58
45	30,4	11:34:29	30,9	11:34:59	30	11:35:29	30,43
50	173,8	11:37:16	73,8	11:37:46	173,5	11:38:16	140,37
Medida con el electrodo de potencial al 62% del electrodo de corriente							2,01 Ω

Figura 312. Perfil de resistencia de puesta a tierra - ADMINISTRACIÓN 2.



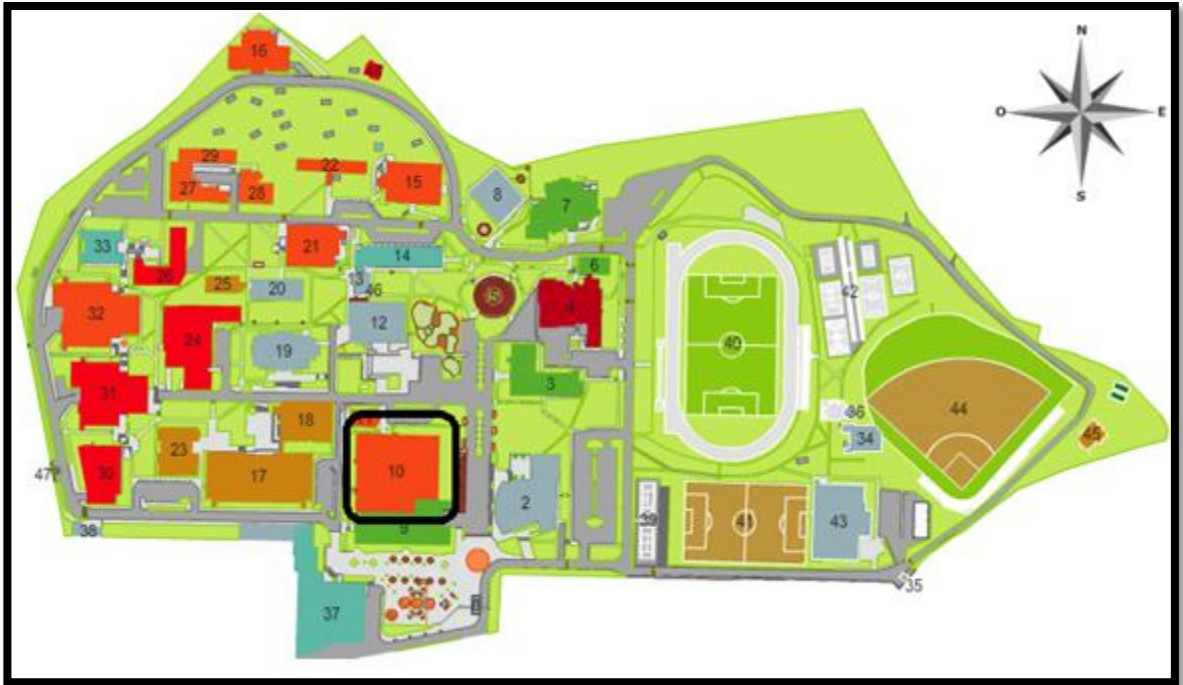
Fuente: Autores.

4.11 INGENIERÍA MECÁNICA. NO 10.

El edificio de Ingeniería Mecánica se encuentra junto al edificio Camilo Torres y al frente del edificio de Biblioteca, específicamente en la parte sur-occidental del campus central de la Universidad Industrial de Santander, como se muestra en la Figura 32.

Las cargas eléctricas de este edificio, son alimentadas la subestación tipo interior de 160 kVA, la cual se encuentra al interior del mismo edificio entre los talleres y los pasillos. La subestación eléctrica está conformada por dos áreas, la primera es donde se localiza el tablero general y la segunda es donde se encuentra el tablero auxiliar.

Figura 32 Ubicación edificio INGENIERÍA MECÁNICA.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

En el área del tablero general se encuentra el transformador trifásico marca SIEMENS de 160 kVA con una relación de transformación de 13200 V / (220-127) V $\pm 2*2,5$ %. Tiene un área de 13,2 m² y además del transformador, se encuentra la caja cortacircuitos que es la que alimenta esta subestación y a su vez se encarga de la interconexión con la subestación Camilo Torres. De esta caja cortacircuitos se deriva una acometida hacia la subestación del edificio Luis A. Calvo.

En el segundo cuarto mencionado anteriormente, se encuentra el tablero auxiliar. Este cuarto tiene un área de 5 m² y se encuentra el taller de turbo máquinas del edificio de Ingeniería Mecánica.

En el edificio de Ingeniería Mecánica existe una puesta a tierra que consta de dos áreas. Una de estas áreas se encuentra en una zona verde diagonal a la

subestación. Este sistema de puesta a tierra está conformado por una malla que cuenta con 6 cajas de inspección. En las cajas inspeccionadas se observaron varillas de cobre copperweld de cobre de 5/8”, estas varillas son fijadas a los conductores de cobre # 2/0 por medio de puntos de soldadura exotérmica.




La otra área mencionada de puesta a tierra, está ubicada en una zona verde junto al taller de turbo máquinas. Está conformada por tres cajas de inspección, ubicadas en disposición triangular y con el mismo tipo de electrodos de la malla más grande de puesta a tierra de este edificio.




4.11.1 Formato de no conformidades RETIE.



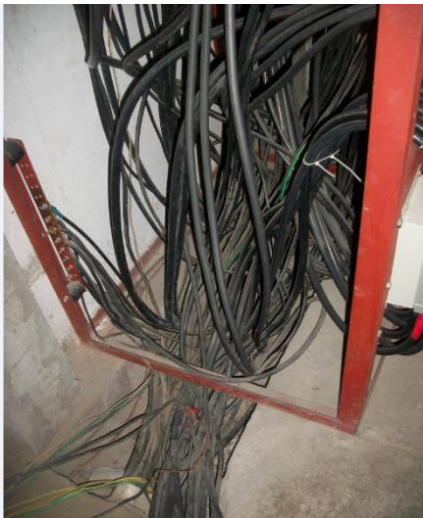
Tabla 41. Formato de no conformidad RETIE – INGENIERÍA MECÁNICA.



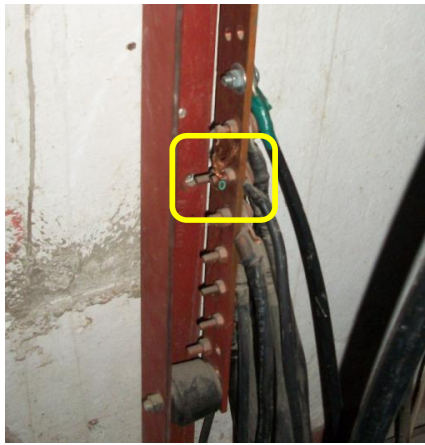
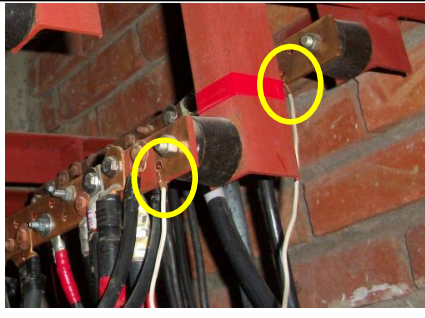



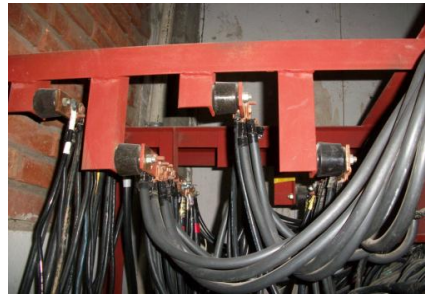

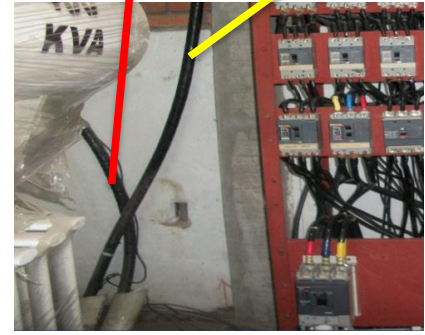

10. INGENIERÍA MECÁNICA					
NO CONFORMIDADES					
RAZÓN SOCIAL		Universidad Industrial de Santander			
CIUDAD		Bucaramanga			
DIRECCIÓN :		Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria			
FECHA		17/09/2013			
VERSIÓN		N° 0			
#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 20.4.2	NTC 2050 SECCIÓN 450-43.a	Se evidencia que la puertas de la bóveda del transformador no cumplen con las características especificadas en el RETIE.
			RETIE 2013 ART. 20.4.1.c		
			RETIE 2013 ART. 21.1.w		
			RETIE 2013 ART. 20.4.1.b		Se evidencia que en la bóveda del transformador no hay una compuerta de ventilación.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
2	BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR			NTC 2050 SECCIÓN 450-43.b	La bóveda del transformador no cuenta con el brocal en la parte inferior de las puertas.
			RETIE 2013 ART. 20.4.1.a	NTC 2050 SECCIÓN 450-42	Los pisos, paredes y techos deben soportar accidentes por fuego daño estructural
			RETIE 2013 ART. 20.4.1.h		Se evidencia que las puertas de la bóveda del transformador no cuentan con el cierre antipánico.
2	BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR			NTC 2050 SECCIÓN 450-48	Se evidencia que en la bóveda del transformador se encuentran almacenados varios transformadores que obstaculizan el ingreso a realizar mantenimiento e inspección.
			RETIE 2013 ART. 20.29.2.b ART. 17.1.c		La iluminación dentro de la bóveda del transformador no garantiza un nivel de iluminación adecuado para realizar mantenimiento. Además no cuenta con iluminación de emergencia.
3	BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 20.23.2.a		No se permite que los cortacircuitos vayan en el cuarto del transformador, deben ir en celdas.
			RETIE 2013 ART. 20.23.3.k		Se evidencia que la instalación de los cortacircuitos no brinda protección contra arco interno.
			RETIE 2013 ART. 20.23.3.d		Se evidencia que las distancia de aislamiento y fuga no garantizan la seguridad a la personas que ingresan a la bóveda del transformador.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
4	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.1. b	NTC 2050 SECCIÓN 384-2	El tablero no cumple con los requisitos mínimos exigidos como tapas, espesor, acabados, pinturas, encerramiento entre otros .
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. a	NTC 2050 SECCIÓN 384-13	El tablero general de distribución no tiene rotulados el nivel de tensión , corriente nominal, número de fases.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. b		
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. e	NTC 2050 SECCIÓN 384-2	No se evidencia razón social, marca del productor, comercializador o importador.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.2. e		Se evidencia que las partes externas al tablero general de distribución no están sólidamente puestas a tierra.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1. c		Se evidencia que el tablero general de distribución tiene diferentes puntos de acceso.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.3. d		No se evidencian las distancias de fuga y aislamiento.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1. e	NTC 2050 SECCIÓN 373-2	Se debe colocar en lugares equipados de modo que se evite que la humedad entre.
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.4. i - ART. 23.23.1.4. b		No se evidencia el diagrama unifilar en el tablero.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
5	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.1.f		El tablero no tiene ningún índice de protección choques mecánicos, elementos solidos y líquidos
			RETIE 2013 ART. 13.4.j Figura 13.4		No se evidencia los limites de aproximación en el tablero de distribución
6	TRANSFORMADOR			NTC SECCIÓN 450-13	El transformador debe estar en un lugar accesible a las personas en caso de mantenimiento
			RETIE 2013 ART. 21.1.u	NTC 2050 SECCIÓN 450-46	El cuarto del transformador no cuenta con el sumidero para recoger el aceite en caso de fuga.
				NTC 2050 SECCIÓN 305-7	Ne evidencia la barrera de protección que evite el acceso a personal no autorizado.
7	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 373-6.b	Los conductores que llegan y salen del tablero general de distribución deben tener un radio de curvatura suave, para evitar esfuerzos mecánicos.
				NTC 2050 SECCIÓN 110-16	Se debe mantener un espacio libre para tener acceso a realizar trabajos y mantenimiento.
				NTC 2050 SECCIÓN 110-12	Debe tener una instalación limpia y profesional.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
8	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.4.g		Se evidencia que los circuitos en el tablero de distribución no se encuentran rotulados.
9	TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 20.12.2.b RETIE 2013 ART. 23.23.1.3.a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	Se debe usar un conector en el conductor para equipotencializar la carcasa del transformador
10	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 23.23.1.3.a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	La conexión de cada conductores a su respectivo terminal debe ser segura y completa.
11	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 23.23.1.3.a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	Se evidencia que algunos conductores que llegan a los bornes de conexión de los barrajes de las fases no tienen terminal de conexión.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
12	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Se evidencia que los barrajes de las fases y neutro no tiene código de colores.
			RETIE 2013 ART. 27.4.1.c - ART. 20.23.3.i		No se evidencia el acrílico que impide el contacto directo contra los barrajes de las fases.
13	BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR			NTC SECCIÓN 230-8	Se evidencia que existen dos acometidas de media tensión donde una llega a los cortacircuitos y la otra esta fuera de servicio.
			RETIE 2013 ART. 20.23.2		Cuando se hagan instalaciones internas de cortacircuitos se deben utilizar celdas que cumplan con las características expuestas en el RETIE.
14	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Se evidencia que los conductores que llegan a los barrajes de puesta a tierra no cumplen con el código de colores establecido por RETIE.

4.12 INSED. NO 4.

El edificio INSED, se encuentra ubicado en el costado oriente de la Universidad Industrial de Santander, colindando con los edificios de Administración 2 y el edificio de Administración como se muestra en la Figura 33.

Figura 33. Ubicación edificio INSED.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

Las instalaciones eléctricas de este edificio, se alimentan desde la subestación del edificio de Administración 2, es decir del edificio de Administración 2 salen los conductores eléctricos hacia el tablero general del edificio de INSED.

Este tablero general eléctrico se encuentra dentro de las instalaciones. El armario del tablero, se encuentra en la parte donde están ubicadas las oficinas del edificio. Para acceder al tablero general, se debe atravesar por un pasillo y por una puerta de acceso a un cuarto. Este se encuentra hacia a un rincón del cuarto dentro de un gabinete. Este gabinete, se encuentre en buen estado pero no


presenta las señales de seguridad requeridas para prevenir a las personas del riesgo eléctrico que éste representa.



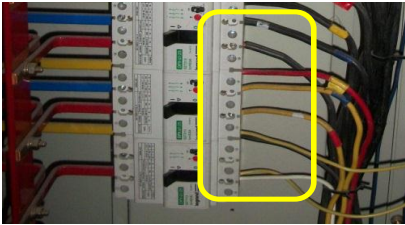
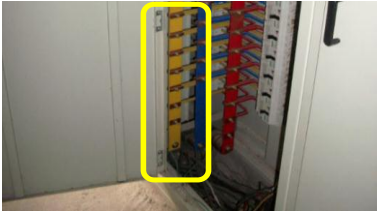

Además de esto, al verificar la instalación del tablero general se observa que las partes energizadas no tienen acrílicos que impidan el contacto directo.

4.12.1 Formato de no conformidades RETIE.

Tabla 42. Formato de no conformidad RETIE – INSED.



4. INSED					
NO CONFORMIDADES					
RAZÓN SOCIAL		Universidad Industrial de Santander			
CIUDAD		Bucaramanga			
DIRECCIÓN :		Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria			
FECHA		01/11/2013			
VERSIÓN		N° 0			
#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 13.4.j Figura 13.4		No se evidencia límites de aproximación al tablero de distribución.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. a,b		No se evidencia nivel de tensión y corriente nominal de operación en el tablero de distribución.
			RETIE 2013 ART. 6.1.1 - ART. 6.2.2	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.c	No se evidencia señal de riesgo eléctrico en la puerta del tablero de distribución.
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.4. i-ART. 23.23.1.4. b		Se evidencia que el tablero no cuenta con el diagrama unifilar actualizado.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
2	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.1.c	NTC 2050 SECCIÓN 250-124	No se evidencia acrílico o barrera que evite el contacto directo contrapartes energizadas en el tablero de distribución.
			RETIE 2013 ART. 20.23.3.i		
3	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.1.c	NTC 2050 SECCIÓN 250-124	No se evidencia barrera o acrílico que evite el contacto directo con los barrajes de las fases.
			RETIE 2013 ART. 20.23.3.i		
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4.g		No se evidencia el respectivo rotulado de los circuitos del tablero de distribución.
4	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3.f		Se evidencia que los conductores que salen de las protecciones no cumplen con el código de colores.
5	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.2.e		No se evidencia conexión equipotencial del gabinete y la puerta.
6	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 23.23.1.3.a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCION 110-14.a	Se evidencia que los conectores utilizados para conectar conductores en el barraje no cumplen con las características estipuladas en el RETIE.
			RETIE 2013 ART. 20.12.2.a		Se evidencia que haymas de un conductor por borne de conexión en el barraje.

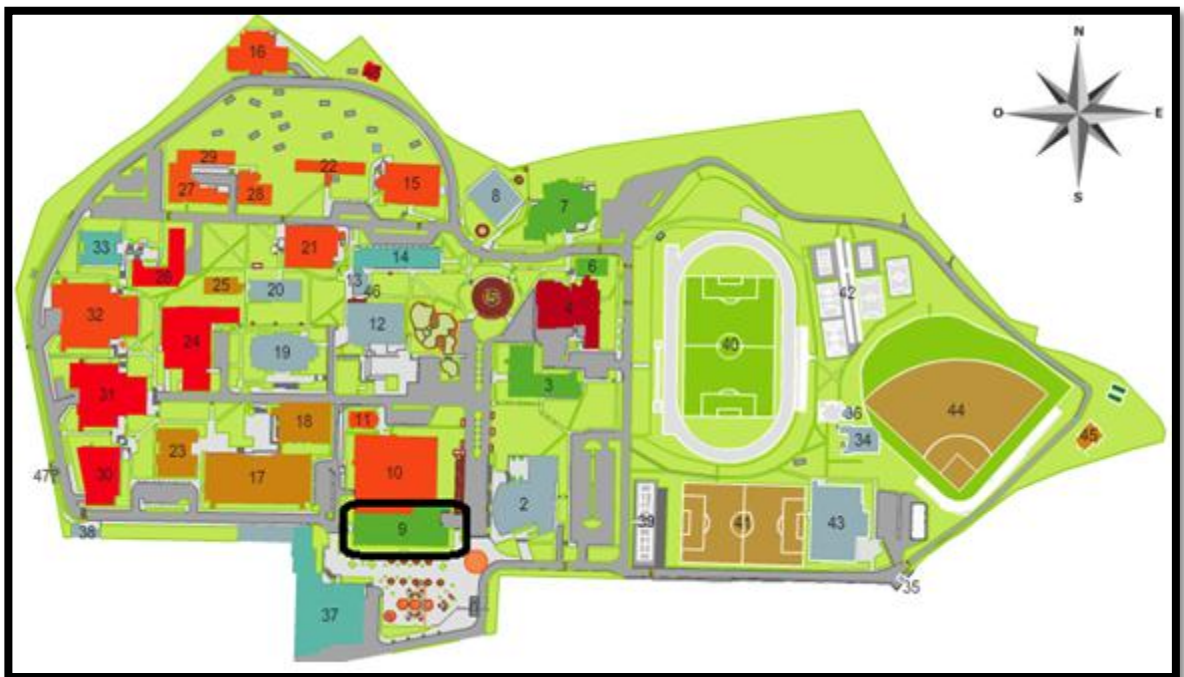
Fuente autores

4.13 MANTENIMIENTO Y PLANTA FÍSICA. NO 9

Las instalaciones del edificio de Mantenimiento y Planta Física se encuentran ubicadas en la parte sur del campus de la Universidad Industrial de Santander. Alrededor de ellas se encuentran los edificios de Ingeniería Mecánica, Camilo Torres y Ciencias Humanas como se observa en la Figura 34.

Este edificio no cuenta con subestación y su tablero general se encuentra dentro de las instalaciones del edificio.

Figura 34. Ubicación edificio MANTENIMIENTO Y PLANTA FÍSICA.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

En este edificio del campus central, se encuentran oficinas de tipo administrativo, y se presta el servicio de mantenimiento de las instalaciones de la Universidad Industrial de Santander. Por ende cuenta con equipos adecuados para llevar a cabo tal fin y con espacios adecuados para este servicio.

Las instalaciones eléctricas de este edificio, se alimentan desde la subestación del edificio de Mecánica, es decir del edificio de Ingeniería Mecánica salen los conductores eléctricos hacia el tablero general del edificio de Mantenimiento y Planta Física.

Este tablero general eléctrico se encuentra dentro de las instalaciones. El armario del tablero, se encuentra en la parte donde están ubicadas las oficinas del edificio. Para acceder a él, se debe pasar por un pasillo y por una puerta metálica. El tablero general se localiza, a un costado de la entrada, por consiguiente se deduce que no cuenta con un lugar apto y seguro como se exige en el reglamento.

En el tablero general, se encuentran instalados los siguientes equipos y se encuentran los siguientes materiales:

Un totalizador, los conductores del alimentador, los barrajes de las fases, los barrajes para neutro y los barrajes del SPT, los equipos de protección de cada uno de los circuitos, los relés de control, entre otros.

Verificando la instalación del tablero general, se observa desorden dentro de las canalizaciones, se ve que el cableado no posee ningún tipo de método de cableado recomendado por la norma y por el reglamento técnico colombiano. Además, se encuentran dos barrajes del SPT de los cuales uno es utilizado como equipotencialidad entre las tierras y el otro es de continuidad.

4.13.1 Formato de no conformidades RETIE.

Tabla 43. Formato de no conformidad RETIE – MANTENIMIENTO Y PLANTA FÍSICA.

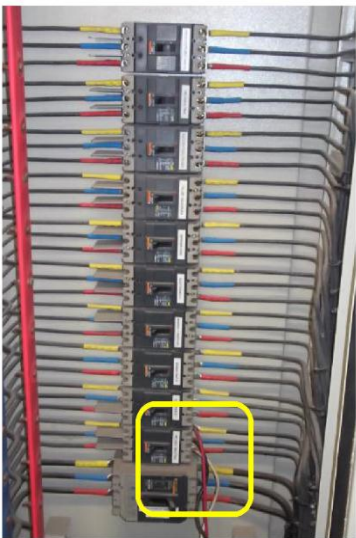
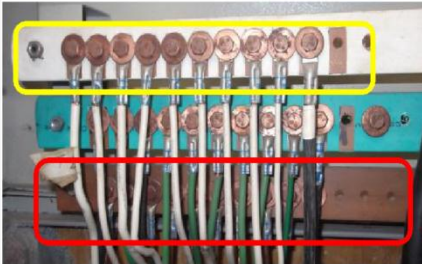



9. MANTENIMIENTO Y PLANTA FÍSICA

NO CONFORMIDADES

RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 09/10/2013
VERSIÓN N° 0

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 6.1.1 - ART. 6.2.2	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.c	No se evidencia señal de seguridad de riesgo eléctrico.
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.4. a,b		No se evidencia tensión y corriente nominal de operación del tablero de distribución.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. b		Se observa que hace falta límites de aproximación al tablero de distribución.
			RETIE 2013 ART. 23.23.3.f		Se evidencia que el tablero no se encuentra eficazmente cerrado, debido a que no se cuenta con las llaves para cerrar la puerta.
2	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 23.23.1.4.i - ART. 23.23.1.4. b		No se evidencia diagrama unifilar en el tablero de distribución.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.2. e		No se evidencia equipotencialidad de la puerta con el SPT.
			RETIE 2013 ART. 20.23.3.i ART. 27.4.1.c		No se evidencia acrílico o barrera que impida el contacto directo con los barrajes

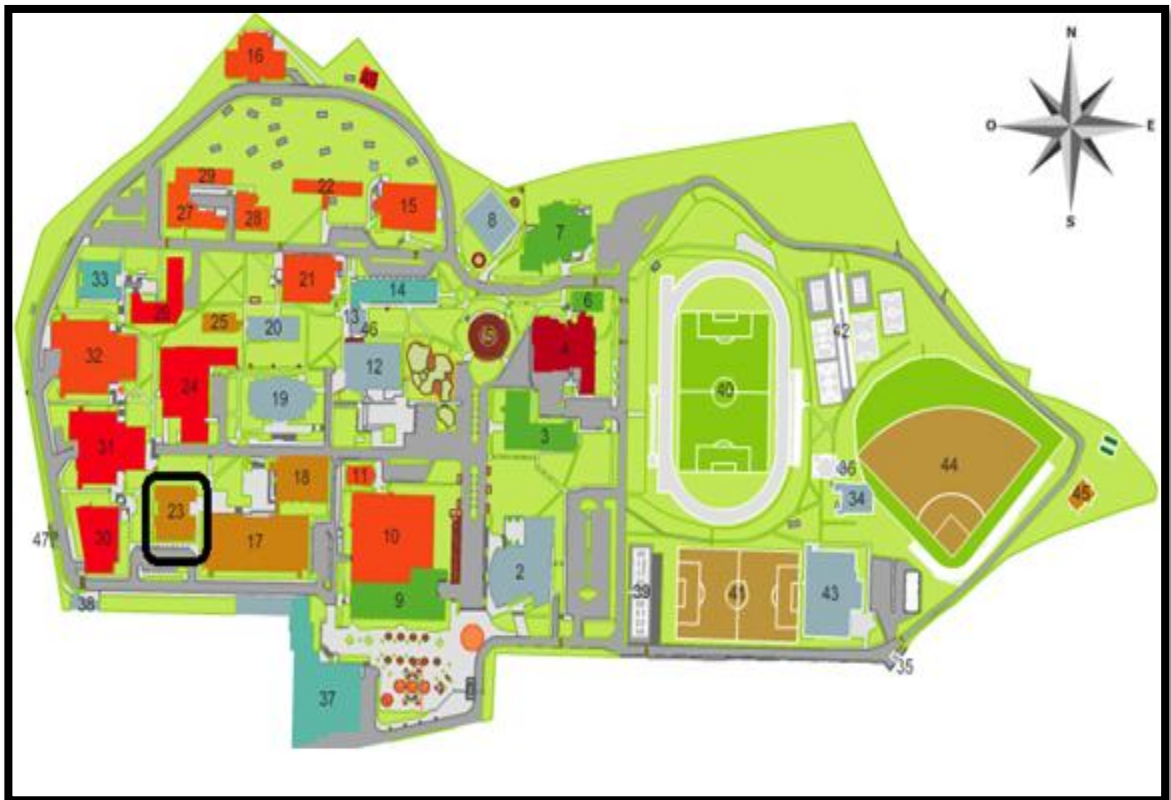
#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
5	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.3.b	NTC 2050 SECCIÓN 384-16	Se eobserva que del totalizador de mecánica industrial se deriva otro circuito.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Se evidencia que el segundo circuito que sale del totalizador de mecánica industrial no cumple con el código de colores.
6	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.12		Se evidencia que la tornillería con la que se realizaron las conexiones en cada bornera de los barrajes esta produciendo par galvánico.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		El barraje de puesta a tierra ubicado en la parte inferior no esta pintado de color verde según lo estipulado en RETIE.
7	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCION 110-12	Se evidencia que la terminación de la instalación no se hizo de forma limpia y profesional.

Fuente autores

4.14 LABORATORIO DE POSTGRADO. NO 23.

Este edificio se encuentra ubicado en la parte suroccidental del campus universitario como se muestra en la Figura 35. Cuenta con tres niveles y está ocupado casi en su totalidad por laboratorios de Física y Química, adicionalmente se encuentran allí un par de oficinas docentes, el salón de posgrados de la Escuela de Química y la cafetería de profesores de la Universidad, entre otros. Estas instalaciones de posgrado se encuentran colindando con el paso peatonal y el edificio de laboratorios livianos.

Figura 35. Ubicación edificio LABORATORIO DE POSTGRADO.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

El alimentador para este edificio se encuentra dentro de un cuarto y el suministrado de energía está dado por el tablero general A que está ubicado en el edificio de Laboratorios Liviano.

La acometida se divide en dos partes, estas llegan a los tableros de distribución situados en el laboratorio 101. Los tableros no poseen barrajes y por lo tanto las conexiones se hacen con empalmes que no están permitidos en el RETIE 2013 ya que presentan alto riesgo para el personal que este dentro de los cuartos donde están ubicados los tableros eléctricos.

En este edificio, el tablero general eléctrico se encuentra dentro de las instalaciones. El armario del tablero, se encuentra en la parte donde están ubicadas las oficinas del edificio. Para acceder al tablero general, se debe pasar por una oficina y por una puerta que accede a un cuarto de laboratorio. El tablero, se localiza empotrado a un costado de la pared.

Además de las pésimas instalaciones, también se incumplen las distancias de seguridad que se deben tener en cuenta en caso de mantenimiento o posibles reparaciones en los tableros. Es de suma importancia resaltar así mismo, la falta de señalización de riesgo eléctrico en zonas visibles para las personas que tiene acceso a estos lugares.

4.14.1. Formato de no conformidades RETIE.

Tabla 44. Formato de no conformidad RETIE – LABORATORIO DE POSTGRADO.

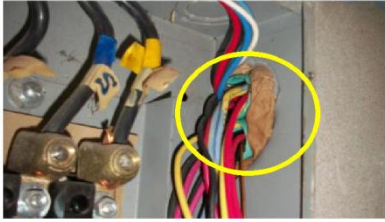
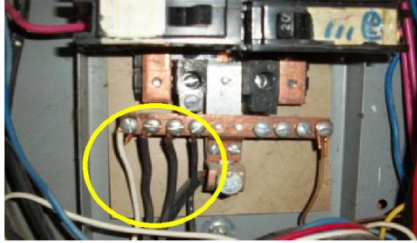
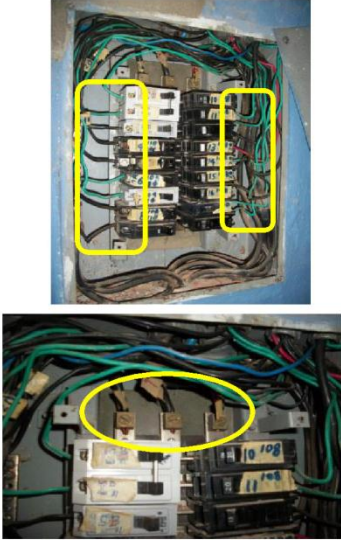



23. LABORATORIO DE POSGRADOS

NO CONFORMIDADES

RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
 CIUDAD Bucaramanga
 DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
 FECHA 17/09/2013
 VERSIÓN N° 0

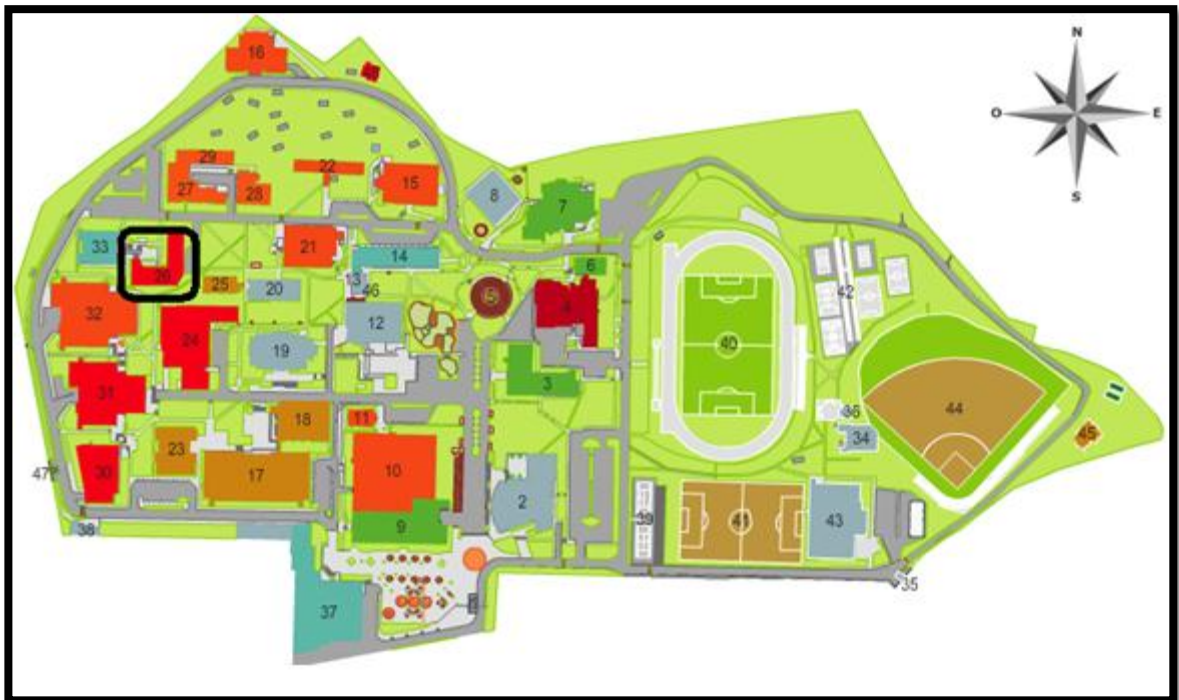
#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	TABLERO 1 DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 6.1.1 - ART. 6.2.2	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.c	No se evidencia señal de riego eléctrico en los tableros de distribución.
	TABLERO 2 DE DISTRIBUCIÓN				
2	TABLERO 1 DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12	Se observa que la instalación no fue realizada de manera limpia y profesional
				NTC 2050 SECCIÓN 350-5	Se evidencia que no se utilizan boquillas en la tubería de PVC que llega al tablero de distribución.
3	TABLERO 1 DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. g		Se evidencia que los circuitos no están debidamente rotulados.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
4	TABLERO 1 DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 350-5	Se evidencia que no se utilizaron boquillas de fijación de la tubería con el tablero de distribución.
5	TABLERO 1 DE DISTRIBUCIÓN				Se evidencia que el neutro y sistema de puesta a tierra comparten un mismo barraje.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Se evidencia que no se cumple con el código de colores establecido por el RETIE.
6	TABLERO 2 DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12	Se evidencia que la instalación no fue realizada de manera limpia y profesional.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Se evidencia que las fases que llegan al tablero de distribución, el conductor neutro y los circuitos que sale del mismo no cumplen con el código de colores establecido por el RETIE.
7	TABLERO 2 DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.2. c		Se evidencia que el neutro comparte un mismo barraje con el sistema de puesta a tierra y que el barraje no tiene aisladores de fijación al tablero.

4.15 CEIAM. NO 26.

Las instalaciones de CEIAM se encuentran ubicadas en el costado noroccidental de la Universidad Industrial de Santander, colindando por la entrada trasera con el edificio de Daniel Casas mejor conocido como música y por la parte frontal con un pequeño parqueadero vehicular.

Figura 36. Ubicación edificio CEIAM.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

El tablero general eléctrico se encuentra dentro de las instalaciones del edificio. El armario del tablero, se encuentra en un pequeño cuarto al lado de unas oficinas. Para acceder a al cuarto se debe pasar por un pasillo corto, a la izquierda de este pasillo, se ubica el cuarto que contiene una puerta metálica de acceso directo al armario del tablero general.

El sitio donde se encuentra montado el armario del tablero eléctrico está ubicado en una de las esquinas del cuarto. Se puede observar que el cuarto no tiene el

espacio suficiente para cumplir con las normas de seguridad, por lo cual se deduce que el tablero general no cuenta con un lugar apto y seguro como lo exige el reglamento técnico de instalaciones eléctricas. En el tablero general, se encuentran instalados los siguientes equipos y se encuentran los siguientes materiales:

Un totalizador, un alimentador trifásico, los barrajes de las fases, el barraje para el neutro y los barrajes del SPT, los equipos de protección, los relés de control, entre otros.

Verificando la instalación del tablero general, se observa que su armario está descubierto y viola el reglamento técnico de instalaciones eléctricas, ya que se debe tener un gabinete cerrado con acceso solo por el frente por medio de una puerta adecuada para tal uso. Además debe tener barreras protectoras como lo son los acrílicos para los barrajes energizados. Por otra parte, se observa que el cableado no posee ningún tipo de método de cableado recomendado por la norma y exigido por el reglamento técnico colombiano.

El sistema de puesta a tierra del sistema eléctrico del edificio está equipotencializado a la malla del edificio de alta tensión (eléctrica antigua) que se encuentra a aproximadamente 150 m del tablero eléctrico del edificio CEIAM.

La malla de puesta a tierra que viene del edificio de Alta Tensión, consta de 6 cajas de inspección de 30x30 cm^2 cada una. Estas cajas están ubicadas a las afueras de las instalaciones del edificio de Alta Tensión. Todos los puntos que se encuentran dentro de las cajas de inspección de la malla, están conformados por varillas copperweld de cobre de 5/8" interconectadas con conductores de cobre # 2/0 y fijadas con puntos de soldadura exotérmica.

4.15.1 Formato de no conformidades RETIE.


Tabla 45. Formato de no conformidad RETIE – CEIAM.









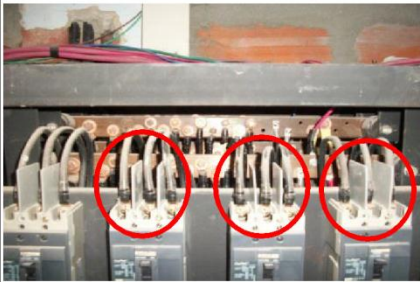
26. CEIAM




NO CONFORMIDADES


RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 27/08/2013
VERSIÓN N° 0

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.1. b		Se evidencia que el tablero no cuenta con las características constructivas establecidas por el RETE
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1. c		Se evidencia puntos diferentes de acceso al tablero de distribución, cuando solo debería tener acceso desde el frente.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1. e	NTC 2050 SECCIÓN 373-2	Se evidencia que el tablero no brinda protección contra efectos de humedad y corrosión
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1.f		El tablero no tiene ningún índice de protección choques mecánicos, elementos sólidos y líquidos
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.4.i - ART. 23.23.1.4. b		No se evidencia el diagrama unifilar en el tablero
			RETIE 2013 ART. 13.4.j Figura 13.4		No se evidencia los límites de aproximación en el tablero de distribución

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
2	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12.a	El Tablero general de distribución no se encuentra eficazmente cerrado para que ofrezca una protección sustancialmente equivalente a la pared del equipo
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1.d		Se evidencia que el tablero no cuenta con un índice de protección contra elementos solidos.
3	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3.f		No se evidencia cumplimiento del código de colores para los conductores
				NTC 2050 SECCIÓN 110-12.a	Se evidencia que el tablero de distribución no tiene tapa frontal, para mantenerlo cerrado.
			RETIE 2013 ART. 27.4.2.b		No se evidencia la instalación del SPT en el tablero de distribución.
4	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.3.b	NTC 2050 SECCIÓN 384-16	Se observa que sale mas de un conductor de la protección contra sobrecarga.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
5	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12	Se evidencia que la instalación no fue realizada de manera limpia y profesional.
6	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 15.3.3.c		Se observa que los conectores utilizados en el barraje de puesta tierra no son certificados.
			RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	Los elementos de fijación al barraje de puesta a tierra no es de material adecuado el cual garantiza, una conexión a presión
7	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		No se evidencia cumplimiento del código de colores para los conductores

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
8	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	No se evidencia el uso adecuado de conectores y tornillería de fijación para los barrajes.
			RETIE 2013 ART. 27.4.1.c - ART. 20.23.3.i		Se observa que no existe el acrílico que evita el contacto directo con los barrajes, donde se conectan las fases.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		No se evidencia cumplimiento del código de colores para los conductores
9	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN	 	RETIE 2013 ART. 6.1.1-ART. 6.2.2-ART. 20.23.1.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.c	No se utiliza señalización de seguridad en las puertas de acceso al cuarto donde esta el tablero de distribución..
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. g		No se evidencia el rotulado de los circuitos del tablero.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
10	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.4.a		No se evidencia el nivel de tensión de operación del tablero.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4.b		No se evidencia corriente nominal de operación
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4.e		No se evidencia razón social, marca del productor, comercializador o importador.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.2.e		Se evidencia que las partes externas no están sólidamente puestas a tierra
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.3.d		No se evidencia las distancia de aislamiento y fuga en el tablero de distribución.
			RETIE 2013 ART. 6.1.1-ART. 6.2.2-ART. 20.23.1.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.c	No se evidencia señal de riesgo eléctrico en el tablero general de distribución.

Fuente: Autores

4.15.2 Música. NO 33.

El edificio DANIEL CASAS, más conocido como el edificio de Música, se encuentra ubicado en el costado noroccidental de la Universidad Industrial de Santander, cerca del edificio CEIAM y el edificio de laboratorios pesados como lo muestra la Figura 37.

El edificio de Música está constituido en su mayoría por escenarios de música, y por un par de oficinas administrativas y docentes.

Figura 37 Ubicación edificio DANIEL CASAS.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

Las instalaciones eléctricas de este edificio, se alimentan desde la subestación del edificio de Alta Tensión, es decir del edificio de Alta Tensión salen los conductores eléctricos hacia el tablero general del edificio de Música.

El tablero general eléctrico, se encuentra dentro de las instalaciones. El armario de este tablero, se encuentra en la parte donde están ubicadas los cuartos de servicio general del edificio. El tablero general se encuentra atravesando una puerta de madera, en un cuarto pequeño y está empotrado a un costado de la pared.

Por la ubicación y el estado del tablero general, se puede decir que no se cuentan con las medidas adecuadas para cumplir con el reglamento técnico colombiano. Además, verificando la instalación del tablero general se observa desorden dentro del tablero eléctrico, se ve que el cableado no posee ningún tipo de método de cableado recomendado por la norma y por el reglamento técnico colombiano.

4.15.3 Formato de no conformidades RETIE.



Tabla 46. Formato de no conformidad RETIE – MÚSICA.

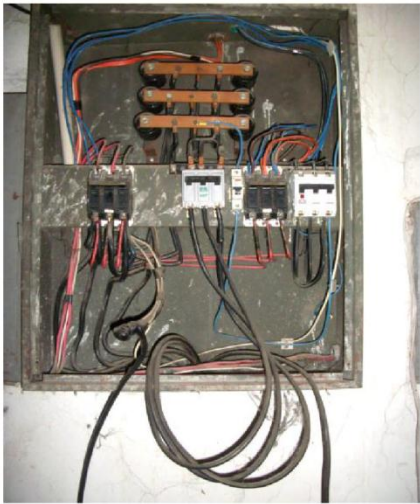



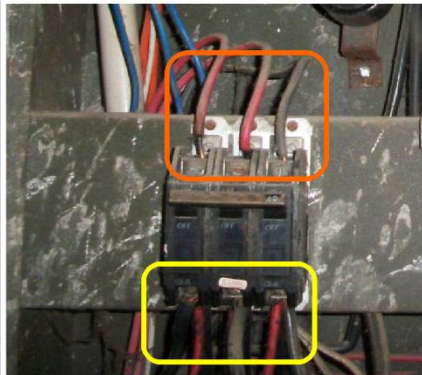

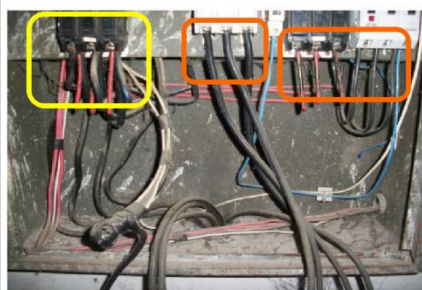

33. DANIEL CASAS

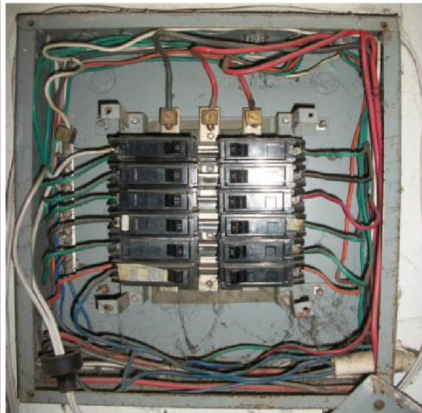
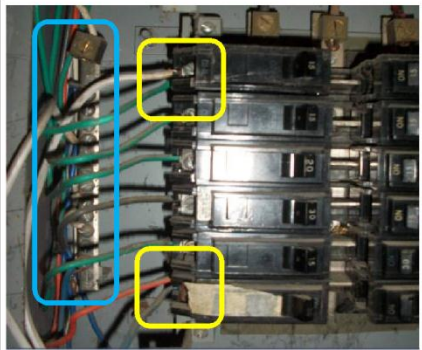
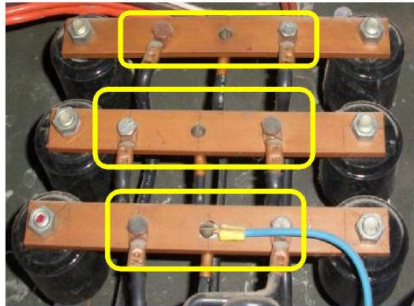
NO CONFORMIDADES

RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 10/10/2013
VERSIÓN N° 0

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.5.1.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-12.a	Se evidencia que el tablero de distribución no cuentan con la tapa frontal, la cual debe garantizar un cierre eficaz, para que ofrezcan una protección equivalente a la de la pared.
2	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12	Se observa que la instalación no fue realizada de manera limpia y profesional.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1.b		Se evidencia que el tablero no cuenta con las características constructivas estipuladas en el RETIE.
				NTC 2050. SECCIÓN 110-11	El gabinete presenta corrosión en algunos puntos.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1.e	NTC 2050 SECCIÓN 373-2	Se evidencia que el estado actual en el que se encuentra el gabinete no brinda protección contra polvo y otros agentes deteriorantes.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.1.f		El tablero no garantiza ningún índice de protección contra choques mecánicos, líquidos y elementos sólidos.
		RETIE 2013 ART. 20.23.1.1.d		Se evidencia que el tablero no cuenta con un índice de protección IP.	

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
3	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 23.23.1.4.i - ART. 23.23.1.4.b		EL tablero no cuenta con el diagrama unifilar actualizado.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4.a,b		No se evidencia la tensión y corriente nominal de operación en el tablero de distribución.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4.e		No se evidencia razón social o constructor del gabinete.
			RETIE 2013 ART. 27.4.2.b		No se evidencia conexión del SPT en el tablero de distribución.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.2.e		Se evidencia que las partes externas no están solidamente puestas a tierra.
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.3.a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	No se evidencia señal de riesgo eléctrico en el tablero de distribución.
4	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.1.c - Art. 20.23.3.i		No se evidencia acrílico o barrera que impida el contacto directo con los barrajes del tablero.
			RETIE 2013 ART. 6.3 Tabla 6.5 - ART. 20.23.1.3.f		Se evidencia que los barrajes no cumplen con el código de colores establecido por el RETIE.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
5	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 10.7		Se evidencia que no se hizo un análisis del conductor mas económico del alimentador y de la carga que se alimenta. Además se muestra que varios conductores con el aislamiento quemado, esto indica que fueron mal dimensionados.
			RETIE 2013 ART. 27.4.3.b	NTC 2050 SECCIÓN 384-16	Se evidencia que sale mas de un conductor por protección.
			RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		Se evidencia que los conductores que entran y salen de las protecciones, no cumplen con el código de colores.
6	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.5.1.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-12.a	Se evidencia que el tablero no se encuentra eficazmente cerrado.
			RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	No se evidencia señal de riesgo eléctrico en el tablero de distribución.

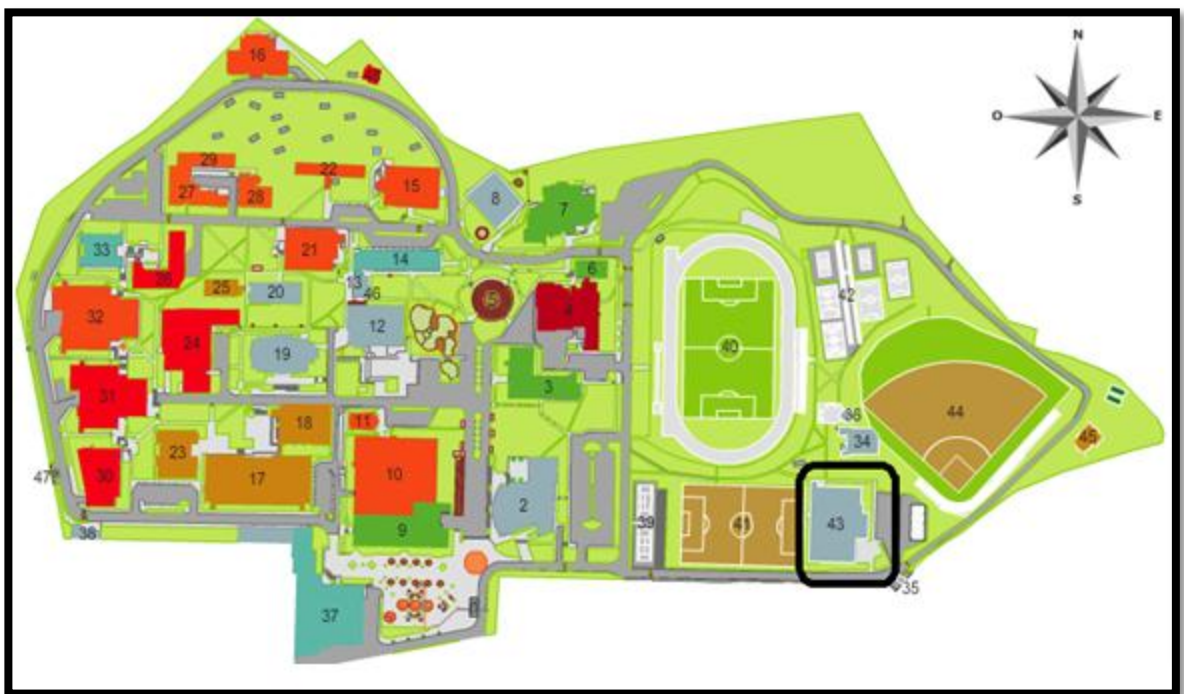
#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
7	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3.f		No se evidencia el cumplimiento de colores en el tablero de distribución.
			RETIE 2013 ART. 27.4.2.b		No se evidencia instalación del sistema de puesta a tierra en el tablero de distribución.
			NTC 2050 SECCIÓN 110-12		Se evidencia que la instalación no fue realizada de forma limpia y profesional.
8	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.3.b	NTC 2050 SECCIÓN 384-16	Se evidencia que sale mas de un conductor por protección.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.2.c		Se evidencia que el barraje de neutro no esta montado sobre aisladores.
9	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 23.23.1.3.a - ART. 23.23.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-14.a	No se evidencia el uso adecuado de conectores y tornillería de fijación, para los conductores que llegan a los barrajes.

Fuente: Autores

4.16 COLISEO. NO 43.

Las instalaciones del coliseo se encuentran ubicadas en el costado suroriental de la Universidad Industrial de Santander. El coliseo se encuentra cerca de la portería ubicada en la carrera 30 y se encuentra rodeado por las cancha de fútbol, la cancha de softbol y por residencias universitarias como se observa en la Figura 38.

Figura 38. Ubicación edificio COLISEO.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

El edificio del coliseo, cuenta con subestación eléctrica. Esta subestación eléctrica se encuentra ubicada en el costado oriental del edificio y a su alrededor se encuentra el paso peatonal y los parqueaderos junto a la portería de la carrera 30 del campus universitario. La subestación es de tipo interior y se encuentra dividida en dos áreas que son: el área del tablero y las celdas, y el área del transformador.

La primera área cuenta con $9,8 m^2$, allí se encuentra situado el tablero general y los equipos de medida, junto con las celdas de seccionamiento en aceite de 15,5 kV.

La segunda área mencionada es de $10,5 m^2$. Allí se encuentra el transformador trifásico de 400 kVA, marca MAGNETRON, con relación de transformación de $13200 V / (214-123) V \pm 2*2,5 \%$. Al igual que los transformadores de otras subestaciones, este transformador es evaluado por medio de los formatos de no conformidad elaborados y el análisis se enfoca en las puertas corta fuego, la cuba del transformador, la bandeja Portacables y la estructura de soporte.

Este edificio, consta de un sistema de protección contra rayos conformado por 4 puntas captadoras las cuales se equipotencializan por medio de bajantes que se ubican alrededor de la estructura del edificio.

La malla de puesta a tierra cuenta con dos cajas de inspección de $30x30 cm^2$ cada una. Estas cajas de inspección están ubicadas de la siguiente manera: una está ubicada dentro del cuarto del tablero general y la otra se encuentra situada en el cuarto del transformador. Cada una de estas cajas cuenta con una varilla copperweld de cobre de $5/8''$, las cuales son interconectadas con los conductores de cobre # 2/0 y fijadas con puntos de soldadura exotérmica.

4.16.1 Formato de no conformidades RETIE.

Tabla 47. Formato de no conformidad RETIE – COLISEO.


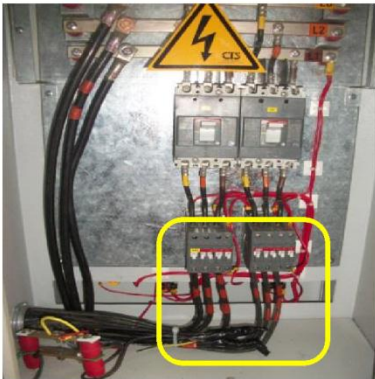




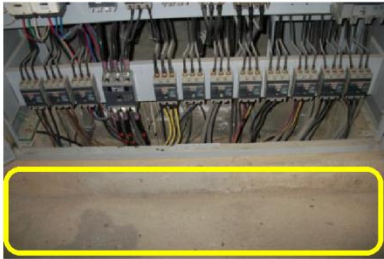



43. COLISEO




NO CONFORMIDADES


RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 30/07/2013
VERSIÓN N° 0

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		No se evidencia cumplimiento del código de colores para los conductores
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4. g		No se evidencia la respectiva marcación de los circuitos
2	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART 23.23.1.3. a		No se evidencia el adecuado uso de conectores y la debida organización para el barraje de tierra
3	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.2. c		El barraje de tierra no esta montado sobre aisladores.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
4	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN			NTC 2050 SECCIÓN 110-12.a	El Tablero general de distribución no se encuentra eficazmente cerrado para que ofrezca una protección sustancialmente equivalente a la pared del equipo
5	GABINETE DE CONTROL ALUMBRADO		RETIE 2013 ART 6.3 Tabla 6.5 - ART 20.23.1.3. f		No se evidencia cumplimiento del código de colores para los conductores
6	GABINETE DE CONTROL ALUMBRADO		RETIE 2013 ART. 20.23.1.2. b		En el barraje del SPT no se utiliza tornillos de acero tuercas o clavijas de conexión.
7	PUERTA ENTRADA BÓVEDA TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 6.1.1-ART. 6.2.2-ART. 20.23.1.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.c	No se utiliza señalización de seguridad en las puertas de acceso al cuarto donde esta el tablero de distribución y el cuarto donde esta el transformador.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
8	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 13.4.j Figura 13.4		No se evidencia limites de aproximación en el tablero general de distribución.
					
9	BÓVEDA TRANSFORMADOR.			NTC 2050 SECCIÓN 450-43.a	La bóveda del transformador no cuenta con el brocal en la puerta.
10	BÓVEDA TRANSFORMADOR.		RETIE 2013 ART. 17.1.c		Se evidencia que no hay iluminación de emergencia dentro de la bóveda del transformador.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
11	BÓVEDA TRANSFORMADOR.		RETIE 2013 ART. 27.4.2.c - 27.4.2.e		Se evidencia que existen elementos en la bóveda del transformador sin equipotencializar.
12	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 6.1.1-ART. 6.2.2-ART. 20.23.1.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.c	Se evidencia que falta la señalización de seguridad en las puertas del tablero de distribución
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4.i		No se evidencia el diagrama unifilar actualizado.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4.b		No se evidencia corriente nominal de operación
			RETIE 2013 ART. 23.23.1.4.a		No se evidencia la tensión de trabajo del tablero de distribución
13	GABINETE DE CONTROL ALUMBRADO		RETIE 2013 ART. 6.1.1-ART. 6.2.2-ART. 20.23.1.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 110-17.c	No se evidencia la señal de seguridad en el gabinete de control.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
14	TRANSFORMADOR PARA ALUMBRADO		RETIE 2013 ART. 13.4.j Figura 13.4		No se evidencia los límites de aproximación.

Fuente: Autores.

4.16.2 Medidas de resistencia de puesta a tierra.

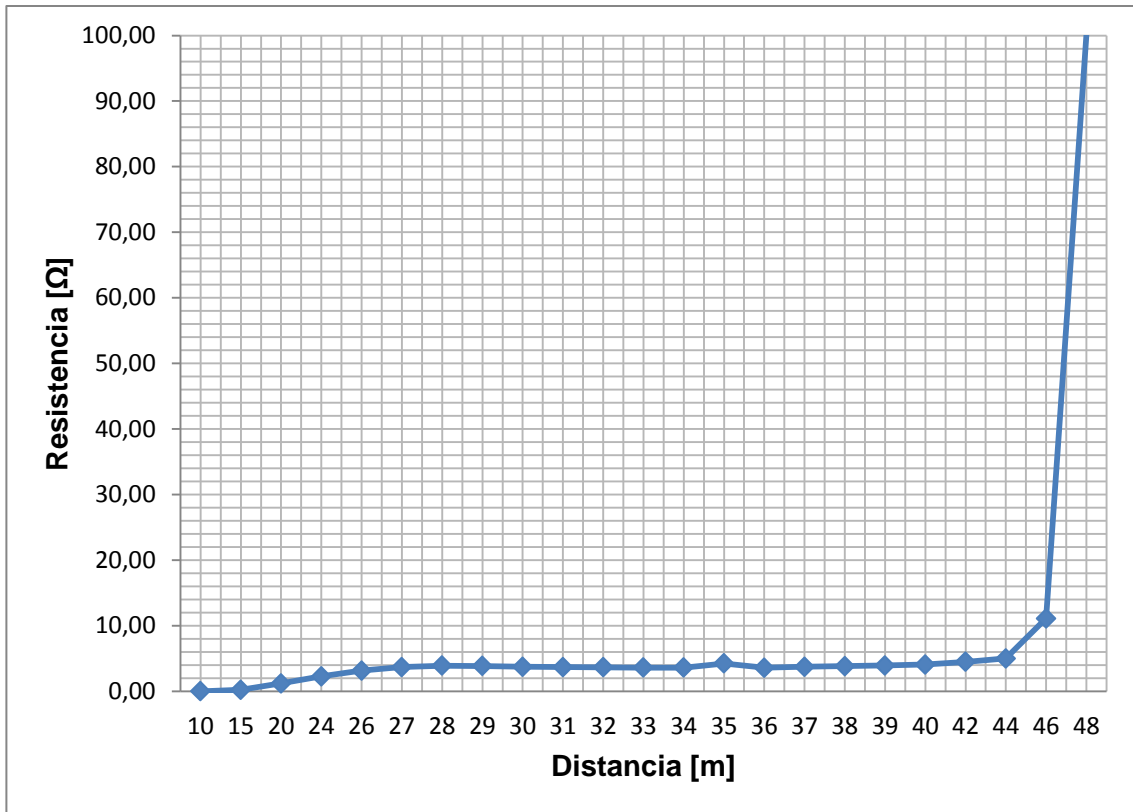
Tabla 48. Medición resistencia de puesta a tierra – COLISEO.



43. COLISEO							
MEDICIÓN RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA							
RAZÓN SOCIAL: Universidad Industrial de Santander							
CIUDAD: Bucaramanga							
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria							
FECHA 12/09/2013							
VERSIÓN N° 0							
Distancia de electrodo de Corriente				48 metros			
Orientación para la medición				Norte			
d [m]	Medida 1 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Medida 2 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Medida 3 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Promedio [Ω]
10	0	16:12:41	0	16:13:11	0	16:13:41	0,00
15	0,2	16:15:16	0,14	16:15:46	0,3	16:16:16	0,21
20	1,19	16:19:05	1,21	16:19:35	1,14	16:20:05	1,18
24	2,21	16:22:13	2,29	16:22:43	2,26	16:23:13	2,25
26	3,12	16:25:53	3,15	16:26:23	3,17	16:26:53	3,15
27	3,69	16:29:04	3,68	16:29:34	3,7	16:30:04	3,69
28	3,91	16:33:06	3,89	16:33:36	3,89	16:34:06	3,90
29	3,87	16:37:08	3,86	16:37:38	3,81	16:38:08	3,85
30	3,75	16:40:45	3,73	16:41:15	3,72	16:41:45	3,73
31	3,66	16:43:14	3,68	16:43:44	3,72	16:44:14	3,69
32	3,66	16:46:19	3,64	16:46:49	3,63	16:47:19	3,64
33	3,58	16:49:00	3,62	16:49:30	3,62	16:50:00	3,61
34	3,62	16:53:07	3,61	16:53:37	3,59	16:54:07	3,61
35	3,58	16:58:01	5,57	16:58:31	3,58	16:59:01	4,24
36	3,59	17:01:38	3,56	17:02:08	3,58	17:02:38	3,58
37	3,73	17:05:10	3,75	17:05:40	3,69	17:06:10	3,72
38	3,82	17:08:25	3,85	17:08:55	3,8	17:09:25	3,82
39	3,92	17:11:05	3,91	17:11:35	3,91	17:12:05	3,91
40	4,09	17:15:09	4,06	17:15:39	4,04	17:16:09	4,06
42	4,46	17:18:04	4,47	17:18:34	4,51	17:19:04	4,48
44	5,01	17:21:58	4,97	17:22:28	4,98	17:23:58	4,99
46	11,09	17:25:18	11,1	17:25:38	11,1	17:26:18	11,10
48	99,4	17:29:11	99,6	17:29:41	101,2	17:30:11	100,07
Medida con el electrodo de potencial al 62% del electrodo de corriente							3,69 Ω

Fuente: Autores.

Figura 39 Perfil de resistencia de puesta a tierra – COLISEO.



Fuente: Autores.

4.16.3 Medidas de equipotencialidad.

Tabla 49. Medición de equipotencialidad – COLISEO.



43. COLISEO

MEDICIÓN DE EQUIPOTENCIALIDAD

RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 24/10/2013
VERSIÓN N° 0

Tiempo de disparo de la protección			0,5 [S]	
Intensidad corriente de falla a tierra			3,6 [kA]	
Sección mínima del conductor			8,101 [mm ²]	
PUNTO DE MEDICION	* RESISTENCIA [mΩ]	*LONGITUD [m]	**AREA [mm ²]	APROBACIÓN
TRANSFORMADOR ENCAPSULADO 400 [kVA]				
Carcasa Capsula	2,90	2,10	13,03	Cumple
Conductor de Puesta a tierra	2,50	1,95	14,04	Cumple
Puerta derecha	2,80	1,80	11,57	Cumple
Puerta izquierda	2,85	1,60	10,11	Cumple
BÓVEDA TRANSFORMADOR				
Puerta derecha	-----	1,05	0,00	SC
Puerta izquierda	-----	1,10	0,00	SC
Dámper 1	-----	4,15	0,00	SC
Dámper 2	-----	3,30	0,00	SC
CAJA DE INSPECCIÓN UBICADA EN CUARTO DE TABLEROS				
Electrodo de puesta a tierra	3,98	4,20	18,99	Cumple
CAJA DE CONTROL ALUMBRADO				
Puerta	19,35	7,20	6,70	No cumple
Barraje de Puesta a Tierra	10,32	7,40	12,91	Cumple
TRASFORMADOR PARA ALUMBRADO				
Conexión SPT	11,42	7,00	11,03	Cumple
Carcasa	12,15	7,10	10,52	Cumple
TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN				
Gabinete	15,6	6,30	7,27	No cumple
Barraje neutro	6,5	6,40	17,72	Cumple
Barraje de puesta a tierra	5,21	6,60	22,80	Cumple
Puerta derecha	17,87	6,16	6,20	No cumple



PUNTO DE MEDICION	* RESISTENCIA [mΩ]	*LONGITUD [m]	**AREA [mm ²]	APROVACIÓN
TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN				
Puerta izquierda	18,2	4,66	4,61	No cumple
Puerta alimentador red inalámbrica	19,5	6,70	6,18	No cumple
Puerta medidor de energía	19,5	7,00	6,46	No cumple
Puerta Totalizador	19,6	6,40	5,88	No cumple
PUERTA ENTRADA CUARTO DE TABLEROS				
Puerta derecha	-----	4,20	0,00	SC
Puerta Izquierda	-----	4,20	0,00	SC

SIN CONEXIÓN A LA REFERENCIA	SC	REFERENCIA	Electrodo de puesta a tierra de la caja de inspección ubicada en la bóveda del transformador.
No conectado a la referencia	-----		
*	Resistencia y longitud tomada desde el punto de referencia al punto a medir.		
**	Área de la sección del conductor desde punto de referencia al punto a medir.		

Fuente: Autores.

4.16.4 Medidas de tensiones de paso y de contacto.

Tabla 50. Medición de tensión de paso y contacto – COLISEO.



43. COLISEO

MEDICIÓN DE TENSION DE PASO Y CONTACTO

RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
 CIUDAD: Bucaramanga
 DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
 FECHA: 30/10/2013
 VERSIÓN N° 0

Tiempo de disparo de la protección	0,5 [S]
Intensidad corriente de falla a tierra	3,6 [kVA]
Corriente inyectada a la malla	30 [A]

Valores admisibles de tensión [V]			Tipo de Suelo	SIMBOLO	Resistividades [Ω m]
Vp	Vc	Vd			
2638,92	765,09	164,05	Concreto	C	2500
2902,58	829,12	164,05	Gravilla	G	2766,33
1426,23	470,58	164,05	Baldosa	B	1275
1433,44	472,33	164,05	Tierra	T	1282,28

Vp	Tension de paso
Vc	Tensión de contacto
Vd	Diferencia de potencial

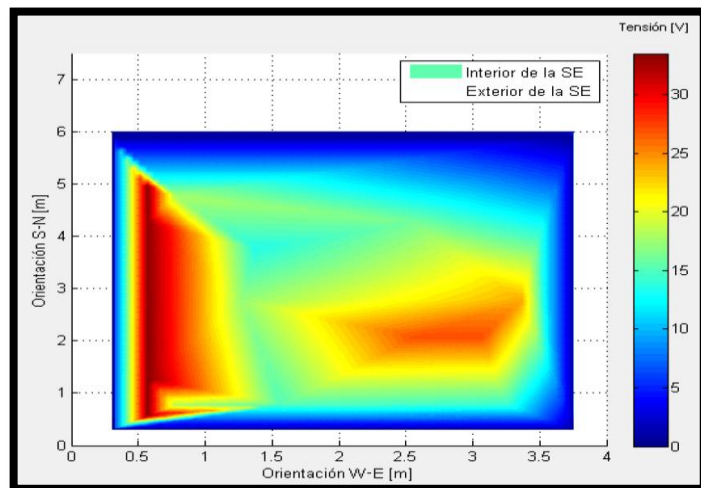
#	UBICACIÓN	TIPO DE SUELO	V admisible	Vo [mV]	V1 [mV]	V2 [mV]	V [mV]	Vmax [V]	CUMPLE	
									SI	NO
1	Puerta derecha bóveda transformador	C	Vc	124,32	364,74	363,86	342,12	34,25	X	
2	Puerta izquierda bóveda transformador	C	Vc	124,18	364,14	365,65	343,56	34,95	X	
3	Encapsulado transformador	C	Vc	14,06	168,05	167,64	166,84	17,24	X	
4	Puerta derecha transformador	C	Vc	36,48	186,16	185,98	184,63	18,34	X	
5	Puerta Izquierda transformador	C	Vc	34,78	189,47	188,64	186,34	16,96	X	
6	Dámper 1	C	Vc	146,85	289,34	288,07	247,39	24,84	X	
7	Dámper 2	C	Vc	31,95	173,98	188,65	177,36	18,24	X	
8	Puerta derecha - Cuarto tablero general	C	Vc	126,58	368,47	368,96	349,48	35,27	X	
9	Puerta Izquierda - Cuarto tablero teneral	C	Vc	123,58	368,45	368,37	347,85	32,89	X	
10	Gabinete tablero general de distribución	C	Vc	142,09	316,98	317,10	278,93	26,87	X	

#	UBICACIÓN	TIPO DE SUELO	V admisible	Vo [mV]	V1 [mV]	V2 [mV]	V [mV]	Vmax [V]	CUMPLE	
									SI	NO
11	Puerta tablero general de distribución	C	Vc	146,29	316,71	317,02	278,97	26,09	X	
12	Suelo frente a la bóveda del transformador	C	Vp	19,32	214,23	215,17	211,54	21,53	X	
13	Suelo frente al cuarto del tablero general	C	Vp	19,05	224,35	224,78	224,71	22,34	X	
14	Cuarto tablero general de distribución - Medición 1	C	Vp	13,48	157,25	153,50	155,18	15,10	X	
15	Cuarto tablero general de distribución - Medición 2	C	Vp	12,34	146,40	145,65	144,35	15,24	X	
16	Bóveda del transformador - Medida 1	C	Vp	12,54	137,98	140,85	137,67	15,32	X	
17	Bóveda del transformador - Medida 2	C	Vp	15,08	166,59	169,12	167,28	15,96	X	

Fuente: Autores.

En la siguiente figura se muestra la distribución de tensiones medidas en la tabla anterior, de acuerdo a cada punto medido en el Coliseo.

Figura 40. Distribución de tensiones – COLISEO.



Fuente: Autores.

4.14.5 Recomendaciones y costos estimados de los materiales.

El tablero general, presenta incumplimiento con el código de colores, para poder cumplir con este, se recomienda marcar los conductores de los circuitos con cinta aislante de los respectivos colores de las fases.

En el barraje de neutro se sugiere poner conectores para algunos de los conductores que no tienen, además se deben colocar los suficientes terminales en el barraje que satisfagan la cantidad de conductores que se desean conectar a él.

El barraje de puesta a tierra no posee aisladores, por lo tanto se recomienda poner aisladores en los extremos donde estos se ajustan a la carcasa del tablero eléctrico. Se debe poner una lámina de acero, en la parte trasera del tablero donde se encuentra descubierto, para que sólo sea accesible por el frente como lo exige el reglamento.

Se recomienda ajustar adecuadamente el barraje de SPT del tablero auxiliar de iluminación de la cancha sur de futbol, con tornillería en acero para que se evite el par galvánico.

En las puertas de los cuartos del transformador y del tablero de distribución que no presentan ningún tipo de aviso del riesgo eléctrico, se sugiere poner stickers visibles que contengan las señales de riesgo eléctrico. Además se debe hacer el puente equipotencial entre las puertas y el barraje de puesta a tierra, por medio de cables que cumplan con los requisitos de equipotencialidad. Se recomienda poner con pintura las franjas de limitación del tablero eléctrico.

En el cuarto del transformador es necesario hacer un brocal, el cual debe tener una altura que permita acumular el aceite del transformador sólo dentro del cuarto. La altura de brocal debe ser de mínimo 0,10 m. Además en el cuarto del

transformador se deben instalar luces de emergencia con baterías independientes de 12 V.

Tabla 51. Presupuesto de materiales para solucionar no conformidades en el coliseo.

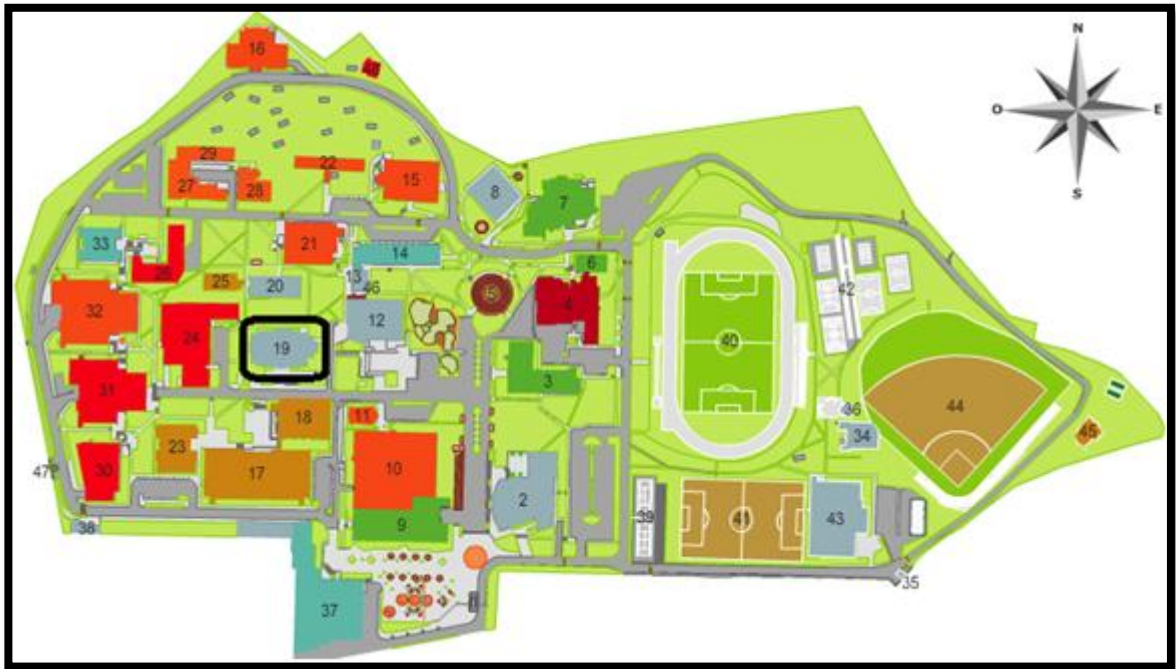
43. COLISEO								
COSTO DE MAERIALES PARA SULUCIONAR NO CONFORMIDADES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTICAS								
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	Equipos	Materiales	Mno. De Obra	V/UNITARIO	VR/PARCIAL
1,00	BÓVEDA Y SUBESTACIÓN ELECTRICA							
1,01	Construcción del brocal para bóveda de transformador	U	1	\$ -	\$ 23.780	\$ -	\$ 23.780	\$ 23.780
1,02	Equipotencializar puertas cortafuego y dampers	U	2	\$ -	\$ 103.234	\$ -	\$ 103.234	\$ 206.468
1,03	Instalación de iluminación de emergencia en la bóveda	U	1	\$ -	\$ 122.967	\$ -	\$ 122.967	\$ 122.967
1,04	Instalar iluminación en la bóveda	U	1	\$ -	\$ 15.544	\$ -	\$ 15.544	\$ 15.544
1,05	Instalar señal de riesgo eléctrico en puertas cortafuegos	U	1	\$ -	\$ 10.092	\$ -	\$ 10.092	\$ 10.092
2,00	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN							
2,01	Rotular circuitos en el tablero general	U	17	\$ -	\$ 2.900	\$ -	\$ 2.900	\$ 49.300
2,02	Sellar tablero general de distribución	U	1	\$ -	\$ 23.408	\$ -	\$ 23.408	\$ 23.408
2,03	Identificación de conductores de cada circuito	U	17	\$ -	\$ 604	\$ -	\$ 604	\$ 10.268
2,04	Pintar límites de aproximación	U	1	\$ -	\$ 78.880	\$ -	\$ 78.880	\$ 78.880
2,05	Montaje aisladores para barrajes de puesta a tierra	U	4	\$ -	\$ 1.740	\$ -	\$ 1.740	\$ 6.960
2,06	Instalación de terminales estañado para conductores instalados en los barrajes	U	8	\$ -	\$ 4.408	\$ -	\$ 4.408	\$ 35.264
2,07	Colocar diagrama unifilar en el tablero general de distribución	U	1	\$ -	\$ 4.988	\$ -	\$ 4.988	\$ 4.988
2,08	Instalar señal de riesgo eléctrico en el tablero general	U	1	\$ -	\$ 10.092	\$ -	\$ 10.092	\$ 10.092
2,09	Rotular corriente y tensión de operación en el tablero general	U	1	\$ -	\$ 3.480	\$ -	\$ 3.480	\$ 3.480
2,10	Conexión equipotencial en puertas los tableros de distribución	U	6	\$ -	\$ 1.183	\$ -	\$ 1.183	\$ 7.098
3,00	GABINETE DE CONTROL Y TRANSFORMADOR DEL CONTROL DE ALUMBRADO							
3,01	Pintar límites de aproximación	U	1	\$ -	\$ 37.990	\$ -	\$ 37.990	\$ 37.990
3,02	Instalar señal de riesgo eléctrico en el tablero de control	U	1	\$ -	\$ 10.092	\$ -	\$ 10.092	\$ 10.092
3,03	Fijar barraje de puesta a tierra	U	1	\$ -	\$ 3.016	\$ -	\$ 3.016	\$ 3.016
3,04	Identificar conductores de circuitos en el tablero de control	U	1	\$ -	\$ 6.032	\$ -	\$ 6.032	\$ 6.032
VALOR TOTAL CON IVA								\$ 665.719

Fuente: Autores.

4.17 CENTIC. NO 19.

El edificio del CENTIC se encuentra al costado occidental de la Biblioteca y está ubicado en la parte central del campus de la Universidad Industrial de Santander.

Figura 41. Ubicación edificio CENTIC.



Fuente: Universidad Industrial de Santander. <https://www.uis.edu.co/>

La subestación eléctrica del CENTIC, se encuentra en el costado norte de la parte de atrás del edificio, colindado con el paso peatonal y la cafetería de los profesores situada junto a los jardines. Esta subestación se encuentra dividida en tres áreas que son: el área del transformador, el área de la planta eléctrica, y el área de los tableros y las celdas. A la subestación se ingresa por una puerta metálica que se une al paso peatonal, y se le considera una subestación de tipo interior.

La primera área mencionada anteriormente, es de 9 m². Allí se encuentra instalado un transformador trifásico de marca ABB de 500 kVA, con relación de

transformación de 13200 V / (228-131.6) V \pm 2*2,5%. A este transformador se accede por una puerta cortafuego y al igual que los transformadores de las demás subestaciones, es estudiado por medio de los formatos de no conformidad elaborados.

La segunda área de 17,6 m², es el área donde se encuentra la planta eléctrica. Esta planta eléctrica es de marca CUMMINS, con potencia trifásica 260 kVA /208 kW y tensión 127/220 V.

Y por último la tercera área mencionada, es un área de 33 m², donde se encuentran los tableros eléctricos y las celdas. Las celdas contienen dos seccionadores de los cuales uno es de marca dúplex y se encarga de interconectar esta subestación con el edificio de Biblioteca, y el otro seccionador es de marca SOCOL de 17, 5 kV y se encarga de la parte de aire acondicionado del edificio CENTIC.

El edificio tiene un sistema de protección contra rayos, específicamente un sistema de apantallamiento conformado por cinco puntas captadoras ubicadas alrededor del edificio. Estas puntas captadoras forman un anillo y usan bajantes para su equipotencialización.

Por otra parte, se observa que la malla de puesta a tierra de esta subestación se encuentra tapada por concreto, ya que no se cuentan con cajas de inspección como en las otras subestaciones.

4.17.1 Formato de no conformidades RETIE.

Tabla 52. Formato de no conformidad RETIE – CENTIC.

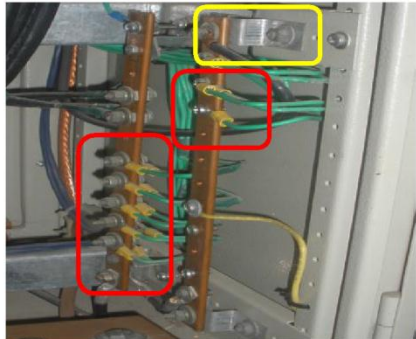









19. CENTIC







NO CONFORMIDADES





RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 23/08/2013
VERSIÓN N° 0

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
1	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 27.4.1.c RETIE 2013 ART. 20.23.3.i	NTC 2050 SECCIÓN 250-124	No se evidencia barrera o acrílico que evite el contacto directo con los barrajes.
2	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.2.c		El barraje de tierra no esta montado sobre aisladores.
3	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 23.23.1.4.i - ART. 23.23.1.4. b		No se evidencia diagrama unifilar en el tablero de distribución.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
4	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN		RETIE 2013 ART. 20.23.1.2.c		El barraje de tierra no esta montado sobre aisladores.
			RETIE 2013 ART. 20.12.2.a - ART. 20.23.1.3. a,c		No se debe colocar mas de un terminal sobre un punto de conexión del conexión del barraje.
5	GABINETE DE CONTROL		RETIE 2013 ART. 20.23.1.2. e		No se evidencia punto equipotencial entre el gabinete y la puerta.
6	CELDAS DE SECCIONAMIENTO				El interruptor que energiza la iluminación dentro de las celdas de seccionamiento se encuentra dañado, es de vital importancia arreglarlo por cuestiones de revisiones en las celdas.
7	TRANSFORMADOR 500 KVA ABB			NTC 2050 SECCIÓN 250-92.b	Se evidencia esfuerzos mecánicos sobre el conductor de puesta a tierra, ocasionando que pierda su uniformidad que debe tener en todo el trayecto de la instalación, generando a su vez un incremento dela resistencia en este punto.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
8	BÓVEDA TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 20.23.1.2. b	NTC 2050 SECCIÓN 384-31	No se utiliza elementos que permitan realizar una conexión rígida del barraje de tierra.
9	BÓVEDA TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 17.1.c	NTC 2050 SECCIÓN 110-34.d	Las lámparas de iluminación no deben estar sobre equipos energizados, en este caso es el transformador.
					Se evidencia que las bóvedas de los transformadores no tienen iluminación de emergencia.
10	PUERTAS BÓVEDA TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 20.4.1.c	NTC 2050 SECCIÓN 450-43.a	Las puertas del cuarto del transformador deben proveer un cierre hermético y con una resistencia mínima al fuego de 3 horas.
			RETIE 2013 ART. 21.1.w		
			RETIE 2013 ART. 20.4.2		
11	TRANSFORMADOR			NTC 2050 SECCIÓN 305-7	Ne evidencia la barrera de protección que evite el acceso a personal no autorizado.
			RETIE 2013 ART. 21.1.u		No se evidencia el sumidero en lugar de instalación del transformador en caso de fuga de aceite.
				NTC 2050 SECCIÓN 450-13	En la parte de atrás del transformado se observa que no tiene fácil acceso para realizar inspección y mantenimiento.

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
12	TRANSFORMA-DOR		RETIE 2013 ART. 20.2.9.d		Los conductores de media tensión que llegan al transformador no tienen portamufa o sujeción mecánica que evite esfuerzos mecánicos en su conexión.
				NTC SECCIÓN 230-8	El ducto por el cual llegan los conductores de media tensión al transformador se encuentra destapado, cuando debería estar sellado con una espuma dieléctrica.
			RETIE 2013 ART. 27.4.2.c - 27.4.2.e	NTC 2050 SECCIÓN 250-75	No se evidencia punto equipotencial entre la estructura a la que se le sujetan los conductores de media tensión y el sistema de puesta a tierra.
13	PUERTAS BÓVEDA TRANSFORMA-DOR		RETIE 2013 ART. 27.4.2.c - 27.4.2.e	NTC 2050 SECCIÓN 250-75	No se evidencia punto equipotencial entre las puertas de la bóveda del transformador y el sistema de puesta a tierra
14	PUERTAS BÓVEDA TRANSFORMA-DOR		RETIE 2013 ART. 17.1.c		No se evidencia alumbrado de emergencia en la bóveda del transformador
				NTC 2050 SECCIÓN 450-43.b	No se evidencia el brocal en las puertas de los cuartos de transformador

#	UBICACIÓN	FOTOGRAFÍA	RETIE 2013	NTC 2050	OBSERVACIONES
15	PUERTA PRINCIPAL		RETIE 2013 ART. 6.1.1-ART. 6.2.2-ART. 20.23.1.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 170-17.c	No se evidencia la señal de seguridad en la puerta principal de acceso.
			RETIE 2013 ART. 27.4.2.c - 27.4.2.e	NTC 2050 SECCIÓN 250-75	No se evidencia punto equipotencial en la puerta de acceso y el sistema de puesta a tierra.
17	PUERTAS BÓVEDA TRANSFORMADOR		RETIE 2013 ART. 6.1.1-ART. 6.2.2-ART. 20.23.1.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 170-17.c	No se evidencia la señal de seguridad en las puertas de acceso a las bóvedas del transformador.
18	TABLERO GENERAL		RETIE 2013 ART. 6.1.1-ART. 6.2.2-ART. 20.23.1.4.f	NTC 2050 SECCIÓN 170-17.c	No se evidencia la señalización de seguridad en las puertas del tablero general de distribución.
			RETIE 2013 ART. 13.4.j Figura 13.4		No se evidencia limites de aproximación en el tablero general de distribución.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4.a		No se evidencia el nivel de tensión de operación del tablero.
			RETIE 2013 ART. 20.23.1.4.b		No se evidencia corriente nominal de operación

Fuente: Autores.

4.17.2 Medidas de resistencia de puesta a tierra.

Tabla 53. Medición resistencia de puesta a tierra – CENTIC.



19. CENTIC

MEDICIÓN RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

RAZÓN SOCIAL: Universidad Industrial de Santander

CIUDAD: Bucaramanga

DIRECCIÓN: Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria

FECHA: 20/09/2013

VERSIÓN N° 0

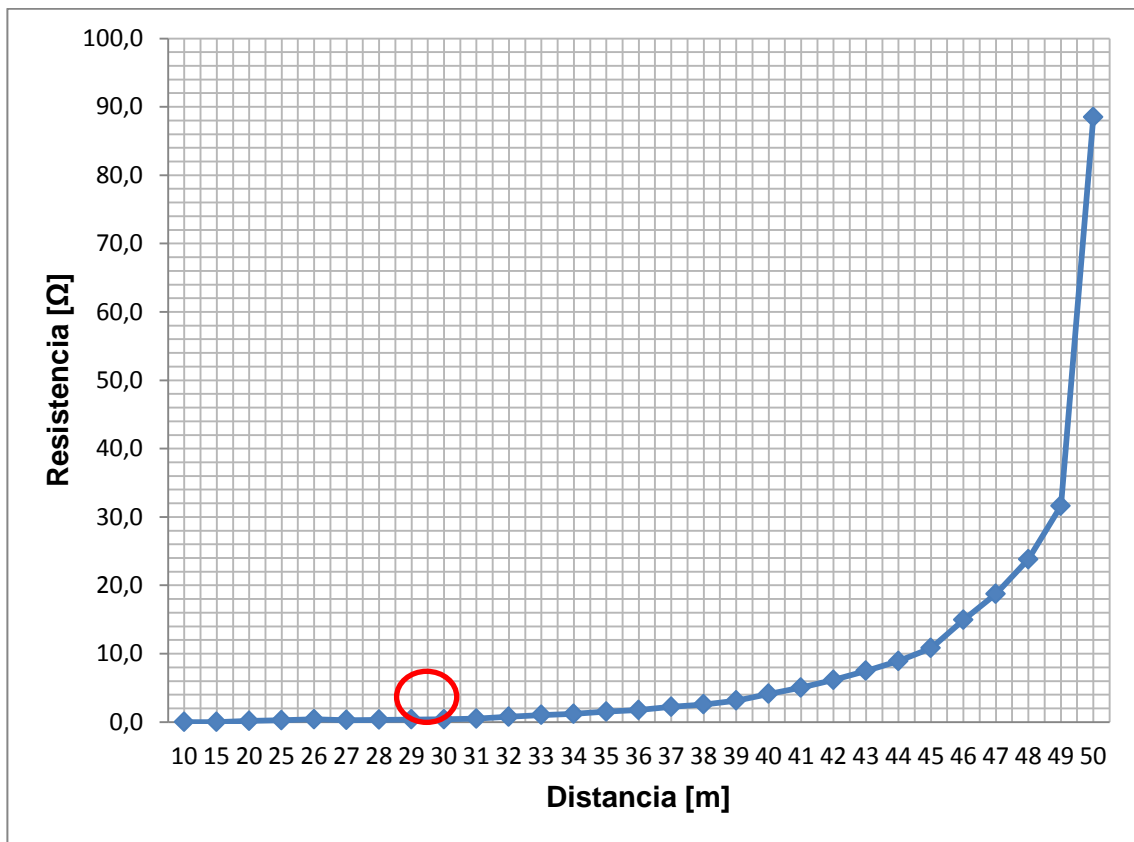
Distancia de electrodo de corriente	50 metros
Orientación para la medición	Norte

d [m]	Medida 1 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Medida 2 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Medida 3 [Ω]	Hora medición (hh,mm,ss)	Promedio [Ω]
10	0	15:17:06	0	15:17:36	0	15:18:06	0,0
15	0	15:19:45	0	15:20:15	0	15:20:45	0,0
20	0,18	15:22:14	0,1	15:22:44	0,19	15:23:14	0,2
25	0,25	15:25:02	0,28	15:25:32	0,26	15:26:02	0,3
26	0,37	15:28:09	0,39	15:28:39	0,41	15:29:09	0,4
27	0,23	15:30:56	0,23	15:31:26	0,37	15:31:56	0,3
28	0,29	15:33:07	0,35	15:33:37	0,36	15:34:07	0,3
29	0,31	15:36:03	0,46	15:36:33	0,37	15:37:03	0,4
30	0,42	15:39:16	0,35	15:39:46	0,4	15:40:16	0,4
31	0,43	15:42:13	0,49	15:42:43	0,53	15:43:13	0,5
32	0,78	15:46:02	0,77	15:46:32	0,79	15:47:02	0,8
33	1,16	15:49:33	0,87	15:50:03	1,07	15:50:33	1,0
34	1,26	15:52:24	1,27	15:52:54	1,02	15:53:24	1,2
35	1,43	15:55:12	1,52	15:55:42	1,63	15:56:12	1,5
36	1,79	15:58:46	1,81	15:59:16	1,69	15:59:46	1,8
37	2,26	16:02:19	2,16	16:02:49	2,28	16:03:19	2,2
38	2,56	16:05:28	2,64	16:05:58	2,55	16:06:28	2,6
39	3,18	16:06:53	3,16	16:07:23	3,07	16:07:53	3,1
40	4,06	16:09:09	3,99	16:09:39	4,3	16:10:09	4,1
41	5,01	16:12:05	5,01	16:12:35	5,06	16:13:05	5,0
42	6,18	16:15:40	6,13	16:16:10	6,14	16:16:40	6,2

43	7,45	16:18:00	7,58	16:18:30	7,46	16:19:00	7,5
44	8,93	16:21:08	8,92	16:21:38	8,91	16:22:08	8,9
45	10,86	16:24:50	10,71	16:25:20	10,84	16:25:50	10,8
46	15,28	16:27:01	14,6	16:27:31	14,92	16:28:01	14,9
47	18,58	16:31:07	18,94	16:31:37	18,75	16:32:07	18,8
48	24,4	16:34:54	23,5	16:35:24	23,5	16:35:54	23,8
49	31,8	16:37:11	31,19	16:37:41	31,9	16:38:11	31,6
50	89,1	16:40:37	88,6	16:41:07	87,8	16:41:37	88,5
Medida con el electrodo de potencial al 62% del electrodo de corriente							0,5 Ω

Fuente: Autores.

Figura 42. Perfil de resistencia de puesta a tierra – CENTIC.



Fuente: Autores.

4.17.3 Medidas de equipotencialidad.

Tabla 54. Medición de equipotencialidad – CENTIC.



19. CENTIC

MEDICIÓN DE EQUIPOTENCIALIDAD

RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA 23/10/2013
VERSION N° 0

Tiempo de disparo de la protección		0,5 [S]		
Intensidad corriente de falla a tierra		3,6 [kA]		
Sección mínima del conductor		9,1 [mm ²]		
PUNTO DE MEDICION	* RESISTENCIA [mΩ]	*LONGITUD [m]	**AREA [mm ²]	APROBACIÓN
ELEMENTOS METALICOS EXTERNOS				
Bandeja portacables 1	4,21	6,00	25,65	Cumple
Bandeja portacables 2	5,65	4,90	15,61	Cumple
TABLERO GENERAL DE BAJA TENSIÓN +TG - 1				
Puerta	-----	4,00	0,00	SC
Barraje de Neutro	6,54	4,50	12,39	Cumple
Barraje de puesta a tierra	7,54	4,50	10,74	Cumple
TRANSFERENCIA AUTOMATICA 800 A Y TAP DE DISTRIBUCIÓN				
Puerta	-----	4,60	0,00	SC
Barraje de puesta a tierra	5,65	4,80	15,29	Cumple
TABLERO GENERAL DE BAJA TENSIÓN +TG - 2				
Puerta	-----	5,10	0,00	SC
Barraje de Neutro	3,54	5,45	27,71	Cumple
Barraje de puesta a tierra	5,63	5,65	18,06	Cumple
BANCO DE CONDENSADORES 125[kVAR] - 220 [kAC]				
Gabinete	-----	5,80	0,00	SC
Puerta	-----	5,80	0,00	SC
OTROS ELEMENTOS - BÓVEDA DEL TRANSFORMADOR SIMENS DE 500 [kVA]				
Puerta derecha	-----	2,32	0,00	SC
Puerta Izquierda	-----	2,32	0,00	SC
Soporte cables de BT	-----	1,20	0,00	SC

PUNTO DE MEDICION	* RESISTENCIA [mΩ]	*LONGITUD [m]	**AREA [mm ²]	APROVACIÓN
TRANSFORMADOR ABB DE 500 [KVA]				
Punto equipotencial transformador	4,65	4,00	15,48	Cumple
Cuba Transformador	5,00	4,87	17,53	Cumple
CELDA DE MT TRANSFORMADOR 1				
Puerta	10,5	6,24	10,70	Cumple
CELDA DE MT 2 TRANSFORMADOR 2				
Puerta	11,2	7,24	11,64	Cumple
PERTA INGRESO CUARTO DE TABLEROS Y TRANSFORMADORES				
Puerta derecha	-----	11,23	0,00	SC
Puerta izquierda	-----	11,23	0,00	SC

SIN CONEXIÓN A LA REFERENCIA	SC	REFERENCIA	Conexión SPT del transformador SIMENS de 500 [KVA]
No conectado a la referencia	-----		
*	Resistencia y longitud tomada desde el punto de referencia al punto a medir.		
**	Área de la sección del conductor desde punto de referencia al punto a medir.		

Fuente: Autores.

4.17.4 Medidas de tensiones de paso y de contacto.

Tabla 55. Medición de tensión de paso y contacto – CENTIC.



19. CENTIC

MEDICIÓN DE TENSIÓN DE PASO Y CONTACTO

RAZÓN SOCIAL Universidad Industrial de Santander
CIUDAD: Bucaramanga
DIRECCIÓN : Cra 27 Calle 9 Ciudad Universitaria
FECHA: 31/10/2013
VERSIÓN N° 0

Tiempo de disparo de la protección	0,5 [S]
Intensidad corriente de falla a tierra	3,2 [kA]
Corriente inyectada a la malla	30 [A]

Valores admisibles de tensión [V]			Tipo de Suelo	SIMBOLO	Resistividades [Ω m]
Vp	Vc	Vd			
2638,92	765,09	164,05	Concreto	C	2500
2902,58	829,12	164,05	Gravilla	G	2766,33
1426,23	470,58	164,05	Baldosa	B	1275
1433,44	472,33	164,05	Tierra	T	1282,28

Vp	Tension de paso
Vc	Tensión de contacto
Vd	Diferencia de potencial

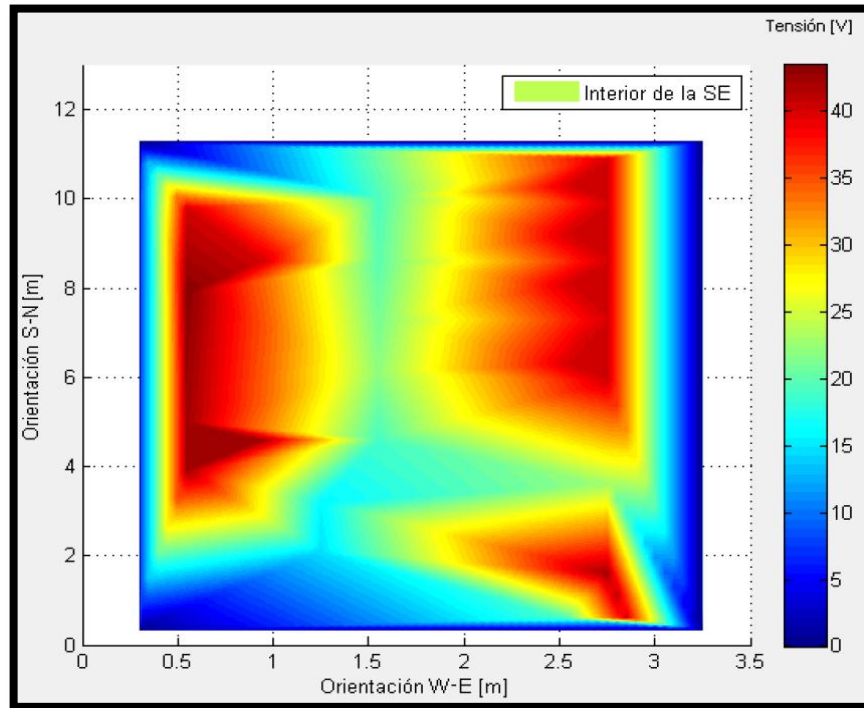
#	UBICACIÓN	TIPO DE SUELO	V admisible	Vo [mV]	V1 [mV]	V2 [mV]	V [mV]	Vmax [V]	CUMPLE	
									SI	NO
1	Puerta derecha de ingreso al cuarto de tableros de distribución	C	Vc	46,05	168,75	167,80	161,85	17,26	X	
2	Puerta izquierda de ingreso al cuarto de tableros de distribución	C	Vc	46,00	168,06	167,15	161,17	17,19	X	
3	Puerta - Celda de MT transformador 1	C	Vc	8,59	132,18	133,42	187,61	20,01	X	
4	Puerta - Celda de MT transformador 2	C	Vc	124,85	367,14	378,37	512,22	54,64	X	
5	Puerta (+ TG - 1 Tablero general baja tensión)	C	Vc	121,95	353,48	356,18	486,77	51,92	X	
6	Puerta (+ Transferencia automática 800A y TAP de distribución)	C	Vc	122,16	354,06	356,74	487,54	52,00	X	
7	Puerta derecha (+ TG - 2 Tablero general de baja tensión)	C	Vc	121,98	356,84	357,19	489,94	52,26	X	

#	UBICACIÓN	TIPO DE SUELO	V admisible	Vo [mV]	V1 [mV]	V2 [mV]	V [mV]	Vmax [V]	CUMPLE	
									SI	NO
9	Puerta izquierda (+ TG - 2 Tablero general de baja tensión)	C	Vc	125,05	354,15	358,87	488,44	52,10	X	
10	Puerta (Banco de condensadores 125 kVAR 220 VAC)	C	Vc	124,05	357,87	356,53	489,69	52,23	X	
11	Puerta derecha bóveda del transformador 1	C	Vc	124,45	367,01	378,98	512,67	54,69	X	
12	Puerta izquierda bóveda del transformador 1	C	Vc	160,41	387,95	387,25	524,15	55,91	X	
13	Puerta derecha bóveda del transformador 2	C	Vc	162,43	390,15	385,21	523,66	55,86	X	
14	Puerta izquierda bóveda del transformador 2	C	Vc	110,65	379,12	378,98	524,51	55,95	X	
15	Bóveda del transformador 1 - Medición 1	C	Vp	7,00	176,24	179,34	251,35	26,81	X	
16	Bóveda del transformador 1 - Medición 2	C	Vp	5,98	184,87	185,65	261,93	27,94	X	
17	Bóveda del transformador 2 - Medición 1	C	Vp	6,87	166,34	163,87	233,40	24,90	X	
18	Bóveda del transformador 2 - Medición 2	C	Vp	8,13	184,96	181,64	259,11	27,64	X	
19	Cuarto del tablero general de distribución y celdas de MT - Medición 1	C	Vp	5,47	191,25	192,08	191,59	20,44	X	
20	Cuarto del tablero general de distribución y celdas de MT - Medición 2	C	Vp	8,10	184,63	181,45	182,87	19,51	X	
21	Cuarto del tablero general de distribución y celdas de MT - Medición 3	C	Vp	4,15	158,65	161,08	159,82	17,05	X	

Fuente: Autores.

En la siguiente figura se muestra la distribución de tensiones medidas en la tabla anterior, de acuerdo a cada punto medido en el CENTIC.

Figura 43. Distribución de tensiones – CENTIC.



Fuente: Autores.

4.17.5 Recomendaciones y costos estimados de los materiales.

En el tablero general se encuentran descubiertos los barrajes de la fase, por tal razón se recomienda instalar acrílicos como barreras protectoras para evitar el contacto directo. Además se deben poner aisladores en la conexión del barraje de puesta a tierra con el gabinete del tablero eléctrico.

En el barraje de neutro se sugiere poner conectores para algunos de los conductores que no tienen, además se deben colocar los suficientes terminales en el barraje que satisfagan la cantidad de conductores que se desean conectar a él.

En el tablero de control, se recomienda hacer el puente entre en la puerta del gabinete y el SPT para cumplir con la equipotencialidad. La celda donde se encuentra el seccionador, está sin iluminación por daños en el interruptor, por tal razón se recomienda realizar esta reparación.

Se recomienda poner sobre aisladores, el barraje de puesta a tierra que se utiliza para equipotencializar la puesta a tierra del transformador.

Las lámparas de iluminación no deben estar sobre equipos energizados, como se evidencia en el cuarto del transformador, por esta razón se deben reubicar estas luminarias.

En los cuatros de los transformadores es recomendable instalar puertas corta fuegos que conserven la estabilidad en los transformadores y que no permitan la emisión de gases inflamables. Los muros donde se instalen las puertas deben soportar por lo menos tres horas al fuego. Además se deben instalar barreras que impidan el paso a personal no autorizado.

Se recomienda la construcción de trampas y de un foso para el aceite. Esta construcción se debe realizar en dos compartimientos unidos mediante ductos, con el fin de recolectar el aceite que sale del transformador.

Los cables de las fases deben ir sobre porta mufas a la entrada del transformador, ya que en caso de que se presenten movimientos bruscos, los cables no se deben tocar entre si y no se debe producir algún tipo de falla.

Para tapar las canalizaciones subterráneas, se deben construir tapas de cemento que van instaladas sobre dichas canalizaciones

En el cuarto del transformador es necesario hacer un brocal, el cual debe tener una altura que permita acumular el aceite del transformador sólo dentro del

cuarto. La altura de brocal debe ser de mínimo 0,10 m. Además, se deben poner señales de riesgo eléctrico visibles en las puertas que contengan partes energizadas.

Se recomienda poner con pintura las franjas de limitación, el acercamiento al transformador, al tablero de distribución, a las celdas de maniobra, y a las celdas de transferencia.

Tabla 56. Presupuesto de materiales para solucionar no conformidades en el centic.

19. CENTIC								
COSTO DE MAERIALES PARA SULUCIONAR NO CONFORMIDADES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTICAS								
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT	Equipos	Materiales	Mno. De Obra	V/UNITARIO	VR/PARCIAL
1,00	BÓVEDA Y SUBESTACIÓN ELECTRICA							
1,01	Construcción del brocal para bóveda de transformador	U	2	\$ -	\$ 23.780	\$ -	\$ 23.780	\$ 47.560
1,02	Equipotencializar puertas cortafuego y dampers	U	2	\$ -	\$ 103.234	\$ -	\$ 103.234	\$ 206.468
1,03	Instalación de iluminación de emergencia en la bóveda	U	1	\$ -	\$ 122.967	\$ -	\$ 122.967	\$ 122.967
1,04	Mover lámpara de iluminación	U	2	\$ -	\$ 9.592	\$ -	\$ 9.592	\$ 19.184
1,05	Instalar señal de riesgo eléctrico	U	2	\$ -	\$ 10.092	\$ -	\$ 10.092	\$ 20.184
1,06	Instalar puerta cortafuegos y dampers	U	2	\$ -	\$ 7.135.160	\$ -	\$ 7.135.160	\$ 14.270.320
1,07	Montaje de barrera de limitación para transformadores	U	2	\$ -	\$ 3.576	\$ -	\$ 3.576	\$ 7.152
1,08	Montaje de bandeja portacables para red de MT	U	2	\$ -	\$ 43.500	\$ -	\$ 43.500	\$ 87.000
1,09	Colocar masilla cortafuego en ductos	U	2	\$ -	\$ 4.988	\$ -	\$ 4.988	\$ 9.976
1,10	Equipotencializar puertas cortafuego, dampers y elementos metálicos que están dentro de la bóveda	U	2	\$ -	\$ 231.416	\$ -	\$ 231.416	\$ 462.832
1,11	Fijar barraje de puesta a tierra	U	1	\$ -	\$ 5.104	\$ -	\$ 5.104	\$ 5.104
1,12	Identificar conductores de MT	U	2	\$ -	\$ 4.524	\$ -	\$ 4.524	\$ 9.048
2,00	TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN							
2,01	Rotular circuitos en el tablero general	U	35	\$ -	\$ 2.900	\$ -	\$ 2.900	\$ 101.500
2,02	Montaje de acrílico	U	4	\$ -	\$ 23.408	\$ -	\$ 23.408	\$ 93.632
2,03	Identificación de conductores de cada circuito	U	1	\$ -	\$ 6.032	\$ -	\$ 6.032	\$ 6.032
2,04	Pintar límites de aproximación	U	1	\$ -	\$ 78.880	\$ -	\$ 78.880	\$ 78.880
2,05	Montaje aisladores para barrajes de puesta a tierra	U	2	\$ -	\$ 3.480	\$ -	\$ 3.480	\$ 6.960
2,06	Instalación de terminales estañado para conductores instalados en los barrajes	U	8	\$ -	\$ 4.408	\$ -	\$ 4.408	\$ 35.264
2,07	Colocar diagrama unifilar en el tablero general de distribución	U	1	\$ -	\$ 4.988	\$ -	\$ 4.988	\$ 4.988
2,08	Instalar señal de riesgo eléctrico en el tablero general	U	4	\$ -	\$ 10.092	\$ -	\$ 10.092	\$ 40.368
2,09	Rotular corriente y tensión de operación en el tablero general	U	3	\$ -	\$ 3.480	\$ -	\$ 3.480	\$ 10.440
2,10	Conexión equipotencial en puertas los tableros de distribución	U	5	\$ -	\$ 2.436	\$ -	\$ 2.436	\$ 12.180
3,00	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA							
3,01	Construir caja de inspección de 30x30x40 cm	U	1	\$ -	\$ 58.000	\$ -	\$ 58.000	\$ 58.000
VALOR TOTAL CON IVA								\$ 15.716.039

Fuente: Autores.

5. OBSERVACIONES.

Las medidas de equipotencialidad realizadas en los edificios que contaban con subestación se realizaron con dos equipos: El micróhometro y el Metrel MI-288. Se observó que los datos arrojados por el micróhometro eran menores debido a que este equipo es especializado en medición de equipotencialidad y no tiene en cuenta la resistencia de los conductores a diferencia del Metrel MI-288.

En las inspecciones realizadas, se observó que varios de los edificios cuentan con instalaciones eléctricas muy viejas y debido a esto se plantea que el estado y las condiciones en las que se encuentran, contribuyen a que en la toma de datos se presente cierto porcentaje de error.

En el recorrido por los edificios de la universidad se observó que los edificios que cuentan con subestación no presentan tantas inconformidades como los que no cuentan con una de ellas. Además se observó que algunos edificios requieren mejoramiento inmediato ya que ni siquiera cuentan con un sistema de puesta a tierra adecuado.

Se observó también, que en la mayoría de instalaciones eléctricas es necesario realizar labores de mantenimiento para evitar situaciones que pongan en riesgo a las personas que a diario realizan actividades en cada uno de los edificios.

Se considera necesario, que se tengan en cuenta los formatos de no conformidad presentados, ya que algunas de las instalaciones tienen muchos años y por tal razón representan peligro no sólo para las personas sino también para los equipos que se encuentran conectados a ellas.

6. CONCLUSIONES

En este capítulo se presentan las principales conclusiones y observaciones de la tesis de pregrado. Se resaltan las conclusiones más relevantes así como algunas observaciones y recomendaciones de las instalaciones eléctricas estudiadas que sirven para futuras remodelaciones que se puedan llevar a cabo en estos edificios del campus central de la Universidad Industrial de Santander.

En este documento se ha presentado el estudio sobre el cumplimiento del reglamento técnico de instalaciones eléctricas del sistema de puesta a tierra de algunos edificios seleccionados del campus universitario. Este documento fue elaborado con base en el reglamento técnico de instalaciones eléctricas RETIE 2013 y a la norma técnica colombiana NTC 2050.

Síntesis del trabajo de investigación.

En el desarrollo del proyecto se realizó un proceso de selección de los artículos y secciones del RETIE y la norma NTC 2050 respectivamente, con el objetivo de seleccionarlos de acuerdo a su importancia para poder elaborar la llamada lista de cheque que fue indispensable a la hora de realizar cada una de las inspecciones a los edificios del campus universitario. Para poder clasificar los artículos y secciones, y obviamente descartar aquellos que no tenían importancia en el desarrollo del proyecto se contó con la ayuda de ingenieros expertos en el tema.

Luego de la elaboración de la lista de chequeo, se realizaron las inspecciones a cada edificio seleccionado. A los edificios que no contaban con subestación eléctrica, se les realizó una verificación por medio de esta lista y a su vez se les tomó el registro fotográfico necesario; mientras que a los que sí contaban con subestación eléctrica, además de realizarles este mismo proceso mencionado anteriormente, se les tomaron las medidas de resistencia de puesta a tierra,

equipotencialidad, tensiones de paso y de toque, necesarias para el análisis de datos y para la verificación del estado de las instalaciones eléctricas en cada uno de los edificios.

Finalmente, con la información y los datos recopilados de cada edificio, se elaboró el presente documento con el fin de realizar un buen estudio del cumplimiento del RETIE, resaltando las no conformidades y la necesidad de cambiar el estado de muchas de las instalaciones eléctricas estudiadas. Este trabajo de investigación se realiza, para que pueda servir como herramienta a quienes realicen nuevos proyectos o a quienes realicen futuras remodelaciones de estos edificios de la Universidad Industrial de Santander.

Objetivos alcanzados.

Con el trabajo de investigación realizado se pudo observar que se cumplieron con los objetivos propuestos al inicio del proyecto, tanto el general como los específicos. Cada uno de estos objetivos se describe en breve a continuación y luego de esto se presentan las conclusiones generales de todo el trabajo de investigación.

Realizar el diagnóstico del estado de las subestaciones a evaluar en este proyecto del campus de la Universidad Industrial de Santander.

En el trabajo de investigación se realizó de manera completa y ordenada, el estudio de cada uno de los edificios seleccionados del campus universitario. Para esto se contó con formatos de no conformidad elaborados con la asesoría de ingenieros expertos en el tema y con el apoyo de la empresa CERTIRETIE LTDA.

Efectuar la inspección visual para estimar las condiciones de las subestaciones de cada uno de los edificios a evaluar.

Se efectuó la inspección visual de todos los edificios planteados, y se tomó el registro fotográfico de cada uno con el fin de poder identificar los materiales y

elementos que conformaban cada una de las instalaciones inspeccionadas. Para esto se contó con la ayuda del personal de planta física de la Universidad Industrial de Santander.

Tomar las medidas de: la resistencia de puesta a tierra, la equipotencialidad en las bóvedas de los transformadores, las tensiones de paso y las tensiones de toque en las subestaciones a evaluar.

Se tomaron las medidas necesarias en cada una de las subestación, se verificó la equipotencialidad en ellas y se registraron los datos de resistencia de puesta a tierra, de tensiones de paso y de tensiones de contacto. Para lograr el cumplimiento de este objetivo se contó con la colaboración del ingeniero electricista Néstor Alfonso Rivera quien además de brindar conocimiento, se encargó del préstamo de equipos necesarios junto con la Universidad.

Describir las inconformidades encontradas en el proceso de la inspección visual realizada en los edificios mencionados en este proyecto.

Por medio de los formatos de no conformidad elaborados con la colaboración de CERTIRETIE LTDA, se pudo evaluar el cumplimiento de los requisitos de seguridad e instalación estipulados en el RETIE 2013 para cada una de las instalaciones eléctricas de los edificios planteados.

Estimar los costos de los materiales necesarios para remediar las inconformidades más básicas.

Se realizaron recomendaciones de acuerdo al formato de no conformidades de cada uno de los edificios que presentaban subestaciones en el presente proyecto. Con el fin de proponer mejoras y adecuaciones en las instalaciones eléctricas para que se cumpla y se puedan superar las no conformidades más básicas el reglamento técnico de instalaciones eléctricas- RETIE 2013.

Se realizaron los costos estimados de cada uno de los edificios con subestación, en base a las recomendaciones dadas de acuerdo a los formatos de no conformidad que se elaboraron en cada una de las respectivas inspecciones.

De forma general y luego de obtener los resultados se concluye, que realizar este estudio es de vital importancia ya que permite establecer bases para realizar otros proyectos y sirve para proponer una mejora de las instalaciones eléctricas de la universidad pues se observa que en muchas de ellas, no se está cumpliendo con el RETIE que es el que garantiza la seguridad de las personas y de los equipos que se utilizan a diario en el campus universitario.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1]. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Reglamento de instalaciones eléctricas: actualización 2013. Bogotá, 2013, art 15.
- [2]. CASAS OSPINA. Favio. TIERRAS soporte de seguridad eléctrica. 3^a Edición. Bogotá ICONTEC, 2005.
- [3]. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Código eléctrico colombiano. Bogotá, ICONTEC, 1998. NTC 2050.
- [4]. IEEE 80-2000
- [5]. Resistencia de puesta a tierra: “Medición de resistencia de puesta a tierra”; consultado Agosto del 2013. (online). Tomado de <http://www.internationaltrading.com.mx/images/Metodo%20Caida%20de%20Potencial.pdf>.
- [6]. Medición de equipotencialidad: “Requerimientos de una red equipotencial para un SPT”; consultado Agosto del 2013. (online). Tomado de <https://www.facebook.com/pruebas.puestaatierra?fref=ts>.
- [7]. Equipo medición de resistencia de puesta a tierra: “Telurómetro metrel MI-2088”; consultado Agosto del 2013. (online). Tomado de <http://www.metrel.si/>.
- [8]. Definición: “Auditoria”; consultado Agosto del 2013. (online). Tomado de <http://www.rae.es/drae/srv/search?id=jHlksgNjM2x53A2fZYh> .

[9]. MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Reglamento de instalaciones eléctricas: actualización 2013. Bogotá, 2013, Definiciones.

[10]. Equipo para medición de tensiones de paso y contacto: "Generado de salidas o equipo de inyección CPC-100"; consultado Agosto del 2013. (online). Tomado de <http://pdf.directindustry.es/pdf/omicron-electronics-gmbh/cpc-100-sistema-multifuncional-pruebas-primarias/13971-3450-31.html>.

[11]. Definición de malla de tierra, consultado Agosto del 2013 (Online). Tomado de Manual de puesta a tierra.

[12]. Definición de mantenimiento, consultado Agosto del 2013. (online). Tomado de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Mantenimiento-Electrico/2247657.html>.

[13]. Definición de terminal, consultado Agosto del 2013. (online). Tomado de [\[http://www.drofdemexico.com/drofespanol/terminaldecobre/terminaldecobre.htm\]](http://www.drofdemexico.com/drofespanol/terminaldecobre/terminaldecobre.htm).

[14]. Equipo medición de equipotencialidad : "Micróhometro CHAUVIN ARNOUX CA6240"; consultado Marzo del 2014. (online). Tomado de <http://www.denver.es/CHAUVIN%20ARNOUXCA6240/34/77/esp>.

BIBLIOGRAFÍA

CASAS OSPINA. Favio. TIERRAS soporte de seguridad eléctrica. 3ª Edición. Bogotá ICONTEC, 2005.

Definición: “Auditoria”; consultado Agosto del 2013. (online). Tomado de <http://www.rae.es/drae/srv/search?id=jHlksgNjM2x53A2fZYh> .

Definición de malla de tierra, consultado Agosto del 2013 (Online). Tomado de Manual de puesta a tierra.

Definición de mantenimiento, consultado Agosto del 2013. (online). Tomado de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Mantenimiento-Electrico/2247657.html>.

Definición de terminal, consultado Agosto del 2013. (online). Tomado de [<http://www.drofdemexico.com/drofespanol/terminaldecobre/terminaldecobre.htm>].

Equipo medición de equipotencialidad : “Micróhometro CHAUVIN ARNOUX CA6240”; consultado Marzo del 2014. (online). Tomado de <http://www.denver.es/CHAUVIN%20ARNOUXCA6240/34/77/esp>.

Equipo para medición de tensiones de paso y contacto: “Generado de salidas o equipo de inyección CPC-100”; consultado Agosto del 2013. (online). Tomado de http://pdf.directindustry.es/pdf/omicron-electronics-gmbh/cpc-100-sistema-multifuncional-pruebas-primarias/13971-3450-_31.html.

Equipo medición de resistencia de puesta a tierra: “Telurómetro metrel MI-2088”; consultado Agosto del 2013. (online). Tomado de <http://www.metrel.si/>.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACION. Código eléctrico colombiano. Bogotá, ICONTEC, 1998. NTC 2050.

IEEE 80-2000

Medición de equipotencialidad: “Requerimientos de una red equipotencial para un SPT”; consultado Agosto del 2013. (online). Tomado de <https://www.facebook.com/pruebas.puestaatierra?fref=ts>.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Reglamento de instalaciones eléctricas: actualización 2013. Bogotá, 2013, Definiciones.

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA. Reglamento de instalaciones eléctricas: actualización 2013. Bogotá, 20013, art 15.

Resistencia de puesta a tierra: “Medición de resistencia de puesta a tierra”; consultado Agosto del 2013. (online). Tomado de <http://www.internationaltrading.com.mx/images/Metodo%20Caida%20de%20Potencial.pdf>.

ANEXOS

ANEXO A REQUISITOS DE LOS MATERIALES y PRODUCTOS INSTALADOS SEGÚN RETIE 2013 Y NTC20150.

1.1. ARTICULO 20.12.1 RETIE 2013 [9]:

- a. Los conectores deben cumplir una norma técnica internacional, de reconocimiento internacional o NTC que le aplique y demostrarlo con certificado de producto expedido por organismo de certificación de productos acreditado.
- b. Deben garantizar que no generan corrosión con el conductor o conductores que conecta.
- c. El material del conector, empalme o terminal debe garantizar que los cambios de temperatura por el paso de corriente, no ocasione puntos calientes, arcos eléctricos o falsas conexiones.

1.2. ARTÍCULO 20.12.2 DEL RETIE 2013 [9]:

- b. Debido a las diferentes características del cobre y del aluminio, deben usarse conectores o uniones a presión o terminales soldados y apropiados para el tipo de conductor e instalarse adecuadamente.
- c. No deben unirse terminales y conductores de materiales distintos, como cobre y aluminio, a menos que el dispositivo esté identificado y aprobado para esas condiciones de uso.
- d. Si se utilizan materiales como soldadura, fundentes o compuestos, deben ser adecuados para el uso y de un tipo que no cause daño a los conductores, sus aislamientos, la instalación o a los equipos.
- e. El uso de materiales retardantes, geles o inhibidores de corrosión debe asegurar que no se comprometa la conductividad del empalme, conector o terminal y que la parte del conductor cercana a la unión no produzca corrosión, ni tampoco deterioro a las condiciones dieléctricas del aislamiento.

1.3. ARTICULO 20.1.1

- a. Los materiales constructivos como porcelana, vidrio, resina epóxica, esteatita u otros aislantes equivalentes deben resistir las acciones de la intemperie, a menos que el aislador sea exclusivamente para uso en espacios cubiertos, conservando su condición aislante.
- b. El aislador debe ofrecer la resistencia mecánica que supere los esfuerzos a que estará sometido, para lo cual el productor indicará el máximo esfuerzo que soporta y debe ser probado a esas condiciones, para determinar la pérdida de su función aislante, en caso de rotura, fisura o flameo.
- c. Protección contra corrosión para el medio donde se vaya a utilizar, conforme a norma **IEC 815-1**

1.4. ARTÍCULO 20.23.1.2 DEL RETIE 2013 [9]:

Las partes de los tableros destinadas a la conducción de corriente en régimen normal, deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Las partes fijas deben ser construidas en plata, aleación de plata, cobre, aleación de cobre, aluminio, u otro metal que se haya comprobado útil para esta aplicación, no se debe utilizar el hierro o el acero en una parte que debe conducir corriente en régimen normal.
- b. Los barrajes deben estar rígidamente sujetos a la estructura del encerramiento, sobre materiales aislantes para la máxima tensión que pueda recibir. Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se deben utilizar tornillos y tuercas de acero con revestimiento que los haga resistentes a la corrosión o de bronce. Los revestimientos deben ser de cadmio, cinc, estaño o plata; el cobre y el latón no se aceptan como revestimientos para tornillos de soporte, tuercas ni terminales de clavija de conexión. Todo terminal debe llevar tornillos de soporte de acero en conexión con una placa terminal no ferrosa.
- c. La capacidad de corriente de los barrajes de fase no debe ser menor que la máxima corriente de carga proyectada o la capacidad de los conductores alimentadores del tablero, excepto si tiene protección local incorporada. Todos los

barrajes, incluido el del neutro y el de tierra aislada, se deben montar sobre aisladores.

d. La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, debe ser **A, B, C**, tomada desde el frente hasta la parte posterior; de la parte superior a la inferior, o de izquierda a derecha, vista desde el frente del tablero.

e. Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra.

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. Las dimensiones, encerramientos y barreras deben permitir espacio suficiente para alojamiento de los terminales y curvaturas de los cables.

g. Las partes fabricadas con materiales aislantes deben ser resistentes al calor, al fuego y a la aparición de caminos de fuga. La puerta o barrera que cubre los interruptores automáticos debe permitir su desmonte) solamente mediante el uso de una herramienta, puesto que su retiro deja componentes energizados al alcance (contacto directo).

h. Las partes de los tableros destinadas a la conducción de corriente en régimen normal, deben garantizar que se mantengan las condiciones de los materiales usados en las muestras sometidas a pruebas de certificación, para esto deben verificarse los siguientes parámetros:

- Contenido de cobre mínimo, o tipo de aleación de aluminio.
- Resistencia a la tracción (estado calibrado), mínima.
- Conductividad (estado calibrado), mínima.
- Dureza mínima.
- Angulo de doblado.
- Módulo de elasticidad o Módulo de Young.

1.5. ARTÍCULO 20.23.1.3 DEL RETIE 2013 [9]:

Los terminales de alambrado de los tableros deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Cada conductor que se instale en el tablero, debe conectarse mediante terminal que puede ser a presión o de sujeción por tornillo.
- b. Se permiten conexiones en tableros mediante el sistema de peine, tanto para la parte de potencia como para la de control, siempre y cuando los conductores y aislamientos cumplan con los requisitos establecidos en el presente reglamento.
- c. Cada circuito de derivación debe disponer de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.
- d. El tablero debe proveerse con barrajes aislados para los conductores de neutro y puesta a tierra aislada, tanto del circuito alimentador como de los circuitos derivados y solo en el tablero principal, se debe instalar el puente equipotencial principal.
- e. El tablero debe tener un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.
- f. El alambrado del tablero debe cumplir el código de colores establecido en el presente reglamento.

1.6. SECCIÓN 110-3 NTC 2050:

a) Examen. Al evaluar un equipo, hay que tener en cuenta las siguientes consideraciones:

1) Si es adecuado para su instalación y uso según lo establecido en este código.

Nota. La adecuación de un equipo para un uso determinado se puede identificar mediante una descripción rotulada o suministrada con un producto que permite identificar la adecuación de ese producto para un uso, entorno o aplicación específicos. La adecuación de un equipo se puede demostrar por un certificado o un rótulo.

- 2) Su resistencia mecánica y su durabilidad, incluida la calidad de la protección que proporcionan a otros equipos las partes diseñadas para encerrarlos y protegerlos.
- 3) El espacio para los bucles de cables y las conexiones.
- 4) El aislamiento eléctrico.
- 5) Los efectos del calentamiento en condiciones normales de uso y también en condiciones anormales que puedan presentarse durante el servicio.
- 6) Los efectos de los arcos eléctricos.
- 7) Su clasificación por tipo, tamaño, tensión, capacidad de corriente y uso específico.
- 8) Otros factores que contribuyan a la salvaguardia de las personas que utilicen o que puedan entrar en contacto con el equipo.

b) Instalación y uso. Los equipos certificados o rotulados se deben instalar y usar según las instrucciones incluidas en el certificado o en el rótulo.

1.7. SECCION 110-13 NTC 2050

a) Montaje. Los equipos eléctricos se deben fijar firmemente a la superficie sobre la que van montados. No se deben utilizar tacos de madera en agujeros en mampostería, hormigón, yeso o materiales similares.

1.8. SECCION 110-14 NTC 2050:

Debido a las distintas características de metales disímiles, los dispositivos como terminales a presión o conectores a presión y lengüetas soldadas se deben identificar en cuanto al material del conductor y deben estar bien instalados y utilizados. No se deben mezclar en un terminal o en un conector de empalme, conductores de metales distintos cuando se produzcan contactos físicos entre ellos (como por ejemplo, cobre y aluminio, cobre y aluminio revestido de cobre o aluminio y aluminio revestido de cobre), a no ser que el dispositivo esté identificado para ese fin y condiciones de uso. Si se utilizan materiales como compuestos para soldar, fundentes, inhibidores y restringentes, deben ser

adecuados para el uso y deben ser de un tipo que no deteriore a los conductores, a la instalación o a los equipos.

a) Terminales. La conexión de los conductores a los terminales debe asegurar una buena y completa conexión sin dañar los conductores y debe hacerse por medio de conectores a presión (de los tipos tornillo o cuña de presión), lengüetas soldadas o empalmes a terminales flexibles. Se permite la conexión por medio de tornillos o pernos de sujeción de cables y tuercas que tengan lengüetas plegables o equivalentes, para conductores de sección transversal 5,25 mm² (No.10 AWG) o menores. Los terminales para más de un conductor y los terminales utilizados para conectar aluminio, deben estar así identificados.

b) Empalmes. Los conductores se deben empalmar o unir con medios de empalme identificados para su uso o con soldadura de bronce, de arco o blanda, con un metal o aleación fusible. Antes de soldarse, los empalmes se deben unir de modo que queden mecánica y eléctricamente seguros y después si se deben soldar. Todos los empalmes y uniones y los extremos libres de los conductores se deben cubrir con un aislante equivalente al de los conductores o con un dispositivo aislante identificado para ese fin. Los conectores o medios de empalme de los cables en conductores que van directamente enterrados o en instalaciones subterráneas, deben estar certificados para cada uno de estos usos.

1.9. ARTÍCULO 10.1 RETIE 2013 [9]:

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 simplificado según el tipo de instalación.

j. Cálculo económico de conductores, teniendo en cuenta todos los factores de pérdidas, las cargas resultantes y los costos de la energía.

1.10. REQUISITOS DE LOS INTERRUPTORES

- a. El interruptor general de una instalación debe tener tanto protección térmica con un elemento bimetálico o dispositivo electrónico equivalente para la verificación del nivel de corriente, como protección magnética mediante la apertura de un contacto al superar un límite de corriente.
- b. El productor debe proveer las curvas de disparo del interruptor, para su adecuada selección y coordinación de protecciones con otros equipos automáticos de respaldo, ubicados aguas arriba en la instalación.
- c. Los dispositivos de interrupción de corriente por fuga a tierra para protección de las personas contra contacto directo, deben tener una corriente nominal diferencial menor a 30 mA y su tiempo de operación debe estar en concordancia con la Figura 9.1 del presente reglamento.
- d. Los contactos móviles de todos los polos de los interruptores multipolares deben estar acoplados mecánicamente, de tal modo que abran y cierren conjuntamente, bien sea manual o automáticamente, incluso si la sobrecarga se presenta solamente en un polo protegido.
- e. Los interruptores deben tener un mecanismo de disparo libre.
- f. Los interruptores deben estar contruidos de tal manera que las partes móviles sólo puedan descansar en la posición cerrada o en la posición abierta, incluso cuando el elemento de maniobra se libere en una posición intermedia.
- g. Los interruptores deben estar provistos de elementos que indiquen la posición cerrada y la posición abierta; los cuales deben ser fácilmente visibles desde el frente del interruptor, cuando este último tenga su placa o tapa de recubrimiento. Para los interruptores cuyo elemento de maniobra se libere en una posición intermedia, tal posición debe marcarse claramente para indicar que el interruptor se ha disparado.

1.11. ARTÍCULO 27.4.1 RETIE 2013 [9]:

- a. Se debe contar con el aislamiento apropiado acorde con el nivel de tensión de la parte energizada.
- b. Se debe asegurar el alejamiento de las personas a partes bajo tensión.
- c. Se deben colocar obstáculos o barreras que impidan el acceso de las personas no autorizadas a las partes energizadas.
- d. En algunos tipos de aplicaciones, se deben emplear sistemas de muy baja tensión (< 50 V en locales secos, < 24 V en locales húmedos).
- e. Se debe disponer de dispositivos de corte automático de la alimentación en cada circuito.
- f. En las áreas donde la instalación genere mayor vulnerabilidad de la persona al paso de la corriente, tales como lugares húmedos, se deben utilizar interruptores diferenciales de alta sensibilidad (GFCI o RCD).
- g. En algunas instalaciones, según las necesidades, se deben usar sistemas de potencia aislados.

1.12. ARTÍCULO 27.4.2 RETIE 2013 [9]:

- a. El aislamiento debe ser adecuado para el nivel de tensión de los equipos.
- b. Toda instalación eléctrica debe disponer de un sistema de puesta a tierra, a menos que en el presente Anexo General o normas técnicas internacionales establezcan lo contrario.
- c. Todas las carcasas o masas de equipos deben contar con conexión a tierra, que protejan a las personas frente a las corrientes de fuga.
- d. Se debe buscar la inaccesibilidad simultánea entre elementos conductores y tierra.
- e. Se debe disponer de conexiones equipotenciales.
- f. Los circuitos protegidos por un interruptor diferencial de fuga deben operar con una curva de sensibilidad que supere la exigencia de la curva C1 de la Figura 6 (Figura 9.1, RETIE 2013).
- g. En algunas instalaciones se deben utilizar sistemas de muy baja tensión.

h. En algunas instalaciones se debe disponer de circuitos aislados galvánicamente, con transformadores de seguridad.

1.13. ARTICULO 27.4.3 RETIE 2013 [9].

a. Toda instalación eléctrica para el uso final de la electricidad debe contar con protección automática contra sobrecorriente.

b. Cada circuito debe ser provisto de un interruptor automático, que lo proteja de sobrecorrientes.

c. La corriente de disparo del interruptor no debe superar la corriente a la cual el aislamiento del conductor o los equipos asociados, alcáncela temperatura máxima de operación permitida. No se debe cambiar el interruptor automático por uno de mayor capacidad que supera la cargabilidad de los conductores del circuito a proteger.

d. El tablero donde se alojen los interruptores automáticos debe ser fácilmente accesible, es decir que no se requiera de elementos adicionales ni retirar obstáculos para poder acceder a él, debe permitir accionar manualmente los interruptores y el espacio de trabajo donde se localice el tablero debe tener las dimensiones adecuadas que permita la movilidad del operario que requiera retirar sus tapas, abrir sus puertas y sustraer, reparar o mantener sus componentes.

1.14. SECCION 110-12 NTC 2050.

Los equipos eléctricos se deben instalar de manera limpia y profesional.

a) Aberturas no utilizadas. Las aberturas no utilizadas de las cajas, canalizaciones, canaletas auxiliares, armarios, carcasas o cajas de los equipos, se deben cerrar eficazmente para que ofrezcan una protección sustancialmente equivalente a la pared del equipo.

b) Encerramientos bajo la superficie. Los conductores se deben instalar de modo que ofrezcan un acceso fácil y seguro a los encerramientos subterráneos o bajo la superficie a los que deban entrar personas para su instalación y mantenimiento.

c) Integridad de los equipos y conexiones eléctricas. Las partes internas de los equipos eléctricos, tales como las barras colectoras, terminales de cables, aislantes y otras superficies, no deben estar dañadas o contaminadas por materias extrañas como restos de: pintura, yeso, limpiadores, abrasivos o corrosivos. No debe haber partes dañadas que puedan afectar negativamente al buen funcionamiento o a la resistencia mecánica de los equipos, como piezas rotas, dobladas, cortadas, deterioradas por la corrosión o por agentes químicos o recalentamiento.

1.15. SECCIÓN 384-3 NTC 2050

a) Conductores y barras colectoras en un cuadro de distribución o en un panel de distribución. Los conductores y las barras colectoras en un cuadro de distribución o en un panel de distribución deben estar instalados de manera que no queden expuestos a daños físicos y estén bien sujetos. En una sección vertical sólo deben instalarse los conductores cuya terminación esté en la sección vertical del cuadro de distribución, además de las conexiones y cables de control necesarios. En todos los cuadros de distribución de acometida se deben instalar barreras que aislen las barras colectoras y los terminales de la acometida del resto del cuadro de distribución.

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-1					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	12. BIBLIOTECA			Item	1,03
AREA	0			Und	U
Actividad	Instalación de iluminación de emergencia			Cant	2
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
LAMPARA DE EMERGENCIA TIPO LED	UND	4.279	1,000	4.279	
ALAMBRE DE Cu # 12 AWG AMARILLO	M	696	25,000	17.400	
ALAMBRE DE Cu # 12 AWG BLANCO	M	696	25,000	17.400	
ALAMBRE DE Cu # 12 AWG VERDE	M	696	25,000	17.400	
TOMA CORRIENTE MONOFÁSICO DOBLE	UND	6.496	1,000	6.496	
CAJA RECTANGULAR PVC	UND	1.160	1,000	1.160	
CANALETA PLASTICA	M	2.320	25,000	58.000	
CAHAZO 1/4 "	UND	52	8,000	416	
TORNILLO 1/4"	UND	52	8,000	416	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	SUBTOTAL (B)
			0,000	-	122.967
			0,000	-	
			0,000	-	
VALOR UNITARIO TOTAL					122.967
TOTAL RENGLON					245.934

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-1					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	12. BIBLIOTECA			Item	1,04
AREA	0			Und	U
Actividad	Montaje de bandeja portacables para red de MT			Cant	2
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
BANDEJA PORTACABLES DE ALUMINIO TIPO LFA	UND	23.200	1,000	23.200	
CURVA VERTICAL 90° PARA BANDEJA PORTACABLES	UND	11.600	1,000	11.600	
TAPA FINAL BAJANTE PARA BANDEJA PORTACABLES	UND	5.800	1,000	5.800	
CONECTOR DE PUESTA A TIERRA PARA UN CABLE	UND	1.740	1,000	1.740	
TORNILLO GALVANIZADO 1 1/2" x 3/4"	UND	139	4,000	556	
TUERCA Y ARANDELA GALVANIZADA 3/4"	UND	151	4,000	604	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	SUBTOTAL (B)
			0,000	-	43.500
			0,000	-	
			0,000	-	
VALOR UNITARIO TOTAL					43.500
TOTAL RENGLON					87.000

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-1					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	12. BIBLIOTECA				Item 2,01
AREA	0				Und U
Actividad	Rotular circuitos en el TGBT				Cant 3
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
BARRAJE ELECTROLITICO DE 200 A	M	11.600	1,000	11.600	
AISLADORES PARA BARRAJE	UND	1.740	2,000	3.480	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
				15.080	
				VALOR UNITARIO TOTAL	15.080
				TOTAL RENGLON	45.240

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-1					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	12. BIBLIOTECA				Item 2,02
AREA	0				Und U
Actividad	Instalar señal de riesgo eléctrico				Cant 2
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
ACRÍLICO TRANSPARENTE DE 2x1 [m]	UND	17.400	1,000	17.400	
TORNILLO 1/4"	UND	52	4,000	208	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
				17.608	
				VALOR UNITARIO TOTAL	17.608
				TOTAL RENGLON	35.216

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-1					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	12. BIBLIOTECA			Item	2,05
AREA	0			Und	U
Actividad	Montaje aisladores para barrajes electrolíticos			Cant	4
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
AISLADORES PARA BARRAJE	UND	1.740	1,000	1.740	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
				1.740	
				VALOR UNITARIO TOTAL	1.740
				TOTAL RENGLON	6.960

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-1					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	12. BIBLIOTECA			Item	2,06
AREA	0			Und	U
Actividad	Instalación de terminales estañado para conductores colocados en los barrajes			Cant	10
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
TERMINAL ESTAÑADO # 8 AWG	UND	1.740	1,000	1.740	
TERMINAL ESTAÑADO # 10 AWG	UND	1.508	1,000	1.508	
TERMINAL ESTAÑADO # 12 AWG	UND	1.160	1,000	1.160	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
				4.408	
				VALOR UNITARIO TOTAL	4.408
				TOTAL RENGLON	44.080

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-1					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA AREA Actividad	12. BIBLIOTECA				Item 3,04
	0				Und U
	Sellar cajas de inspección				Cant 1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
TAPA DE MANPOSTERIA	UND	58.000	1,000	58.000	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
					SUBTOTAL (B)
					58.000
					VALOR UNITARIO TOTAL
					58.000
					TOTAL RENGLON
					58.000

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-1					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA AREA Actividad	12. BIBLIOTECA				Item 4,01
	0				Und U
	Colocar tapas en cajas de inspección del sistema de puesta a tierra				Cant 4
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
TAPA PARA CAJA DE INSPECCIÓN DE 30x30x40 cm	UND	11.600	1,000	11.600	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
					SUBTOTAL (B)
					11.600
					VALOR UNITARIO TOTAL
					11.600
					TOTAL RENGLON
					46.400

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-1					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	12. BIBLIOTECA			Item	4,02
AREA	0			Und	U
Actividad	Identificar conductores aislados que se instalan en el SPT			Cant	1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
CINTA AISLANTE COLOR VERDE	UND	1.508	1,000	1.508	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
				1.508	
VALOR UNITARIO TOTAL					1.508
TOTAL RENGLON					1.508

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-1					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	12. BIBLIOTECA			Item	4,03
AREA	0			Und	U
Actividad	Rectificar soldadura exotérmica			Cant	4
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
SOLDADURA CAD- WELL C-W 90	UND	29.000	1,000	29.000	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
				29.000	
VALOR UNITARIO TOTAL					35.726
TOTAL RENGLON					142.904

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-2					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	18. CAMILO TORRES				Item 1,03
AREA	0				Und U
Actividad	Instalación de iluminación de emergencia				Cant 1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
LAMPARA DE EMERGENCIA TIPO LED	UND	4.279	1,000	4.279	
ALAMBRE DE Cu # 12 AWG AMARILLO	MI	696	18,000	12.528	
ALAMBRE DE Cu # 12 AWG BLANCO	MI	696	18,000	12.528	
ALAMBRE DE Cu # 12 AWG VERDE	MI	696	18,000	12.528	
TOMA CORRIENTE MONOFÁSICO DOBLE	UND	6.496	1,000	6.496	
CAJA RECTANGULAR PVC	UND	1.160	1,000	1.160	
CANALETA PLASTICA	MI	2.320	20,000	46.400	
CAHAZO 1/4 "	UND	52	4,000	208	
TORNILLO 1/4"	UND	52	4,000	208	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	SUBTOTAL (B)
			0,000	-	96.335
			0,000	-	96.335
VALOR UNITARIO TOTAL					96.335
TOTAL RENGLON					96.335

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-2					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	18. CAMILO TORRES				Item 1,04
AREA	0				Und U
Actividad	Montaje de bandeja portables para conductores de MT				Cant 1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
BANDEJA PORTACABLES DE ALUMINIO TIPO LFA	UND	23.200	1,000	23.200	
CURVA VERTICAL 90° PARA BANDEJA PORTACABLES	UND	11.600	1,000	11.600	
TAPA FINAL BAJANTE PARA BANDEJA PORTACABLES	UND	5.800	1,000	5.800	
CONECTOR DE PUESTA A TIERRA PARA UN CABLE	UND	1.740	1,000	1.740	
TORNILLO GALVANIZADO 1 1/2" x 3/4"	UND	139	4,000	556	
TUERCA Y ARANDELA GALVANIZADA 3/4"	UND	151	4,000	604	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	SUBTOTAL (B)
			0,000	-	43.500
			0,000	-	43.500
VALOR UNITARIO TOTAL					43.500
TOTAL RENGLON					43.500

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-2					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	18. CAMILO TORRES			Item	2,02
AREA	0			Und	U
Actividad	Limites de aproximación para tableros de distribución			Cant	3
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
PINTURA DE ACEITE DE COLOR ROJA	Gl	15.080	1,000	15.080	
PINTURA DE ACEITE DE COLOR VERDE	Gl	15.080	1,000	15.080	
PINTURA DE ACEITE DE COLOR AMARILLA	Gl	15.080	1,000	15.080	
THINNER	1/2 Gl	2.320	4,000	9.280	
BROCHA DE CERDA MONA DE 2"	UND	8.120	3,000	24.360	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
				78.880	
VALOR UNITARIO TOTAL					78.880
TOTAL RENGLON					236.640

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-2					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	18. CAMILO TORRES			Item	2,03
AREA	0			Und	U
Actividad	Montaje de diagrama unifilar			Cant	3
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
IMPRESIÓN EN PLOTTER DIAGRAMA UNIFILAR	UND	4.988	1,000	4.988	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
				4.988	
VALOR UNITARIO TOTAL					4.988
TOTAL RENGLON					14.964

PRESUPUESTO MATERIALES

1-2

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA
AREA
Actividad

18. CAMILO TORRES
0
Rotular corriente y tensión de operación en tableros

Item	2,04
Und	U
Cant	3

MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
ACRILICO DE 2X4 cm	UND	2.900	1,000	2.900	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
					SUBTOTAL (B)
					2.900
G - VALOR UNITARIO TOTAL					2.900
H - TOTAL RENGLON					8.700

PRESUPUESTO MATERIALES

1-2

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA
AREA
Actividad

18. CAMILO TORRES
0
Instalar acrílico que evite contacto directo con las barras electrolíticas

Item	2,05
Und	U
Cant	3

MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
ACRILICO TRANSPARENTE DE 2x1 [m]	UND	17.400	1,000	17.400	
TORNILLO 1/4"	UND	52	4,000	208	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
					SUBTOTAL (B)
					17.608
VALOR UNITARIO TOTAL					17.608
TOTAL RENGLON					52.824

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-2					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	18. CAMILO TORRES				Item 2,08
AREA	0				Und U
Actividad	Montaje de barras electrolíticas para contactor				Cant 3
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
BARRAJE ELECTROLITICO DE 200 A	MI	11.600	1,000	11.600	
AISLADORES PARA BARRAJE	UND	1.740	2,000	3.480	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
				15.080	
				VALOR UNITARIO TOTAL	15.080
				TOTAL RENGLON	45.240

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-2					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	18. CAMILO TORRES				Item 2,09
AREA	0				Und U
Actividad	Rotulado de circuitos en tableros de distribución				Cant 5
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
ACRILICO DE 2X4 cm	UND	2.900	1,000	2.900	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
				2.900	
				VALOR UNITARIO TOTAL	2.900
				TOTAL RENGLON	14.500

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-6					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	19. CENTIC			Item	1,03
AREA	0			Und	U
Actividad	Instalación de iluminación de emergencia en la bóveda			Cant	1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
LAMPARA DE EMERGENCIA TIPO LED	UND	4.279	1,000	4.279	
ALAMBRE DE Cu # 12 AWG AMARILLO	MI	696	25,000	17.400	
ALAMBRE DE Cu # 12 AWG BLANCO	MI	696	25,000	17.400	
ALAMBRE DE Cu # 12 AWG VERDE	MI	696	25,000	17.400	
TOMA CORRIENTE MONOFÁSICO DOBLE	UND	6.496	1,000	6.496	
CAJA RECTANGULAR PVC	UND	1.160	1,000	1.160	
CANALETA PLASTICA	MI	2.320	25,000	58.000	
CAHAZO 1/4 "	UND	52	8,000	416	
TORNILLO 1/4"	UND	52	8,000	416	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	SUBTOTAL (B)
			0,000	-	
			0,000	-	122.967
			VALOR UNITARIO TOTAL		122.967
			TOTAL RENGLON		122.967

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-6					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	19. CENTIC			Item	1,04
AREA	0			Und	U
Actividad	Mover lámpara de iluminación			Cant	2
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
CANALETA PLASTICA	MI	2.320	1,000	2.320	
CAHAZO 1/4 "	UND	52	4,000	208	
TORNILLO 1/4"	UND	52	2,000	104	
ALAMBRE DE Cu # 12 AWG BLANCO	MI	696	5,000	3.480	
ALAMBRE DE Cu # 12 AWG AMARILLO	MI	696	5,000	3.480	
			1,000	-	
			1,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	SUBTOTAL (B)
			0,000	-	
			0,000	-	9.592
			VALOR UNITARIO TOTAL		9.592
			TOTAL RENGLON		19.184

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-6					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	19. CENTIC			Item	1,05
AREA	0			Und	U
Actividad	Instalar señal de riesgo eléctrico			Cant	2
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
ACRILICO DE IDENTIFICACIÓN DE SEÑAL DE RIESGO	UND	10.092	1,000	10.092	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
					SUBTOTAL (B)
					10.092
			VALOR UNITARIO TOTAL		10.092
			TOTAL RENGLON		20.184

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-6					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	19. CENTIC			Item	1,06
AREA	0			Und	U
Actividad	Instalar puerta cortafuegos y dampers			Cant	2
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
PUERTA CORTAFUEGO	UND	5.521.600	1,000	5.521.600	
DAMPERS 10000 [cm2]	UND	578.260	2,000	1.156.520	
SELLOS CORTAFUEGOS	UND	114.260	4,000	457.040	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
					SUBTOTAL (B)
					7.135.160
			VALOR UNITARIO TOTAL		7.135.160
			TOTAL RENGLON		14.270.320

PRESUPUESTO MATERIALES						
1-6						
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
OBRA	19. CENTIC				Item	1,11
AREA	0				Und	U
Actividad	Fijar barraje de puesta a tierra				Cant	1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e		
RIEL DIN METÁLICO PERFORADO	UND	4.060	0,400	1.624		
AISLADORES PARA BARRAJE	UND	1.740	2,000	3.480		
ESPGO 1/4" X 1 3/8"	UND	2.320	0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
				SUBTOTAL (B)		
				5.104		
				VALOR UNITARIO TOTAL	5.104	
				TOTAL RENGLON	5.104	

PRESUPUESTO MATERIALES						
1-6						
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
OBRA	19. CENTIC				Item	1,12
AREA	0				Und	U
Actividad	Identificar conductores de MT				Cant	2
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e		
CINTA AISLANTE COLOR VIOLETA	UND	1.508	1,000	1.508		
CINTA AISLANTE COLOR MARRON	UND	1.508	1,000	1.508		
CINTA AISLANTE COLOR ROJO	UND	1.508	1,000	1.508		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
				SUBTOTAL (B)		
				4.524		
				VALOR UNITARIO TOTAL	4.524	
				TOTAL RENGLON	9.048	

PRESUPUESTO MATERIALES

1-6

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA
AREA
Actividad

19. CENTIC
0
Rotular circuitos en el tablero general

Item	2,01
Und	U
Cant	35

MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e
ACRILICO DE 2X4 cm	UND	2.900	1,000	2.900
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			SUBTOTAL (B)	
			2.900	
		VALOR UNITARIO TOTAL		2.900
		TOTAL RENGLON		101.500

PRESUPUESTO MATERIALES

1-6

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA
AREA
Actividad

19. CENTIC
0
Montaje de acrílico

Item	2,02
Und	U
Cant	4

MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e
LAMINA METÁLICA 2x2x0,7 m	UND	23.200	1,000	23.200
TORNILLO 1/4"	UND	52	4,000	208
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			0,000	-
			SUBTOTAL (B)	
			23.408	
		VALOR UNITARIO TOTAL		23.408
		TOTAL RENGLON		93.632

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-6					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	19. CENTIC			Item	2,03
AREA	0			Und	U
Actividad	Identificación de conductores de cada circuito			Cant	1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
CINTA AISLANTE COLOR AMARILLO	UND	1.508	1,000	1.508	
CINTA AISLANTE COLOR AZUL	UND	1.508	1,000	1.508	
CINTA AISLANTE COLOR BLANCO	UND	1.508	1,000	1.508	
CINTA AISLANTE COLOR VERDE	UND	1.508	1,000	1.508	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
					SUBTOTAL (B)
					6.032
		VALOR UNITARIO TOTAL			6.032
		TOTAL RENGLON			6.032

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-6					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	19. CENTIC			Item	2,04
AREA	0			Und	U
Actividad	Pintar límites de aproximación			Cant	1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
PINTURA DE ACEITE DE COLOR ROJA	Gl	15.080	1,000	15.080	
PINTURA DE ACEITE DE COLOR VERDE	Gl	15.080	1,000	15.080	
PINTURA DE ACEITE DE COLOR AMARILLA	Gl	15.080	1,000	15.080	
THINNER	1/2 Gl	2.320	4,000	9.280	
BROCHA DE CERDA MONA DE 2"	UND	8.120	3,000	24.360	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
					SUBTOTAL (B)
					78.880
		VALOR UNITARIO TOTAL			78.880
		TOTAL RENGLON			78.880

PRESUPUESTO MATERIALES						
1-6						
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
OBRA	19. CENTIC				Item	2,07
AREA	0				Und	U
Actividad	Colocar diagrama unifilar en el tablero general de distribución				Cant	1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e		
IMPRESIÓN EN PLOTTER DIAGRAMA UNIFILAR	UND	4.988	1,000	4.988		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
				SUBTOTAL (B)		
						4.988
				VALOR UNITARIO TOTAL		4.988
				TOTAL RENGLON		4.988

PRESUPUESTO MATERIALES						
1-6						
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
OBRA	19. CENTIC				Item	2,08
AREA	0				Und	U
Actividad	Instalar señal de riesgo eléctrico en el tablero general				Cant	4
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e		
ACRILICO DE IDENTIFICACIÓN DE SEÑAL DE RIESGO	UND	10.092	1,000	10.092		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
				SUBTOTAL (B)		
						10.092
				VALOR UNITARIO TOTAL		10.092
				TOTAL RENGLON		40.368

PRESUPUESTO MATERIALES

1-6

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA
AREA
Actividad

19. CENTIC
0
Construir caja de inspección de 30x30x40 cm

Item	3,01
Und	U
Cant	1

MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
CAJA DE CONCRETO DE 30X30X40	UND	58.000	1,000	58.000	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
					SUBTOTAL (B)
					58.000
				VALOR UNITARIO TOTAL	58.000
				TOTAL RENGLON	58.000

PRESUPUESTO MATERIALES

1-5

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA
AREA
Actividad

43. COLISEO
0
Instalar señal de riesgo eléctrico en puertas cortafuegos

Item	1,05
Und	U
Cant	1

MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
ACRILICO DE IDENTIFICACIÓN DE SEÑAL DE RIESGO	UND	10.092	1,000	10.092	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
					SUBTOTAL (B)
					10.092
		VALOR UNITARIO TOTAL			10.092
		TOTAL RENGLON			10.092

PRESUPUESTO MATERIALES

1-5

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA
AREA
Actividad

43. COLISEO
0
Rotular circuitos en el tablero general

Item	2,01
Und	U
Cant	17

MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
ACRILICO DE 2X4 cm	UND	2.900	1,000	2.900	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
					SUBTOTAL (B)
					2.900
		VALOR UNITARIO TOTAL			2.900
		TOTAL RENGLON			49.300

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-5					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	43. COLISEO			Item	2,08
AREA	0			Und	U
Actividad	Instalar señal de riesgo eléctrico en el tablero general			Cant	1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
ACRILICO DE IDENTIFICACIÓN DE SEÑAL DE RIESGO	UND	10.092	1,000	10.092	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
					10.092
VALOR UNITARIO TOTAL					10.092
TOTAL RENGLON					10.092

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-5					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	43. COLISEO			Item	2,09
AREA	0			Und	U
Actividad	Rotular corriente y tensión de operación en el tablero general			Cant	1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
ACRILICO DE 4x6 cm	UND	3.480	1,000	3.480	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
					3.480
VALOR UNITARIO TOTAL					3.480
TOTAL RENGLON					3.480

PRESUPUESTO MATERIALES						
1-5						
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
OBRA	43. COLISEO				Item	3,02
AREA	0				Und	U
Actividad	Instalar señal de riesgo eléctrico en el tablero de control				Cant	1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e		
ACRILICO DE IDENTIFICACIÓN DE SEÑAL DE RIESGO	UND	10.092	1,000	10.092		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
				SUBTOTAL (B)		
				10.092		
				VALOR UNITARIO TOTAL	10.092	
				TOTAL RENGLON	10.092	

PRESUPUESTO MATERIALES						
1-5						
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER						
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
OBRA	43. COLISEO				Item	3,03
AREA	0				Und	U
Actividad	Fijar barraje de puesta a tierra				Cant	1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e		
TORNILLO GALVANIZADO DE 1 1/2"	UND	812	2,000	1.624		
TUERCA Y ARANDELA GALVANIZADA 1 1/2"	UND	348	4,000	1.392		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
			0,000	-		
				SUBTOTAL (B)		
				3.016		
				VALOR UNITARIO TOTAL	3.016	
				TOTAL RENGLON	3.016	

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-3					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	22. INGENIERIA ELÉCTRICA			Item	1,05
AREA	0			Und	U
Actividad	Identificación red de MT			Cant	1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
CINTA AISLANTE COLOR VIOLETA	UND	1.508	1,000	1.508	
CINTA AISLANTE COLOR MARRON	UND	1.508	1,000	1.508	
CINTA AISLANTE COLOR ROJO	UND	1.508	1,000	1.508	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	SUBTOTAL (B)
				4.524	
			VALOR UNITARIO TOTAL		4.524
			TOTAL RENGLON		4.524

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-3					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	22. INGENIERIA ELÉCTRICA			Item	1,06
AREA	0			Und	U
Actividad	Instalar conectores en conductores del SPT			Cant	2
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
TERMINAL ESTAÑADO # 2/0 AWG	UND	4.060	1,000	4.060	
			1,000	-	
			1,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	SUBTOTAL (B)
				4.060	
			VALOR UNITARIO TOTAL		4.060
			TOTAL RENGLON		8.120

PRESUPUESTO MATERIALES

1-3

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA
AREA
Actividad

22. INGENIERIA ELÉCTRICA
0
Identificar ductos y bandejas portacables que están a la vista dentro cuarto del tablero general de BT y el cuarto de la planta de emergencia

Item	2,01
Und	U
Cant	4

MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
CINTA ADESIVA ANCHA DE COLOR NARANJA	UND	1.740	1,000	1.740	
			4,000	-	
			4,000	-	
			6,000	-	
			2,000	-	
			10,000	-	
			2,000	-	
			8,000	-	
			8,000	-	
			8,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
				1.740	
				VALOR UNITARIO TOTAL	1.740
				TOTAL RENGLON	6.960

PRESUPUESTO MATERIALES

1-3

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA
AREA
Actividad

22. INGENIERIA ELÉCTRICA
0
Limites de aproximación para tableros de distribución y celda de MT

Item	2,02
Und	U
Cant	1

MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
PINTURA DE ACEITE DE COLOR ROJA	GI	15.080	1,000	15.080	
PINTURA DE ACEITE DE COLOR VERDE	GI	15.080	1,000	15.080	
PINTURA DE ACEITE DE COLOR AMARILLA	GI	15.080	1,000	15.080	
THINNER	1/2 GI	2.320	4,000	9.280	
BROCHA DE CERDA MONA DE 2"	UND	8.120	0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
				54.520	
				VALOR UNITARIO TOTAL	54.520
				TOTAL RENGLON	54.520

PRESUPUESTO MATERIALES

1-3

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

OBRA
AREA
Actividad

22. INGENIERIA ELÉCTRICA
0
Rectificar soldadura exotérmica

Item	3,02
Und	U
Cant	6

MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
SOLDADURA CAD- WELLS C-W 90	UND	29.000	1,000	29.000	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
					SUBTOTAL (B)
					29.000
		VALOR UNITARIO TOTAL			29.000
		TOTAL RENGLON			174.000

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-4					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	15. INGENIERÍA INDUSTRIAL				Item 1,03
AREA	0				Und U
Actividad	Instalación de iluminación de emergencia				Cant 1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
LAMPARA DE EMERGENCIA TIPO LED	UND	4.279	1,000	4.279	
ALAMBRE DE Cu # 12 AWG AMARILLO	MI	696	25,000	17.400	
ALAMBRE DE Cu # 12 AWG BLANCO	MI	696	25,000	17.400	
ALAMBRE DE Cu # 12 AWG VERDE	MI	696	25,000	17.400	
TOMA CORRIENTE MONOFÁSICO DOBLE	UND	6.496	1,000	6.496	
CAJA RECTANGULAR PVC	UND	1.160	1,000	1.160	
CANAleta PLASTICA	MI	2.320	25,000	58.000	
CAHAZO 1/4 "	UND	52	8,000	416	
TORNILLO 1/4"	UND	52	8,000	416	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
				122.967	
		VALOR UNITARIO TOTAL		122.967	
		TOTAL RENGLON		122.967	

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-4					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	15. INGENIERÍA INDUSTRIAL				Item 1,04
AREA	0				Und U
Actividad	Instalar aisladores en barrajes de puesta a tierra				Cant 2
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
AISLADORES PARA BARRAJE	UND	1.740	2,000	3.480	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
				SUBTOTAL (B)	
				3.480	
		VALOR UNITARIO TOTAL		3.480	
		TOTAL RENGLON		6.960	

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-4					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	15. INGENIERÍA INDUSTRIAL			Item	2,04
AREA	0			Und	U
Actividad	Cambiar tornillos de anclaje de barraje electrolítico de puesta a tierra y de conductores que se instalan al mismo			Cant	1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
BARRAJE ELECTROLITICO DE 400 A	MI	17.400	1,000	17.400	
AISLADORES PARA BARRAJE	UND	1.740	2,000	3.480	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
					SUBTOTAL (B)
					20.880
		VALOR UNITARIO TOTAL			20.880
		TOTAL RENGLON			20.880

PRESUPUESTO MATERIALES					
1-4					
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER					
ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS					
OBRA	15. INGENIERÍA INDUSTRIAL			Item	2,05
AREA	0			Und	U
Actividad	Marcar límites de aproximación			Cant	1
MATERIA PRIMA MATERIALES	UND	PRECIO POR UNIDAD (d)	CANTIDAD DE MATERIAL/UND (e)	VALOR PARCIAL d x e	
PINTURA DE ACEITE DE COLOR ROJA	GI	15.080	1,000	15.080	
PINTURA DE ACEITE DE COLOR VERDE	GI	15.080	1,000	15.080	
PINTURA DE ACEITE DE COLOR AMARILLA	GI	15.080	1,000	15.080	
THINNER	1/2 GI	2.320	1,000	2.320	
BROCHA DE CERDA MONA DE 2"	UND	8.120	3,000	24.360	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
			0,000	-	
					SUBTOTAL (B)
					71.920
		VALOR UNITARIO TOTAL			71.920
		TOTAL RENGLON			71.920