

**REVISIÓN DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS Y TABLEROS  
PRINCIPALES EN BAJA TENSIÓN DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER FASE II CON BASE EN EL REGLAMENTO TECNICO DE  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS.**

**JUAN CAMILO ARÉVALO PARRA  
DIEGO ARMANDO MILLÁN BERNAL**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y  
TELECOMUNICACIONES  
BUCARAMANGA  
2010**

**REVISIÓN DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS Y TABLEROS  
PRINCIPALES EN BAJA TENSIÓN DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE  
SANTANDER FASE II CON BASE EN EL REGLAMENTO TECNICO DE  
INSTALACIONES ELÉCTRICAS.**

**JUAN CAMILO ARÉVALO PARRA  
DIEGO ARMANDO MILLÁN BERNAL**

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero Electricista**

**Director**

**Ing. CIRO JURADO JEREZ**

**Codirector**

**MIE Ing. JOSÉ ALEJANDRO AMAYA**

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

**2010**

## **DEDICATORIA**

A Dios por obsequiarnos la vida y hacer realidad este sueño.

A nuestras familias por su apoyo, motivación y comprensión durante el transcurso de nuestra carrera.

A los ingenieros CIRO JURADO JEREZ y JOSÉ ALEJANDRO AMAYA, Director y Codirector de Proyecto, por su guía, enseñanza y paciencia.

A todas aquellas personas por su desinteresada colaboración, quienes nos impulsaron a seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTOS**

Nuestras familias por su incondicional compañía, apoyo y comprensión en el desarrollo de nuestra carrera.

A Docentes, Director y Codirector de Proyecto, por su paciencia, guía y aporte a nuestro saber y formación como profesionales.

## CONTENIDO

	Pag.
INTRODUCCIÓN.....	21
1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO.....	22
1.1 OBJETIVOS.....	22
1.1.1 Objetivo General.....	22
1.1.2 Objetivos Específicos.....	22
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	23
1.3 JUSTIFICACIÓN.....	24
1.4 ALCANCES DEL PROYECTO.....	24
2. PARAMETROS PARA LA INSPECCION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS .....	27
2.1 FORMATO DE REGISTRO.....	27
2.2 PRUEBAS DIAGNOSTICAS.....	38
2.2.1 Análisis De Carga.....	41
2.2.2 Medida De Parámetros Eléctricos.....	41
2.2.3 Medida De Aislamiento.....	41
2.2.3.1 Medición De La Resistencia De Aislamiento.....	42
2.2.3.2 Tipos De Pruebas De Resistencia De Aislamiento.....	43
2.2.3.3 Valores Mínimos De Resistencia De Aislamiento.....	46
2.2.4 Medida De Resistencia De Puesta A Tierra.....	47
2.2.4.1 Medición De La Resistencia De Tierra Por El Método De La Caída De Potencial.....	48
2.2.5 Medida De Distancias De Seguridad.....	50
2.2.6 Monitoreo De Temperaturas Críticas.....	50
2.3 NORMAS Y PUBLICACIONES TÉCNICAS DE TERMOGRAFÍA INFRARROJA .....	54
2.4 CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD.....	56

3. EVALUACIÓN DE CONFORMIDAD RETIE DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS FASE II .....	67
3.1 SUBESTACIÓN EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II .....	67
3.1.1 Análisis Parámetros Eléctricos Y Demanda.....	69
3.1.2 Evaluación Técnica Bóveda Del Transformador Y Cuarto Eléctrico. ....	70
3.1.3 Evaluación Del Sistema De Puesta A Tierra.....	72
3.1.4 Evaluación De Nivel De Aislamiento .....	72
3.1.5 Evaluación Termográfica Subestación.....	73
3.2 SUBESTACIÓN EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN. ....	76
3.2.1 Análisis Parámetros Eléctricos Y Demanda.....	78
3.2.2 Evaluación Técnica Bóveda Del Transformador Y Cuarto Eléctrico. ....	78
3.2.3 Evaluación Termográfica Subestación Y Tablero General.....	81
3.2.4 Evaluación Del Sistema De Puesta A Tierra.....	85
3.2.5 Evaluación De Nivel De Aislamiento.....	86
3.3 SUBESTACIÓN BIBLIOTECA .....	86
3.3.1 Análisis Parámetros Eléctricos Y Demanda.....	89
3.3.2 Evaluación Técnica Bóveda Del Transformador Y Cuarto Eléctrico .....	91
3.3.3 Evaluación Termográfica Subestación Y Tablero General.....	97
3.3.4 Evaluación Del Sistema De Puesta A Tierra.....	104
3.3.5 Evaluación De Nivel De Aislamiento .....	105
3.4 SUBESTACIÓN COLISEO .....	106
3.4.1 Análisis Parámetros Eléctricos Y Demanda.....	107
3.4.2 Evaluación Técnica Bóveda Del Transformador Y Cuarto Eléctrico. ....	108
3.4.3 Evaluación Termográfica Subestación Y Tablero General.....	111
3.4.4 Evaluación Del Sistema De Puesta A Tierra.....	114
3.4.5 Evaluación De Nivel De Aislamiento.....	114
3.5 SUBESTACIÓN EDIFICIO CIENCIAS HUMANAS .....	115
3.5.1 Análisis Parámetros Eléctricos Y Demanda.....	117
3.5.2 Evaluación Técnica Bóveda Del Transformador Y Cuarto Eléctrico. ....	118
3.5.3 Evaluación Termográfica Transformador Y Tablero General.....	120

3.5.4 Evaluación Del Sistema De Puesta A Tierra.....	123
3.5.5 Evaluación De Nivel De Aislamiento.....	123
3.6 SUBESTACIÓN EDIFICIO JORGE BAUTISTA VESGA.....	124
3.6.1 Análisis Parámetros Eléctricos Y Demanda.....	126
3.6.2 Evaluación Técnica Bóveda Del Transformador Y Cuarto Eléctrico .....	127
3.6.3 Evaluación Termográfica Transformador Y Tablero General.....	130
3.6.4 Evaluación Del Sistema De Puesta A Tierra.....	133
3.6.5 Evaluación De Nivel De Aislamiento.....	134
3.7 SUBESTACIÓN CENTIC.....	134
3.7.1 Análisis Parámetros Eléctricos Y Demanda.....	137
3.7.2 Evaluación Técnica Bóveda Del Transformador Y Cuarto Eléctrico. ....	140
3.7.3 Evaluación Termográfica Transformador Y Tablero General.....	145
3.7.4 Evaluación Del Sistema De Puesta A Tierra.....	150
3.7.5 Evaluación De Nivel De Aislamiento.....	150
3.8 SUBESTACIÓN AUDITORIO LUIS A. CALVO.....	151
3.8.1 Análisis Parámetros Eléctricos Y Demanda.....	155
3.8.2 Evaluación Técnica Bóveda Del Transformador Y Cuarto Eléctrico. ....	157
3.8.3 Evaluación Termográfica Transformador Y Tablero General.....	160
3.8.4 Evaluación Del Sistema De Puesta A Tierra.....	165
3.8.5 Evaluación De Nivel De Aislamiento.....	165
4. ACCIONES CORRECTIVAS PARA LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS FASE II. ....	167
4.1 SUBESTACIÓN EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II.....	167
4.1.1 Acciones Correctivas A Corto Plazo. ....	167
4.1.2 Acciones Correctivas A Mediano Plazo. ....	167
4.2 SUBESTACIÓN EDIFICIO ALVARÓ BELTRÁN PINZÓN. ....	168
4.2.1 Acciones Correctivas A Corto Plazo. ....	168
4.2.2 Acciones Correctivas A Mediano Plazo. ....	168
4.3 SUBESTACIÓN EDIFICIO BIBLIOTECA.....	169
4.3.1 Acciones Correctivas A Corto Plazo. ....	169

4.3.2 Acciones Correctivas A Mediano Plazo. ....	169
4.4 SUBESTACIÓN EDIFICIO CENTIC. ....	170
4.4.1 Acciones Correctivas A Corto Plazo. ....	170
4.4.2 Acciones Correctivas A Mediano Plazo. ....	170
4.5 SUBESTACIÓN EDIFICIO CIENCIAS HUMANAS. ....	170
4.5.1 Acciones Correctivas A Corto Plazo. ....	170
4.5.2 Acciones Correctivas A Mediano Plazo. ....	171
4.6 SUBESTACIÓN EDIFICIO COLISEO. ....	171
4.6.1 Acciones Correctivas A Corto Plazo. ....	171
4.6.2 Acciones Correctivas A Mediano Plazo. ....	171
4.7 SUBESTACIÓN EDIFICIO JORGE BAUTISTA VESGA. ....	172
4.7.1 Acciones Correctivas A Corto Plazo. ....	172
4.7.2 Acciones Correctivas A Mediano Plazo. ....	172
4.8 SUBESTACIÓN AUDITORIO LUIS A. CALVO. ....	172
4.8.1 Acciones Correctivas A Corto Plazo. ....	172
4.8.2 Acciones Correctivas A Mediano Plazo. ....	173
CONCLUSIONES .....	174
BIBLIOGRAFÍA .....	176
ANEXOS .....	178

## LISTA DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1. Condiciones De Aislamiento Indicadas Por Las Relaciones De Absorción Dieléctrica E Índice De Polarización .....	45
Tabla 2. Acciones Sugeridas Basadas En Incrementos De Temperatura. ....	54
Tabla 3. Distancias Mínimas De Seguridad Para Inspecciones Con Termografía. ....	56
Tabla 4. Datos De Placa Transformador Del Edificio De Administración II.....	68
Tabla 5. Datos Protecciones M.T. Del Edificio De Administración II.....	68
Tabla 6. Resistencia Del Sistema De Puesta Tierra, Subestación Administración II.....	72
Tabla 7. Medida De Resistencia Del Transformador. ....	72
Tabla 8. Reportes De Termografía Transformador Administración II.....	74
Tabla 9. Reportes De Termografía Tablero General Administración II. ....	75
Tabla 10. Datos De Placa Transformador Del Edificio Álvaro Beltrán Pinzón. ....	77
Tabla 11. Datos Protecciones M.T. Del Edificio Álvaro Beltrán Pinzón.....	77
Tabla 12. Reportes De Termografía Transformador Álvaro Beltrán Pinzón.....	82
Tabla 13. Reportes De Termografía Tablero General Álvaro Beltrán Pinzón. ....	83
Tabla 14. Resistencia Del Sistema De Puesta Tierra, Subestación Álvaro Beltrán Pinzón.....	85
Tabla 15. Medida De Resistencia Del Transformador. ....	86
Tabla 16. Datos De Placa Transformador (1) De Biblioteca .....	88
Tabla 17. Datos De Placa Transformador (2) De Biblioteca. ....	88
Tabla 18. Datos Protecciones Mt. De Biblioteca, Transformador (1). ....	89
Tabla 19. Datos Protecciones Mt. De Biblioteca, Transformador (2). ....	89
Tabla 20. Reportes De Termografía Transformador (1) Biblioteca. ....	99
Tabla 21. Reportes De Termografía Transformador (2) Biblioteca. ....	100
Tabla 22. Reportes De Termografía Tablero General 1.....	101
Tabla 23. Reportes De Termografía Tablero General 1.....	102
Tabla 24. Reportes De Termografía Tablero General 2.....	103

Tabla 25. Resistencia Del Sistema De Puesta Tierra, Subestación Biblioteca. ....	104
Tabla 26. Medida De Resistencia Del Transformador (1). .....	105
Tabla 27. Medida De Resistencia Del Transformador (2). .....	105
Tabla 28. Datos De Placa Transformador Del Coliseo. ....	106
Tabla 29. Datos Protecciones Mt. Coliseo. ....	107
Tabla 30. Reportes De Termografía Transformador Coliseo. ....	112
Tabla 31. Reportes De Termografía Tablero General Coliseo.....	113
Tabla 32. Resistencia Del Sistema De Puesta Tierra, Subestación Coliseo.....	114
Tabla 33. Medida De Resistencia Del Transformador. ....	114
Tabla 34. Datos De Placa Transformador Ciencias Humanas.....	116
Tabla 35. Datos Protecciones Mt. Del Edificio Ciencias Humanas. ....	116
Tabla 36. Reportes De Termografía Transformador Ciencias Humanas. ....	121
Tabla 37. Reportes De Termografía Tablero General Ciencias Humanas.....	122
Tabla 38. Resistencia Del Sistema De Puesta Tierra, Ciencias Humanas .....	123
Tabla 39. Medida De Resistencia Del Transformador. ....	123
Tabla 40. Datos De Placa Transformador Jorge Bautista Vesga.....	125
Tabla 41. Datos Protecciones Mt. Del Edificio Jorge Bautista Vesga. ....	125
Tabla 42. Reportes De Termografía Transformador Jorge Bautista Vesga. ....	131
Tabla 43. Reportes De Termografía Tablero General Jorge Bautista Vesga.....	132
Tabla 44. Resistencia Del Sistema De Puesta Tierra, Jorge Bautista Vesga. ....	133
Tabla 45. Medida De Resistencia Del Transformador .....	134
Tabla 46. Datos De Placa Transformador 1, CENTIC. ....	135
Tabla 47. Datos De Placa Transformador 2, CENTIC. ....	136
Tabla 48. Datos Protecciones MT. CENTIC. ....	137
Tabla 49. Reportes De Termografía Transformador 1 CENTIC.....	146
Tabla 50. Reportes De Termografía Transformador 2 CENTIC.....	147
Tabla 51. Reportes De Termografía Tablero General 1 CENTIC. ....	148
Tabla 52. Reportes De Termografía Tablero General 2 CENTIC. ....	149
Tabla 53. Resistencia Del Sistema De Puesta Tierra, CENTIC.....	150
Tabla 54. Medida De Resistencia Del Transformador 1 .....	151

Tabla 55. Medida De Resistencia Del Transformador 2 .....	151
Tabla 56. Datos De Placa Transformador 1, Luis A. Calvo.....	153
Tabla 57. Datos De Placa Transformador 2, Luis A. Calvo.....	153
Tabla 58. Datos Protecciones Mt. 1 Luis A. Calvo.....	154
Tabla 59. Datos Protecciones Mt. 2 Luis A. Calvo.....	154
Tabla 60. Reportes De Termografía Transformador 1 Luis A. Calvo.....	162
Tabla 61. Reportes De Termografía Transformador 2 Luis A. Calvo.....	163
Tabla 62. Reportes De Termografía Tablero General Luis A Calvo.....	164
Tabla 63. Resistencia Del Sistema De Puesta Tierra, Luis A. Calvo.....	165
Tabla 64. Medida De Resistencia Del Transformador 1 .....	166
Tabla 65. Medida De Resistencia Del Transformador 2 .....	166

## LISTA DE GRAFICAS

	Pag.
Figura 1. Gráfica de prueba tiempo – resistencia .....	44
Figura 2. Método de caída de potencial.....	48
Figura 3. Curva de resistencia vs distancia toma de tierra – electrodo de potencial .....	49
Figura 4. Ejemplos de Termografías en redes y artefactos eléctricos .....	53
Figura 4-1. ....	53
Inspección a equipo de S/E en celdas: contactores, relés, interruptores, etc. ....	53
Figura 4-2. ....	53
Detección de puntos calientes causados por pérdidas de aislamiento en el embobinado de un motor. ....	53
Figura 4-3. ....	53
El calentamiento en el rodamiento que es transferido al embobinado del motor. ...	53
Figura 4-4. ....	53
Inspección de líneas de transmisión de energía eléctrica.....	53
Figura 4-5. ....	53
Para asegurar la calidad de un motor recién reparado se le ha inducido corriente y en unos pocos segundos se evidenció un daño. ....	53
Figura 4-6. ....	53
Inspección de equipo de patio de subestaciones eléctricas. ....	53
Figura 5. Seccionador tripolar .....	59
Figura 6. Seccionador tripolar celda compacta con seccionadores en el interior .	60
Figura 7. Cinco Reglas de oro tomada .....	61
Figura 8. Detectores de tensión para Alta Tensión .....	63
Figura 9. Juego de puesta a tierra y cortocircuito, pica de tierra y pértiga.....	64
Figura 10. Puesta a tierra y cortocircuito, se puede apreciar el corte visible del seccionador.....	65
Figura 11. Símbolos y señalizaciones.....	66

Figura 12. Edificio de Administración II. Transformador y Tablero en baja tensión. .....	67
Figura 13. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación Administración II.....	72
Figura 14. Transformador y Tablero en baja tensión. Subestación Álvaro Beltrán Pinzón.....	76
Figura 15. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación Álvaro Beltrán. .....	85
Figura 16. Transformadores y Tableros en baja tensión. Biblioteca .....	87
Figura 17. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación Biblioteca....	104
Figura 18. Transformador y Tablero en baja tensión. Coliseo. ....	106
Figura 19. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación Coliseo. ....	114
Figura 20. Transformador y Tablero en baja tensión Edificio Ciencias Humanas. .....	115
Figura 21. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación Ciencias Humanas. ....	123
Figura 22. Transformador y Tablero en baja tensión Edificio Jorge Bautista Vesga. .....	124
Figura 23. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación Jorge Bautista Vesga.....	133
Figura 24. Transformador y Tablero en baja tensión Edificio CENTIC. ....	134
Figura 25. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación CENTIC. ....	150
Figura 26. Transformador y Tablero en baja tensión Edificio Jorge Bautista Vesga. .....	152
Figura 27. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación Luis A. Calvo. .....	165

## LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Registros De Inspección. ....	178
ANEXO B. Análisis De Armónicos, Curvas De Demanda Y Variables Eléctricas	265
ANEXO C. Análisis De La Distorsión Armónica .....	336
ANEXO D. Cálculos Eléctricos Tipo.....	343
ANEXO E. Matriz De Análisis De Riesgo.....	348
ANEXO F. Planos .....	356
ANEXO G. Presupuesto Rediseño Subestaciones .....	357
ANEXO H. Especificaciones Técnicas Para La Construcción De Subestaciones Eléctricas En Media Y Baja Tensión Tipo Capsuladas .....	365

## RESUMEN

**TÍTULO:** REVISIÓN DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS Y TABLEROS GENERALES EN BAJA TENSIÓN DE LA UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER FASE II CON BASE EN EL REGLAMENTO TÉCNICO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS\*

**AUTORES:** AREVALO PARRA, Juan Camilo, y, MILLÁN BERNAL, Diego Armando\*\*

**PALABRAS CLAVES:** Evaluación, inspección, subestaciones, tableros, rediseño, presupuestos, RETIE.

### **DESCRIPCIÓN:**

Con la entrada en vigencia del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), se presenta la obligación de implementar instalaciones eléctricas que deben cumplir con parámetros de seguridad y confiabilidad las necesidades de suministrar un servicio público tan importante como es la energía.

La Universidad Industrial de Santander ha decidido realizar un diagnóstico del estado actual de las subestaciones eléctricas para garantizar el cumplimiento del reglamento anteriormente mencionado, tomando como principio fundamental garantizar los estándares de seguridad necesarios para preservar la vida de las personas que intervienen en el quehacer diario de las mismas y contribuir a la conservación y mejoramiento de su infraestructura física.

Este proyecto surge como una acción a esta necesidad; la Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones en atención a una solicitud de la División de Planta Física, ha decidido realizar un estudio diagnóstico del estado actual de las subestaciones eléctricas y tableros en baja tensión de los edificios de: Administración II, Álvaro Beltrán Pinzón, Biblioteca, CENTIC, Ciencias Humanas, Coliseo, Jorge Bautista Vesga y el auditorio Luis. A. Calvo de la sede central de la Universidad Industrial de Santander y plantear las soluciones pertinentes en caso de ser necesarias, con base en un análisis de riesgo eléctrico.

---

\* Proyecto de grado

\*\* Facultad de Ingenierías Físico Mecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones. Director: Ing. Ciro Jurado Jerez. Codirector: MIE Ing. José Alejandro Amaya.

## ABSTRACT

**TITLE:** REVIEW OF THE ELECTRIC SUBSTATIONS AND GENERAL BOARDS IN LOW VOLTAGE OF THE UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER PHASE II BASED ON TECHNICAL REGULATIONS FOR ELECTRICAL INSTALLATIONS\*

**AUTHORS:** AREVALO PARRA, Juan Camilo, y, MILLÁN BERNAL, Diego Armando\*\*

**KEY WORDS:** Evaluation, inspection, substations, boards, redesign, budgets, RETIE.

### DESCRIPTION:

With the entrance in validity of the Technical Regulation of Electric Installations (RETIE), shows up the obligation of implementing electric installation what they should with parameters of security and dependability to complete the necessities to give such a public important service as it is the energy.

The Universidad Industrial de Santander has decided to carry out an diagnose of the current state of the electric substations to guarantee the execution of the previously regulation mentioned, taking like fundamental principle to guarantee the necessary standards of security to preserve the life of people that they intervene in the daily chore of the same ones and to contribute to the conservation and improvement of its physical infrastructure.

This project emerge as an action to this necessity; the Electric, Electronic and Telecommunications Engineering's School in attention to an solicitude of the Plant Physics Division, it has decided to carry out a diagnostic study of the current state of the electric substations and boards in low tension of the buildings of: Administration II, Álvaro Beltrán Pinzón, Library, CENTIC, Human Sciences, Coliseum, Jorge Bautista Vesga y el auditorium Luis. A. Calvo of the Central Campus of the Universidad Industrial de Santander and to outline the pertinent solutions in the event of being necessary, with base in an analysis of electric risk.

---

\* Degree work.

\*\* Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Electric, Electronic and Telecommunications. Project Director: Ing. Ciro Jurado Jerez. Project Codirector: MIE Ing. José Alejandro Amaya.

## INTRODUCCIÓN

Dado que el desarrollo social, político y económico de un país está estrechamente ligado al consumo energético del mismo, lo cual conlleva a la dependencia y a un aumento progresivo del consumo de la electricidad, se ha hecho necesaria la implementación del Reglamento Técnico de carácter obligatorio el cual establece unas exigencias y especificaciones que garantizan la seguridad de las personas con base en el buen funcionamiento de las instalaciones eléctricas.

El presente trabajo de grado contiene el diagnóstico del estado actual de algunas de las subestaciones eléctricas y tableros generales en baja tensión del campus central de la Universidad Industrial de Santander, con base en el RETIE, para esto se inició con el proceso de recolección y estudio de normas afines al RETIE, seguido de la elaboración de la lista de revisión y la inspección de las subestaciones eléctricas. El siguiente paso fue elaborar un diagnóstico general de las subestaciones eléctricas con el fin de determinar mediante pruebas eléctricas el estado actual de las subestaciones. Acorde a la evaluación de conformidad de las subestaciones eléctricas se ha de proceder con las acciones correctivas a las no conformidades encontradas. Cabe recordar que este trabajo se realiza bajo la iniciativa de la división de planta física la cual ha visto la necesidad de conocer las no conformidades de las subestaciones con respecto al Reglamento Técnico De Instalaciones Eléctricas y posibles soluciones a estas no conformidades.

## **1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO**

### **1.1 OBJETIVOS**

#### **1.1.1 Objetivo general**

Diagnostico del estado actual de las subestaciones eléctricas y tableros generales en baja tensión (FASE II) de la sede central de la Universidad Industrial de Santander, con base en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE.

#### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Elaborar una lista de verificación y chequeo para determinar no conformidades con respecto al RETIE de las subestaciones eléctricas y los tableros generales en baja tensión de los edificios Jorge Bautista Vesga, Ciencias Humanas, Biblioteca, Auditorio Luis A. Calvo, Álvaro Beltrán Pinzón, Coliseo, Administración II y CENTIC.
- Realizar pruebas de diagnóstico del estado de las siguientes variables eléctricas: aislamiento eléctrico, termografía para determinar puntos calientes, niveles de iluminación, puestas a tierra, distancias de seguridad, ventilación, rotulado de señales de peligro, cumplimiento del código de colores y capacidad de los equipos.
- Elaborar un estudio-diagnóstico del estado actual de las subestaciones eléctricas y tableros generales en baja tensión de los edificios Jorge Bautista Vesga, Ciencias Humanas, Biblioteca, Auditorio Luis A. Calvo, Álvaro Beltrán Pinzón, Coliseo, Administración II y CENTIC.
- Levantamiento y actualización de los diagramas unifilares de las subestaciones eléctricas y las redes eléctricas derivadas de los tableros generales en baja tensión de los edificios Jorge Bautista Vesga, Ciencias Humanas, Biblioteca, Auditorio Luis A. Calvo, Álvaro Beltrán Pinzón, Coliseo, Administración II y CENTIC.

- Indicar las acciones correctivas a corto, mediano y largo plazo con base a un análisis de riesgo eléctrico.
- Elaborar un presupuesto general de las mejoras a realizar en concordancia con el nuevo diagrama unifilar propuesto, balanceo de cargas, cargas futuras y las acciones correctivas a corto, mediano y largo plazo.

## **1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La energía eléctrica es indispensable en la mayoría de las actividades del ser humano. A diario utilizamos electrodomésticos como lámparas, neveras, hornos microondas, grabadoras, equipos de sonido, planchas, televisores, computadores, etc., todos funcionan con energía eléctrica.

También en la industria, la energía eléctrica es soporte para el desarrollo, convirtiéndose así, en la principal fuente de alimentación de los equipos utilizados en la misma. En conclusión, la energía eléctrica es imprescindible en nuestro diario vivir y es el eje principal del desarrollo industrial, sin embargo, para un mejor aprovechamiento debemos tomar las precauciones necesarias para no poner en peligro nuestra integridad física y material. La disminución de riesgos eléctricos asociados a las instalaciones eléctricas se obtiene gracias al cumplimiento de diferentes variables que forman parte del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE, alcanzando márgenes de seguridad mucho más altos.

Con la entrada en vigencia del reglamento técnico de instalaciones eléctricas – RETIE el 27 de Diciembre de 2004, se ha logrado despertar en todas las personas involucradas en el sector eléctrico un gran interés por el tema de la seguridad eléctrica y este a su vez en el literal c del artículo 44.6.2 (RETIE – Edición actualizada, Agosto de 2008), determina los lineamientos que se deben tener en cuenta para realizar una inspección claro está con fines de certificación: “Para

garantizar que la instalación eléctrica sea segura y apta para el uso previsto, se deberá realizar la inspección visual, así como ejecutar las pruebas y medidas pertinentes conforme los formatos establecidos en el presente anexo y acorde con la norma ISO 17020. De las medidas que se tomen, se dejarán los registros respectivos”.

Basados en lo anterior la Universidad Industrial de Santander plantea a través de la oficina de planta física la verificación de las instalaciones eléctricas de su campus universitario en esta segunda etapa en lo que respecta a las subestaciones eléctricas y tableros generales fase II, para posteriormente y de acuerdo a los resultados arrojados realizar los correctivos necesarios.

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Unas de las grandes preocupaciones de la Universidad Industrial de Santander es garantizar la continuidad de todos los procesos de formación de estudiantes y construcción de conocimiento. Para lograr dicho objetivo nos debemos preocupar entre muchos aspectos por garantizar la confiabilidad en las instalaciones eléctricas. El RETIE señala las condiciones mínimas que se deben tener en cuenta para garantizar que las instalaciones eléctricas generen seguridad con base en su funcionamiento, confiabilidad y calidad. El siguiente proyecto de grado nace de la preocupación existente al interior de la oficina de planta física en lo que respecta a determinar en qué estado se encuentran las subestaciones eléctricas al interior del campus Universitario y así poder gestionar los recursos necesarios para realizar las mejoras respectivas.

### **1.4 ALCANCES DEL PROYECTO**

Elaboración de un estudio diagnóstico sobre el cumplimiento del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas - RETIE en las siguientes subestaciones eléctricas del campus central de la Universidad Industrial de Santander:

- Subestación Jorge Bautista Vesga
- Subestación Ciencias Humanas
- Subestación Biblioteca
- Subestación Auditorio Luis A. Calvo
- Subestación Álvaro Beltrán Pinzón
- Subestación Coliseo
- Subestación Administración II
- Subestación CENTIC

Se analizarán en cada subestación básicamente los siguientes elementos:

- Seccionador o mecanismo de corte y protección en Media Tensión.
- Bóveda del Transformador.
- Tablero General de Baja Tensión.
- Sistema de Puesta a Tierra.
- Aislamiento.
- Señales de peligro
- Ventilación
- Distancias de seguridad.
- Calidad de la onda de Tensión.
- Cargabilidad.

En cada subestación se analizarán las no conformidades con respecto a los lineamientos Técnicos que dictamina el RETIE, clasificándolos en Graves, Medio y Leves con base a un análisis de riesgo eléctrico. A su vez se generarán las

acciones correctivas a corto, mediano y largo plazo, junto a los presupuestos para la mejora de dichas no conformidades.

## 2. PARAMETROS PARA LA INSPECCION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

### 2.1 FORMATO DE REGISTRO



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: \_\_\_\_\_ TENSION: \_\_\_\_\_ CAPACIDAD INSTALADA: \_\_\_\_\_ [kVA]

SECCIÓN		DISTRIBUCION							OBSERVACIONES
ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / HTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			
			SI	NO	N.A	G	M	L	
1	Todo proyecto de distribución debe contar con un diseño, con memorias de cálculos y planos de construcción, con el nombre, firma y matrícula profesional del responsable del diseño.	34.2 (a)							
2	Toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta extra alta tensión, debe disponer de un DPS.	17.6.1 (a)							
<b>TIPO DE DISTRIBUCION : SUBTERRANEA</b>									
1.	Las canalizaciones o ductos de protección de cables de media y baja tensión reúnen las condiciones y grado de protección adecuados para su uso.	34.2 (a)							
2.	La distancia útil entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, entre otros) es mínima de 0,2 m. o se tomaron medidas adecuadas cuando dicha distancia no puede ser mantenida.	34.2 (c)							
3.	Se han tomado las medidas necesarias para que los conductores dentro de los ductos a lo largo de su recorrido mantengan la separación entre circuitos.	34.2 (d)							
4.	Los empalmes y derivaciones de los conductores son accesibles.	34.2 (e)							
5.	No existen canalizaciones sobre el nivel del suelo	34.2 (f)							
6.	Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja es una superficie firme, libre de discontinuidades y sin obstáculos. Dicho fondo no es menor a 0,7 m y se han tomado las medidas adecuadas para su protección mecánica y señalización.	34.2 (g)							
7.	Los ductos se colocaron con una pendiente mínima de 0.1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita un recubrimiento mínimo a 0,7 m de relleno sobre el ducto.	34.2 (h)							



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
8.	Las uniones entre conductores aseguran la máxima hermeticidad posible y no alteran su sección transversal interna.	34.2 (i)							
9.	Los ductos metálicos existentes son galvanizados en caliente y están conectados eléctricamente a tierra.	34.2 (i)							
10.	En los ductos metálicos se han instalado dentro de ellos todos los conductores de un circuito incluido su conductor de puesta a tierra de protección.	34.2 (i)							
11.	Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones están alojados en un ducto que sale como mínimo 0,3 m del perímetro de la construcción.	34.2 (j)							
12.	Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, se realizan en cámaras o cajas de inspección.	34.2 (k)							
13.	Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida son las adecuadas para las funciones específicas.	34.2 (k)							
14.	Las cámaras de inspecciones están instaladas en tramos rectos, a distancias no mayores de 80 m	34.2 (l)							
.	El color de los ductos subterráneos es de color verde	Rev 224 SIC del 2001							
<b>SECCIÓN</b>			<b>TRANSFORMACIÓN</b>						
1.	El sistema de puesta a tierra es continuo y adecuado para la corriente de falla a tierra prevista.	15							
2.	Los transformadores refrigerados en aceite no están instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a la ocupación permanentes de personas	17.10.1(b)							



LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDA			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Los materiales utilizados para la construcción de la bóveda aseguran una resistencia al fuego mínimo de tres horas para un transformador aislado en aceite y una resistencia al fuego mínima de 1 hora para transformadores secos	17.10.1 (c)							
4.	El transformador está provisto de su respectiva placa de identificación.	17.10.2 (a)							
5.	Las celdas tienen puertas o tapas con un seguro para permanecer cerradas.	17.9.5							
6.	Se apropió del espacio adecuado para la construcción de la subestación y no está	29.2							
7.	Existe una señal a la entrada de la subestación con el símbolo de riesgo eléctrico.	29.2 (c)							
8.	Los encerramientos utilizados por los equipos que conforman las subestaciones alojan en su interior los equipos de corte y seccionamiento.	29.2 (i)							
9.	Las cubiertas, puertas o distancias apropiadas no permiten el acceso a personal no calificados a barrajes o elementos energizados.	29.2 (j)							
10.	En la subestación no cruzan canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, a no ser que sean necesarios para el funcionamiento de la	29.2 (k)							
<b>SALAS DE OPERACIÓN MANDO Y CONTROL</b>									
1.	Los materiales de construcción tienen un alto punto de ignición.	29.3 (a)							
2.	Las instalaciones están libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no son utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.	29.3 (b)							



LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Están suficientemente ventiladas, con el fin de mantener las temperaturas de operación dentro de los rangos debidos, regulados para minimizar la acumulación de contaminantes transportados por el aire, bajo cualquier condición de operación.	29.3 (c)							
4.	Las instalaciones están secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, el equipo eléctrico debe ser diseñado para soportar las condiciones	29.3 (d)							
5.	Todo equipo fijo debe ser soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones del servicio. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tal como transformadores, puedan ser asegurados en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerza	29.3 (e)							
6.	Existe una indicación ligada directamente a la posición de contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento.	29.3 (f)							
<b>SUBESTACION DE MEDIA TENSION TIPO INTERIOR O EN EDIFICACIONES</b>									
1.	El local de la subestación dentro de la edificación está ubicado en un sitio de fácil acceso desde exterior para personal calificado y a vehículos de transporte de equipos	30.2 (b)							
2.	La persona no puede acceder el contacto de la zona energizada ni tocándola de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea	30.2 (c)							
3.	Las subestaciones de distribución secundaria deben asegurar que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema evitando que sobrepasen las distancias de seguridad, propias de los niveles de tensión.	30.2 (c)							



LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Las celdas tienen medios para controlar los efectos de un arco mediante la evacuación de gases hacia arriba, hacia los costados, hacia atrás	30.2 (4)							
5.	Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.	30.2 (4)							
6.	Las piezas susceptibles de desprenderse en las celdas están firmemente aseguradas.	30.2 (4)							
7.	Existen conexiones efectivas en el sistema de puesta a tierra.	30.2 (4)							
8.	La subestación dispone del número y forma apropiada de salidas para evitar que un operador quede atrapado en caso de un accidente.	30.2 (e)							
9.	Los transformadores mayores de 600V cuentan con dispositivos de protección de sobrecorriente en el primario y secundario y están adecuadamente dimensionadas.	NTC2050 tabla 450-3.(a).1)							
10.	Los transformadores refrigerados en aceite para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de 2 horas.	NTC2050 450-42							
11.	Los transformadores de tipo seco de más de 112,5 kVA para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de 2 horas.	NTC2050 450-21(b)							
12.	Las Bóvedas para transformadores cuentan con la ventilación del aire exterior.	NTC2050 450-41							
13.	Los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta a la bóveda están protegidos con una puerta cortafuego con resistencia al fuego de tres horas.	NTC2050 450-43 (a)							
14.	Los vanos de puertas cuentan con umbrales adecuados para recoger dentro de la bóveda el aceite de transformador más grande que pudiere haber.	NTC2050 450-43 (b)							



LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDA			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
15.	Se han tomado las medidas adecuadas en la bóveda del transformador para confinar el posible derrame de aceite dieléctrico en la bóveda cuando las regulaciones ambientales no permitan su	NTC2050 450-27							
16.	Las puertas tienen cerraduras y se mantienen cerradas, permitiéndose el acceso solo a personas calificadas además tienen apertura hacia fuera y están dotadas de barras antipánico.	NTC2050 450-43 (-).							
17.	La bóveda cuenta con las aberturas de ventilación suficientes y están apropiadamente ubicadas.	NTC2050 450-45							
18.	Todas las aberturas alrededor de cables que atraviesan los muros de la bóveda del transformador están protegidas contra el fuego mediante métodos adecuados.	NTC2050 300-21							
<b>CELDA DE MEDIA TENSION</b>									
1.	La celda de media tensión tiene adherida de manera clara, permanente y visible, la siguiente información: Tensión(es) nominal(es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Marca registrada del fabricante,	17.9.3							
2.	El fabricante de tableros y celdas ha puesto a disposición del usuario, la siguiente información: grado de protección, diagrama unifilar del tablero, tipo de ambiente para el cual fue diseñado, rotulado para la identificación de circuitos individuales.	17.9.4							
<b>DISTANCIAS DE SEGURIDAD</b>									
1.	Las zonas dedicadas a circulación de personal son claramente identificables dentro de la subestación.	13.4 y Fig. 9							
2.	Se han instalado etiquetas donde se indica el nivel de riesgo que presenta un determinado equipo	13.4							
3.	Se utilizan los elementos de protección personal acordes con el nivel de riesgo.	13.4							



LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDA			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Se dan a conocer los límites de aproximación a partes energizadas de equipos.	13.4 tabla 20							
5.	El límite de aproximación restringida está señalizado y facilita al personal no autorizado identificar el máximo acercamiento permitido.	13.4							
6.	La profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia las partes energizadas no debe ser inferior a la estipulada en la tabla 110-16.a) para 600 V nominales o menos (ver	NTC2050 110-16.a).1)							
7.	El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico, es el ancho del equipo o 0,75 m, el q sea mayor.(600 V nominales o menos)	NTC2050 110-16.a).2)							
8.	La altura mínima hasta el techo de los espacio de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución es	NTC2050 110-16.e)							
9.	Los equipos se encuentran ubicados en espacios dedicados y están protegidos contra daños con las medidas adecuadas.	NTC2050 110-16.f).1)							
10.	Las entradas a todos los edificios, cuartos o encerramientos que contienen partes energizadas expuestas o conductores expuestos a más de 600 V nominales, se mantienen cerradas con llave.	NTC2050 110-34.c)							
11.	Cuando la tensión supera los 600 V nominales, existen señales de advertencia permanentes y bien a la vista, en los cuales se indica: "PELIGRO -	NTC2050 110-34.c)							
<b>TABLEROS DE BAJA TENSION</b>									
1.	Los encerramientos de estos tableros son resistentes a los efectos de la humedad y la	17.9.1(e)							
2.	Los tableros son resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tener un grado de protección contra sólidos no mayores de 12,5 mm, l íquidos de acuerdo al lugar	17.9.1(e)							



LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDA			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Todo tablero tiene su respectivo diagrama unifilar actualizado.	17.9.1(h)							
4.	Toda parte conductora de corriente es rígida y está construida en plata, una aleación de plata, cobre. No se debe utilizar hierro o acero en una parte que conduzca corriente.	17.9.1.1(a)							
5.	Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se utilizan tornillos de acero, tuercas y arandelas de acero.	17.9.1.1(b)							
6.	La capacidad de corriente de los barrajes de fase no es menor que la proyectada para los conductores del alimentador del tablero. Todos los barrajes, incluido el del neutro y el de tierra se	17.9.1.1(c)							
7.	La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, es 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	17.9.1.1(d)							
8.	Todas las partes externas del panel están puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se identifican con el	17.9.1.1(e)							
9.	Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos están en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos	17.9.1.1(f)							
10.	Cada circuito de derivación dispone de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.	17.9.1.2(b)							
11.	Se indica la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las	17.9.1.2(d)							
12.	Se provee de un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los	17.9.1.2(e)							
13.	No existe la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simular barrajes .	17.9.1.2(f)							



LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
14.	El tablero tiene un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados	17.9.1.2 (g)							
15.	La instalación del tablero tiene en cuenta el código de colores establecido en la tabla 13 del RETIE e identificar cada uno de los circuitos.	17.9.1.2 (h)							
<b>SECCIÓN</b>		<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y EQUIPOTENCIALIZACIÓN</b>							
		<b>ACOMETIDA</b>							
1.	Los electrodos de puesta a tierra cumplen lo dispuesto en el artículo 15 del RETIE numeral 3,1 "electrodos de puesta a tierra". Tabla 23.	15.3.1							
2.	Existe un único puente equipotencial principal en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte y está lo más cerca posible a la acometida o al transformador.	37.2 (f)							
3.	El calibre del conductor puesto a tierra de la acometida es el adecuado.	NTC2050 250-23 (k)							
4.	Los sistemas derivados independientes están apropiadamente puestos a tierra, tienen puente de conexión equipotencial y conexión a un electrodo	NTC2050 250-26							
5.	Las canalizaciones y encerramientos metálicos de la acometida están correctamente equipotencializados.	NTC2050 250-72 250-75							
6.	El calibre de los puentes equipotenciales en el equipo de acometida son los adecuados.	NTC2050 250-72 250-94							
7.	El calibre, tipo e instalación del puente equipotencial principal es el adecuado.	NTC2050 250-79							
8.	Las tuberías metálicas de agua expuestas, en el área de los sistemas derivados independientes están equipotencializados.	NTC2050 250-80							
9.	Las tuberías metálicas de agua expuestas dentro de la edificación están equipotencializadas.	NTC2050 250-80 (a)							



LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDA			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
10.	Los miembros estructurales metálicos de la edificación están equipotencializados.	NTC2050 250-80 (c)							
11.	Los electrodos de puesta a tierra tienen las dimensiones adecuadas y se encuentran instalados de manera apropiada.	NTC2050 250-83 (c)							
12.	El conductor del electrodo de puesta a tierra no tiene empalmes o si los tiene están ejecutados con métodos probados o certificados.	NTC2050 250-91 (a)							
13.	El conductor del electrodo de puesta a tierra está protegido y asegurado.	NTC2050 250-92 (a)							
14.	La canalización metálica del conductor del electrodo de puesta a tierra esta equipotencializado en sus dos extremos.	NTC2050 250-92 (b)							
15.	El conductor del electrodo de puesta a tierra tiene el calibre adecuado.	NTC2050 250-94							
16.	La conexión al electrodo de puesta a tierra es accesible e inspeccionable (tiene caja de inspección es de 30x30 cm en instalaciones domiciliarias).	15.2 (4) NTC2050 250-112							
17.	La conexión al electrodo de puesta a tierra utiliza métodos aprobados o los conectores usados corresponden con los certificados de producto recibidos.	15.2 NTC2050 250-115							
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ETAPAS TRANSFORMACION Y DISTRIBUCION</b>									
1.	Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas no son incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra.	15.2							
2.	Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puesta a tierra deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conectores certificados	15.2 NTC2050 250-81							
3.	Los electrodos de puesta a tierra no son de aluminio.	15.2 (c) NTC2050 250-							



LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Todos los componentes que forma parte del sistema de puesta a tierra de la subestación están debidamente equipotencializados.	15.2 NTC2050 250-83 (-)							
5.	Todos los electrodos se encuentra enterrados en su totalidad	15.3 NTC2050 250-83 (-)							
6.	El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la tierra son accesibles, la parte superior del electrodo enterrado debe quedar a $\leq 15$ cm de la superficie	15.3.1 NTC2050 250-112							
7.	Los conductores de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalman, de emplean	15.3.3 (-) NTC2050 250-91 (a)							
8.	El valor de la resistencia de puesta a tierra no es mayor al indicado en la tabla 25 del Reglamento.	15.4							

## 2.2 PRUEBAS DIAGNOSTICAS

Esta etapa se ocupa del qué, cómo, cuándo y dónde efectuar la verificación de la condición.

**¿Qué medir?** Debe existir un parámetro que es el indicativo de la condición del equipo y del avance de la falla. Por ejemplo para el caso del mantenimiento de los transformadores, el nivel de aislamiento, rigidez dieléctrica del aceite, temperaturas de operación de los equipos, entre otros.

**¿Cómo medir?** Existen a disposición instrumentos y técnicas capaces de comprobar el parámetro. Algunas se mencionaron anteriormente como el megómetro, el analizador de redes, la cámara termográfica, etc.

**¿Cuándo medir?** La técnica de verificación debe poder proporcionar un periodo útil para la detección de la falla, es decir, el tiempo de aviso anticipado entre la confirmación de un problema y una eventual falla catastrófica del equipo. Este hecho determinará la frecuencia de la verificación.

Con respecto a esto, se pueden acoger criterios ofrecidos por alguna norma o publicación técnica que proporcione parámetros para evaluar la criticidad de las fallas. En cuanto a la frecuencia de verificación es importante tener en cuenta las limitaciones de recursos que se tengan.

**¿Dónde medir?** El punto de la medición es de suma importancia para tener una detección temprana de los defectos del equipo. Esto por ejemplo, cuando se utiliza un pirómetro que da una medida puntual de temperatura, pero si se utiliza una cámara termográfica la medida se da sobre una zona completa, y no tiene relevancia el punto de la medición, pero si la forma como se haga la medición.

### **Implementación de un programa de verificación de variables de operación**

Una vez desarrollada la fase de diseño donde se establecieron las técnicas óptimas para la verificación de cada uno de los equipos de la subestación, las mismas son integradas en un programa racional que define la implementación del Plan de Mantenimiento Predictivo o para nuestro caso específico nuestro plan de inspección RETIE. Esta fase comprende:

### **Definición de un cronograma de inspección**

En este paso se diseña una ruta de inspección donde se incluyen las subestaciones y equipos seleccionados para hacerles la verificación de idoneidad, definiendo a la vez un cronograma de inspección.

Diseño de un sistema de información

Recopilación de datos.

Registro de datos.

Análisis de datos.

Redacción y presentación de informes.

Además del sistema de información, se debe crear un programa de entrenamiento e instrucción para el personal.

### **Fijación y revisión de datos y límites de condición aceptable**

La finalidad de este paso es establecer los niveles “normales” de los parámetros para la verificación de la condición, que representen una condición aceptable del equipo.

Esto, en realidad puede establecerse únicamente en base a la experiencia y a los datos históricos. Sin embargo, en las etapas iniciales cuando no se dispone de

dichos datos, podrán utilizarse como guía las recomendaciones del fabricante y las tablas de índices generales de severidad correspondientes.

Idealmente esta fijación de límites de condición aceptable debe estar respaldada por una norma que establezca criterios para evaluar esas condiciones; de esta manera, adicional a la experiencia y los datos históricos y del fabricante, se contará con un criterio técnico puntual para hacer el diagnóstico de la falla.

Con base en dichos niveles “normales”, se establecen límites de acción que representen un deterioro significativo de la condición y proporcionen una advertencia razonable de la falla inminente.

### **Análisis de la condición**

Se trata de un análisis de la condición del equipo, que a menudo conlleva a la aplicación simultánea de varias técnicas. La finalidad de este paso es confirmar si realmente existe un defecto y llevar a cabo un diagnóstico y pronóstico de la falla, por ejemplo: tipo de falla, ubicación, gravedad y las medidas correctivas requeridas.

### **Corrección de las fallas**

Una vez diagnosticada la falla, será responsabilidad del departamento de mantenimiento organizar las medidas correctivas.

En esta etapa es de suma importancia establecer la causa de la condición de falla y corregirla.

Los detalles de la falla corregida deberán ser revertidos al plan de inspección con el fin de confirmar el diagnóstico y/o perfeccionar las capacidades de diagnóstico del programa. Esto indica que siempre se debe hacer una reinspección del equipo para confirmar si se corrigió realmente la falla.

### **2.2.1 Análisis de carga.**

Con base a las mediciones registradas por el analizador de redes se podrá determinar las siguientes variables referentes al consumo de potencia:

Perfil de Demanda en KVA, KW, KVA.

Factor de potencia.

Para este proyecto en especial se tomarán las medidas de consumo de energía en los totalizadores generales de cada subestación, pretendiendo poder capturar el estado de carga promedio y aquellos instantes donde la demanda es máxima. La información arrojada por el analizador nos ayudará a determinar el estado de cargabilidad del transformador y poder determinar si dicha subestación en estudio requiere una expansión o por lo contrario se encuentra sobredimensionada.

### **2.2.2 Medida de parámetros eléctricos.**

De forma similar que en el punto anterior, se registrarán con el analizador de redes los datos correspondientes a las siguientes variables eléctricas:

Perfil y niveles de tensión por fase y de línea.

Perfil de corrientes de línea.

Distorsión Armónica en tensión y corriente.

### **2.2.3 Medida de aislamiento. [1][2][3]**

El equipo eléctrico de una instalación debe estar aislado entre sí y con respecto a tierra. Esta característica de aislamiento no es constante y puede deteriorarse con el paso del tiempo, existen cinco causas básicas para la degradación del aislamiento:

Fatiga eléctrica

Fatiga mecánica

Ataque químico

Fatiga térmica

Contaminación ambiental

Por esta razón, se hace aconsejable el estudio del aislamiento a lo largo de la vida de los equipos, para poder prevenir su envejecimiento prematuro y sus averías.

### **2.2.3.1 Medición de la resistencia de aislamiento.**

La medida de la resistencia de aislamiento tiene como fin dar una útil información sobre el estado actual de los equipos, con objeto de poner al descubierto posibles defectos de aislamiento y determinar por medio de mediciones periódicas la probable degeneración del mismo.

#### **Probador de resistencia de aislamiento**

El probador de aislamiento es un instrumento portátil que proporciona una lectura directa de la resistencia de aislamiento en ohms, megaohms o teraohms (según el modelo seleccionado) independientemente de la tensión seleccionada. Para un buen aislamiento, la resistencia generalmente da lectura en el rango de megaohms o más alto. El probador de aislamiento es esencialmente un medidor de resistencia de rango alto (óhmetro) con un generador de cd incorporado.

El generador del instrumento, que puede operarse por manivela manualmente, batería o por línea, desarrolla una tensión de cd alto que ocasiona varias corrientes pequeñas a través y sobre la superficie del aislamiento que se prueba. La corriente total la mide el óhmetro que lleva una escala de indicación analógica, lectura digital o ambas.

### 2.2.3.2 Tipos de pruebas de resistencia de aislamiento.

Las pruebas de resistencia de aislamiento ofrecen una importante información sobre el estado actual y futuro de los conductores, y de los devanados de los generadores, motores y transformadores. La clave para su eficacia radica en la periodicidad de los ensayos y en tener un histórico de los datos obtenidos. Estos datos servirán de ayuda para programar el diagnóstico y los trabajos de reparación, con la reducción consiguiente del tiempo de parada debido a fallos inesperados. Se indican seguidamente las tensiones continuas de ensayo empleadas en las pruebas de resistencia de aislamiento y las distintas pruebas que se llevan a cabo con mayor frecuencia:

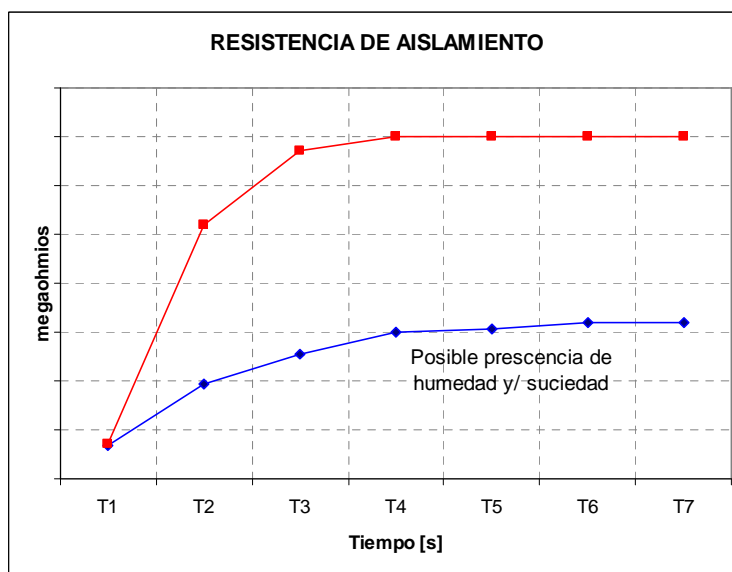
Tabla 7. Tensiones de prueba de aislamiento según las tensiones nominales de los equipos tomado MEGGER. Guía para pruebas de diagnostico de aislamiento.

Tensión nominal del equipo [V]	Tensión de prueba [V]
< 1000	500
1000 – 2500	500 – 1000
2501 – 5000	1000 – 2500
5001 – 12000	2500 – 5000
> 12000	5000 – 10000

**Lectura puntual (spot):** La prueba de lectura puntual (spot) es la más simple de todas las pruebas de aislamiento y la más asociada con los probadores de aislamiento de tensión más bajo; la tensión de prueba se aplica por un período corto específico de tiempo (generalmente 60 segundos puesto que usualmente cualquier corriente de carga capacitiva decaerá en este tiempo) y luego se toma una lectura. La lectura se puede comparar con las especificaciones mínimas de la instalación. La temperatura y la humedad, así como la condición de su aislamiento afectan su lectura.

**Tiempo vs. Resistencia:** Este método está basado en el hecho de que el aislamiento en buenas condiciones, relativamente seco y libre de humedad, muestra con la aplicación de la tensión de prueba, un aumento en su resistencia de aislamiento. Por lo tanto se deduce que si existe un aumento apreciable de la resistencia de aislamiento durante el tiempo de aplicación de la prueba, el aislamiento estará en buenas condiciones, como se muestra en la siguiente figura.

Figura 1. Gráfica de prueba tiempo – resistencia (fuente AVO International. “Más vale prevenir...”. La Guía completa para pruebas de Aislamiento Eléctrico. 3ª Edición. 2000).



La aplicación práctica de este método, consiste en determinar la relación de dos lecturas de resistencia de aislamiento hechas a intervalos de tiempo diferentes durante la misma prueba. Las condiciones del aislamiento en función de la relación de absorción las podemos ver en la siguiente tabla:

Tabla 1. Condiciones de aislamiento indicadas por las relaciones de absorción dieléctrica e índice de polarización

(Fuente AVO International. "Más vale prevenir...". La Guía completa para pruebas de Aislamiento Eléctrico. 3ª Edición. 2000)

Absorción dieléctrica Relación 60s/30s	Índice de polarización Relación 10min/1min	Condición del aislamiento
-----	< 1	Peligroso
< 1,1	< 1,5	Pobre
1,1 – 1,25	1,5 – 2,0	Dudoso
1,25 – 1,4	2,0 – 3,0	Aceptable
1,4 – 1,6	3,0 – 4,0	Bueno
> 1,6	> 4,0	Excelente

Cuando las lecturas de los aislamientos se toman a 30 s y 60 s se denomina a esta modalidad, método de tiempo corto (se aplica a equipos de pequeña potencia).

La relación de absorción está determinada por el cociente que resulta de dividir la lectura tomada a 60 s y a 30 s. La relación a 10 min y 1 min se conoce como índice de polarización (se aplica a equipos de gran potencia).

El índice de polarización puede ser una guía muy útil del estado de sequedad y limpieza de los equipos.

Los beneficios de la prueba de tiempo-resistencia son que es relativamente independiente de la temperatura y del tamaño del equipo y puede dar información concluyente sin los registros de pruebas pasadas.

### **2.2.3.3 Valores mínimos de resistencia de aislamiento.**

La resistencia de aislamiento del equipo eléctrico se afecta por muchas variables tales como el diseño; el tipo de material aislante utilizado, incluidos las ataduras y los compuestos de impregnación; el espesor del aislamiento y su área; la limpieza, la humedad y la temperatura. Para que las lecturas de resistencia de aislamiento sean una medición concluyente de las condiciones del equipo que se prueba, deben tomarse en consideración estas variables.

Estudios más recientes del problema, han dado lugar a fórmulas para los valores de resistencia de aislamiento que se basan en la clase de material aislante utilizado y en las dimensiones eléctricas y físicas de los tipos de equipo en consideración.

#### **Transformadores**

Los valores de resistencia de aislamiento aceptables para transformadores secos y en compuesto deben ser comparables con los de la maquinaria rotatoria, aunque no hay disponibles valores mínimos normales.

Los transformadores en aceite o los reguladores de voltaje presentan un problema especial en que las condiciones del aceite tienen una influencia marcada en la resistencia de aislamiento de los embobinados. En ausencia de datos más confiables, el comité de revisión de la norma NETA recomienda el uso de la siguiente fórmula:

$$R = CE / (kVA)^{1/2}$$

Donde:

R = resistencia mínima de aislamiento en megaohms bajo un minuto de prueba

C = una constante para mediciones a 20 °C

E = capacidad de voltaje del embobinado bajo prueba

kVA = capacidad nominal del embobinado bajo prueba

Para pruebas del embobinado a tierra con el otro embobinado o embobinados a tierra, los valores serán mucho menores que los dados por la fórmula. R en esta fórmula se basa en aceite seco, libre de ácidos y sedimentos, y boquillas y terminales en buenas condiciones.

Esta fórmula es para transformadores monofásicos. Si el transformador bajo prueba es trifásico, y los tres embobinados individuales se prueban como uno, entonces:

E = capacidad de voltaje de los embobinados monofásicos (fase a fase para unidades conectadas en delta y fase a neutro para unidades conectadas en estrella)

kVA = capacidad nominal del embobinado completo bajo prueba

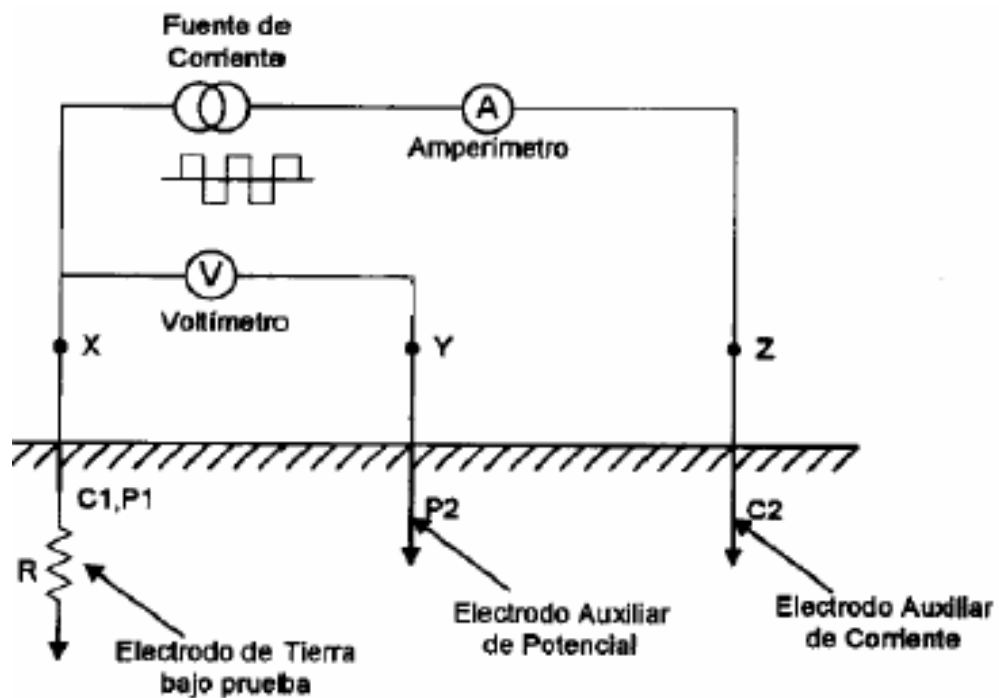
#### **2.2.4 Medida de resistencia de puesta a tierra. [4]**

Un buen sistema de puesta a tierra es necesario para mantener buenos niveles de seguridad del personal, operación de los equipos y desempeño de los mismos. En sistemas de potencia la puesta a tierra mantiene la referencia necesaria. La forma en que el sistema se conecta a tierra puede tener un gran efecto en la magnitud de las tensiones de línea a tierra que deben ser mantenidos en condiciones normales y bajo condiciones transitorias. En sistemas no puestos a tierra, algunas tensiones pueden provocar fallas en el aislamiento de los equipos y sistemas. La puesta a tierra del neutro del sistema permite la operación de sistemas de protección basados en la detección de corrientes que circulan por la misma, despejándose así el circuito bajo falla.

### 2.2.4.1 Medición de la resistencia de tierra por el método de la caída de Potencial.

El método consiste en inyectar corriente a través de un electrodo de prueba denominado de corriente y medir al alza de potencial mediante otro electrodo auxiliar denominado de potencial. Conocido el valor de tensión y el valor de corriente se podrá obtener mediante la ley de Ohm el valor de la resistencia. Los tres electrodos se mantienen en una línea recta y se va corriendo el electrodo de potencial hacia el electrodo de corriente para hacer sucesivas mediciones de resistencia.

Figura 2. Método de caída de potencial  
(Fuente [www.electricidad-viatger.blogspot.com](http://www.electricidad-viatger.blogspot.com))

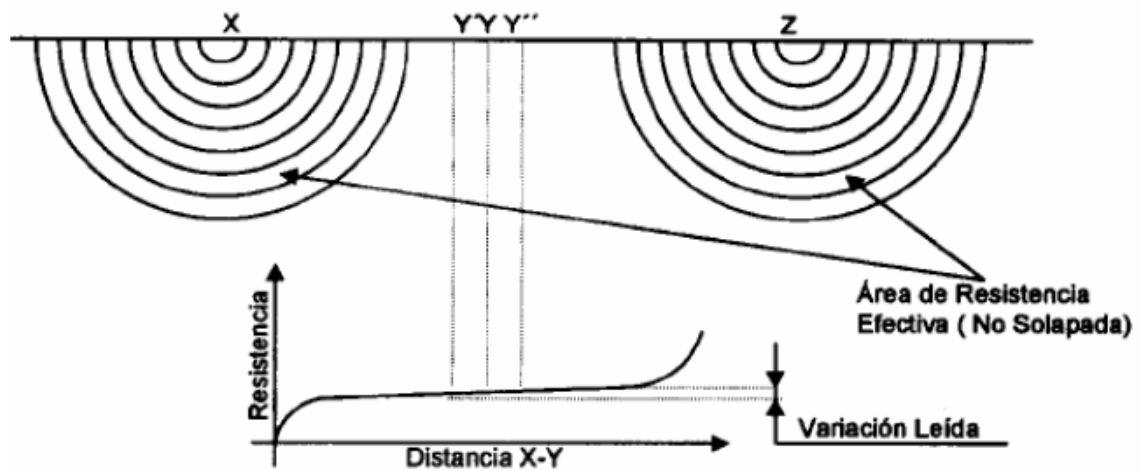


En el proceso de determinar el valor de la resistencia del sistema de tierra es necesario realizar algunas consideraciones: el valor de potencial medido varía con respecto a la separación del electrodo de potencial a la toma de tierra, por lo que

se recomienda el realizar una gráfica de R en función de la distancia. En el momento de la medición se deben seguir los siguientes pasos:

- Conectar el equipo de medición a la barra o electrodo en cuestión.
- Colocar el electrodo de corriente a una distancia conocida del electrodo bajo prueba.
- Realizar varias mediciones de resistencia para diferentes ubicaciones del electrodo de potencial, sin mover el electrodo de corriente (el electrodo bajo estudio y los electrodos de prueba deben estar en línea recta).
- Graficar la curva obtenida de resistencia en función de la distancia de separación entre el electrodo bajo estudio y el electrodo de potencial.

Figura 3. Curva de resistencia vs distancia toma de tierra – electrodo de potencial (Fuente [www.electricidad-viatger.blogspot.com](http://www.electricidad-viatger.blogspot.com)).



Desafortunadamente no existe un método para determinar con exactitud la distancia requerida entre el electrodo de tierra y el de corriente, esto se debe a que las condiciones del suelo son muy variables. En general, basado en numerosas pruebas se utiliza una distancia entre el electrodo bajo estudio y el electrodo de corriente igual a cuatro o cinco veces la longitud de la máxima dimensión del electrodo bajo prueba.

La profundidad a la cual se entierran los electrodos de prueba (corriente y tensión) no afecta el resultado de la medición. Todo lo que se necesita es que tengan un buen contacto con tierra.

### **2.2.5 Medida de distancias de seguridad.**

Las distancias de seguridad deben ser medidas de centro a centro y todos los espacios deberán ser medidos de superficie a superficie. Para la medición de distancias de seguridad, los accesorios metálicos normalmente energizados serán considerados como parte de los conductores de línea. Las bases metálicas de los terminales del cable y los dispositivos similares deberán ser tomados como parte de la estructura de soporte. La precisión en los elementos de medida no podrá tener error de más o menos 0,5%.

Los conductores denominados cubiertos o semiaislados y sin pantalla, es decir, con un recubrimiento que no esté certificado para ofrecer el aislamiento en media tensión, deben ser considerados conductores desnudos para efectos de distancias de seguridad, salvo en el espacio comprendido entre fases del mismo o diferente circuito, que puede ser reducido por debajo de los requerimientos para los conductores expuestos cuando la cubierta del conductor proporciona rigidez dieléctrica para limitar la posibilidad de la ocurrencia de un cortocircuito o de una falla a tierra. Cuando se reduzcan las distancias entre fases, se deben utilizar separadores para mantener el espacio entre ellos.

### **2.2.6 Monitoreo de temperaturas críticas. [5][6]**

La termografía infrarroja como técnica de mantenimiento predictivo permite detectar, sin contacto físico con el equipo bajo análisis, cualquier falla que se

manifieste en un cambio de la temperatura de los componentes del equipo, midiendo los niveles de radiación infrarroja.

Es decir que cuando un equipo está fallando, esta falla se manifiesta en una elevación de temperatura en una parte del equipo, como un punto de conexión, un conductor, el aislamiento, los rodamientos, etc. Esta elevación de temperatura, invisible al ojo humano, es posible detectarla a través de una cámara termográfica la cual permite apreciar con exactitud cuál es el elemento afectado para hacer el correctivo necesario.

“En el área eléctrica a una falla se le conoce como un “punto caliente”, el fundamento de su detección se basa en el sobrecalentamiento que un componente eléctrico experimenta cuando se genera un aumento de la resistencia eléctrica como consecuencia de un falso contacto, de suciedad, oxidación etc.”

La cámara termográfica permite visualizar térmicamente el elemento en cuestión y, normalmente, mediante comparación entre fases, identificar una falla debido a la diferencia de temperatura existente entre ellas.

### **Ventajas de la termografía infrarroja**

La termografía ha tenido gran acogida en el área de mantenimiento, especialmente en la implementación del plan de inspección. Las principales ventajas que respaldan la utilización de la termografía como técnica de mantenimiento son las siguientes:

- Ayuda a prevenir paradas de equipos eléctricos no programadas.
- La inspección se realiza a distancia sin contacto físico con el elemento en condiciones normales de funcionamiento. Es decir, no es necesario poner fuera de servicio las instalaciones o el equipo.

- Cuando se hace un seguimiento con inspección termográfica se puede establecer una tendencia del comportamiento del equipo y de la evolución de la falla.
- Es utilizable para el seguimiento de defectos en tiempo "real", lo que permite cuantificar la gravedad de la falla y la repercusión de las variaciones de carga sobre el equipo para que sea posible programar el mantenimiento en el momento más oportuno.
- En relación con el mantenimiento tradicional, el uso de la inspección termográfica propicia la reducción de riesgos para el personal ya que evita el contacto del operario con el equipo.
- Reduce el tiempo de reparación por la localización precisa de la falla.
- Facilita informes muy precisos al personal de mantenimiento.

Todo lo anterior se traduce en el aumento de la confiabilidad del sistema.

Sin embargo, la termografía también presenta algunas limitaciones, entre las que se encuentran:

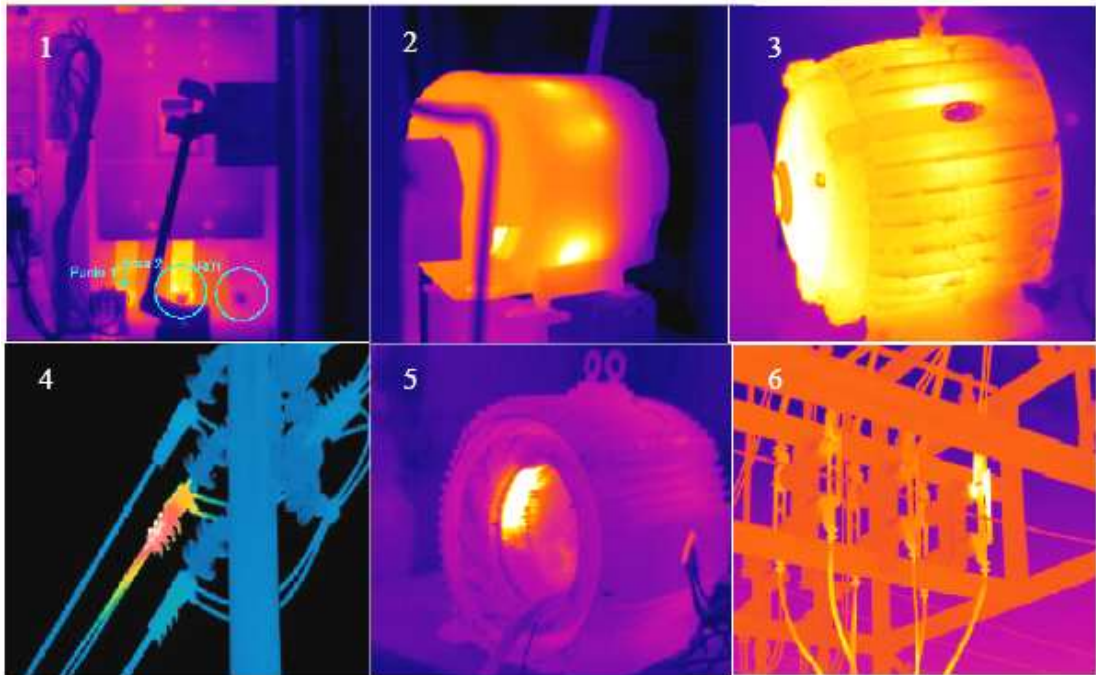
- Capacidad limitada para la identificación de defectos internos, en la medida que el defecto no se manifieste externamente por incremento de la temperatura.
- Los reflejos solares o de superficies brillantes pueden enmascarar o confundir defectos.
- El estado de carga del elemento bajo análisis puede influir en la determinación de las anomalías.

### **Inspecciones eléctricas**

En el área eléctrica la termografía infrarroja sirve para: hallar conexiones flojas y corroídas, detectar pérdidas de aislamiento, hallar desbalance de carga, detectar sobrecalentamiento de devanados, entre otras.

La Figura 4, muestra las imágenes térmicas (termogramas) de diferentes equipos donde se muestran las principales aplicaciones de la termografía en el área eléctrica.

Figura 4. Ejemplos de Termografías en redes y artefactos eléctricos  
(Fuente [www.electricidad-viatger.blogspot.com](http://www.electricidad-viatger.blogspot.com))



- Figura 4-1. Inspección a equipo de S/E en celdas: contactores, relés, interruptores, etc.
- Figura 4-2. Detección de puntos calientes causados por pérdidas de aislamiento en el embobinado de un motor.
- Figura 4-3. El calentamiento en el rodamiento que es transferido al embobinado del motor.
- Figura 4-4. Inspección de líneas de transmisión de energía eléctrica.
- Figura 4-5. Para asegurar la calidad de un motor recién reparado se le ha inducido corriente y en unos pocos segundos se evidenció un daño.
- Figura 4-6. Inspección de equipo de patio de subestaciones eléctricas.

## 2.3 NORMAS Y PUBLICACIONES TÉCNICAS DE TERMOGRAFÍA INFRARROJA

Para la fijación y revisión de datos y límites de condición aceptable en la implementación de un PMP se destacaron tres factores útiles, la experiencia del personal de mantenimiento, los datos históricos y/o recomendaciones del fabricante y acoger los criterios técnicos de alguna norma reconocida o publicación técnica en base a los cuales se pueda hacer un diagnóstico más puntual de la severidad de la falla.

International Electrical Testing Association (NETA)

La norma NETA (Asociación Internacional de Pruebas Eléctricas) proporciona los criterios mostrados en la Tabla 10, que ayudan a determinar el grado de criticidad de un problema eléctrico en base a la medida de temperatura con una cámara infrarroja, indicando las acciones sugeridas basadas en los incrementos de temperatura

Tabla 2. Acciones sugeridas basadas en incrementos de temperatura.

(Fuente Tabla 10.18. NETA. Inspecciones con termografía).

Diferencia de temperatura basada en comparaciones entre componentes similares, bajo similares condiciones de carga	Diferencia de temperatura basada en comparaciones entre componentes y la temperatura ambiente	Acción recomendada
1°C – 3°C	1°C – 10°C	Posible deficiencia
4°C – 15°C	11°C – 20°C	Probable deficiencia
--- --	21°C – 40°C	Deficiencia
> 15°C	>40°C	Mayor

		deficiencia
--	--	-------------

Definiciones:

Posible deficiencia: Requiere seguimiento (monitorización).

Probable deficiencia: Reparar como el tiempo lo permita.

Deficiencia: Monitorizar constantemente hasta que hayan terminado las medidas correctivas

Mayor deficiencia: Reparar inmediatamente.

Sin embargo, como apoyo a estos criterios de diagnóstico es conveniente tomar nota del nivel de carga del circuito, y del balance de corrientes en sistemas trifásicos.

Según esta norma, el reporte de termografía debe incluir lo siguiente:

- Descripción del equipo a ser inspeccionado.
- Discrepancias.
- Diferencia de temperatura entre el área concerniente y el área de referencia.
- Causa probable de la diferencia de temperatura.
- Áreas inspeccionadas. Identificar las áreas y equipos inaccesibles y/o no observables.
- Identificar las condiciones de carga en el momento de la inspección.
- Tomar fotografías y/o termogramas del área deficiente.

**Acción recomendada.**

Occupational Safety Health Administration (OSHA)

La norma OSHA (Administración de seguridad y salud ocupacional) establece que se puede minimizar el riesgo a heridas en una descarga de arco eléctrico

simplemente ubicándose a una distancia prudente de la zona del arco. Las distancias mínimas para realizar una inspección con termografía, están definidas en la Tabla 11.

Tabla 3. Distancias mínimas de seguridad para inspecciones con termografía. (Fuente Norma OSHA).

TENSIÓN	Distancia Mínima de seguridad
300V - 750V	1 m
750V - 2kV	1,2 m
2kV - 15kV	5 m
15kV - 36kV	5,8 m

#### Ruta y cronograma de termografía

En esta ruta se define la frecuencia con la que se van hacer las inspecciones y el cronograma general para realizar el recorrido. Basados en los siguientes criterios se diseño la ruta de termografía:

La frecuencia del predictivo es de una inspección cada seis (6) meses. Lo más conveniente en la implementación de un Plan de inspección donde se estimara la frecuencia de inspección y la ruta atendiendo a la criticidad de los equipos; sin embargo, como se mencionó en la identificación de los equipos, para este caso en particular este aspecto no influyó en el diseño de la ruta porque el programa esta destinado a hacer mantenimiento predictivo a todos los equipos de media tensión de las subestaciones eléctricas.

## **2.4CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD**

Para realizar las inspecciones de las subestaciones y con el ánimo de dar cumplimiento a lo establecido por la norma OSHA la cual establece algunas pautas y recomendaciones de seguridad para el personal que ha de instalar los

equipos de medida y diagnóstico, se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones importantes; sin embargo, es necesario que de la mano de la capacitación en el manejo de los equipos de medición, el operario reciba una capacitación sobre las prevenciones de seguridad personal que debe tener para realizar su labor.

### **Seguridad eléctrica [7]**

Los operarios y demás personal que ingrese a las subestaciones que se hacen referencia en este documento están constantemente expuestos a situaciones riesgosas, ya que durante un gran periodo la Universidad como operador de las subestaciones no realizó inversiones en dichos elementos.

Se debe aprender a evaluarlas y tomar acciones para reducir esos riesgos, estos pueden incluir descargas eléctricas, caídas, trayectos riesgosos y entradas a espacios confinados. Para reducir estos riesgos se debe tener en cuenta estas recomendaciones:

Se puede minimizar el riesgo a heridas en una descarga de arco eléctrico simplemente ubicándose a una distancia prudente de la zona del arco.

Para el caso en el que no sea posible mantener estas distancias se recomienda la utilización de un lente especial (telefoto) que adaptado a la cámara, permite realizar la termografía a una distancia mayor, sin perder las cualidades requeridas.

La NFPA 70E especifica el equipo de protección personal (EPP), que resiste a la descarga como otro medio del manejo del riesgo. Los EPP incluyen entre otros:

Caretas: es similar a una capucha protectora de abejas, que permite una protección efectiva ante una descarga eléctrica. Está compuesta de una fibra llamada nomex y una careta que reduce la transmisión de energía UV.

- Overol: ya sea camisa y pantalón o braga
- Guantes
- Gafas: deben tener protección UV
- Protector para el cuello

El material de la ropa debe ser un material sintético resistente al la descarga eléctrica (nomex) o en su defecto se debe usar una ropa que sea 100% algodón.

Específicamente la NFPA no recomienda utilizar materiales sintéticos que no sean resistentes a la llama y a las descargas, ya que estos se funden sobre la piel durante un arco eléctrico.

Es importante hacer una pre-inspección de seguridad del sitio de trabajo, de modo que se revisen los equipos y las condiciones del lugar, observando que estos estén limpios y que no hayan objetos extraños que reduzcan las distancias y condiciones de seguridad.

Como la inspección se debe realizar entre dos personas, la metodología a seguir para minimizar riesgos es que el acompañante del operario realice la apertura de las subestaciones, celdas y demás equipos eléctricos y que el operario encargado de las medidas mantenga las distancias de seguridad.

La forma recomendada de abrir las celdas eléctricas es ubicándose al costado de ésta y nunca al frente.

### **Las cinco reglas de oro [8]**

Para aquellos trabajos que involucren la intervención física de los equipos se hacen de carácter obligatorio que se sigan con rigor las denominadas 5 reglas de oro para trabajar sin tensión:

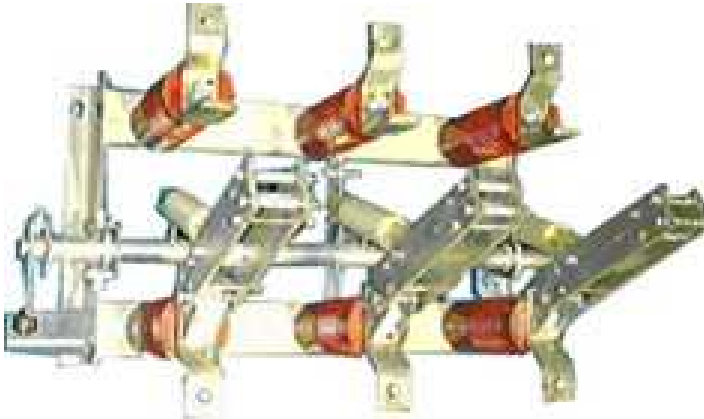
Las cinco reglas de oro son:

- Abrir con corte visible o corte “efectivo” todas las posibles fuentes de tensión que puedan existir mediante la aparamenta al efecto; seccionadores, interruptores automáticos, etc.
- Bloqueo de la aparamenta que hayamos desconectado.
- Comprobar la ausencia de tensión.
- Puesta a tierra y en cortocircuito.
- Delimitación y señalización.

Seguidamente, haremos alguna aclaración respecto a cada regla de oro:

**1ª ¿Qué se entiende por corte visible y por corte efectivo?** Se entiende por corte visible la interrupción del circuito donde se vaya a trabajar y que dicho corte se pueda comprobar de forma visible inequívocamente. De forma clásica el elemento que cumple con este tipo de corte es el seccionador que según el RCE (Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación) lo define como: aparato mecánico de conexión que, por razones de seguridad, en posición abierta, asegura una distancia de seccionamiento que satisface unas condiciones específicas.

Figura 5. Seccionador tripolar  
(Fuente [www.electricidad-viatger.blogspot.com](http://www.electricidad-viatger.blogspot.com))



Por corte efectivo se entiende aquel corte que interrumpe el circuito en el que se va a trabajar y que no permite su comprobación visual, pero su posición abierto es comprobable y señalizado por un método seguro, este tipo de apartamento hoy en día es la más frecuente porque suelen encontrarse en las cabinas compactas de SF6.

Figura 6. Seccionador tripolar celda compacta con seccionadores en el interior (Fuente [www.electricidad-viatger.blogspot.com](http://www.electricidad-viatger.blogspot.com))



Figura 7. Cinco Reglas de oro tomada  
(Fuente [www.electricidad-viatger.blogspot.com](http://www.electricidad-viatger.blogspot.com))



El objetivo de la primera regla es desconectar toda posible fuente que nos pueda alimentar el circuito, pero hay que desconectar tanto las entradas como las salidas, ya que se podía dar la realimentación de retorno por alguna de las salidas.

**2ª Bloqueo de la aparamenta que hayamos desconectado:** El objetivo de esta segunda regla es que no se pueda dar el caso de cierres intempestivos de seccionadores, interruptores-seccionadores, etc., ya sea por error humano, error técnico o motivos imprevistos.

Los tipos de enclavamientos que se pueden utilizar pueden ser diversos:

**Físico:** que consiste en interponer un obstáculo aislante que impida físicamente el cierre de los contactos de un seccionador o del elemento que se haya abierto.

**Mecánico:** consiste en inmovilizar el mando del mecanismo de cierre del aparato mediante candados, bulones, candados, etc.

**Eléctrico:** consiste en la apertura de la alimentación del mando del accionamiento eléctrico.

**3ª Comprobación de la ausencia de tensión** del circuito en el que debemos trabajar, normalmente esta regla se utiliza para poder comprobar si existe tensión de servicio en la instalación y comprobar que todas las fuentes de tensión han sido abiertas, pero habrá que tener en cuenta otras posibles tensiones que podemos encontrar en el circuito debidas a la inducción en cables, efectos de inducción magnética como por ejemplo entre dos líneas aéreas que discurran paralelas, descargas atmosféricas, etc., estas tensiones se anularán mediante la 4ª regla de oro.

Figura 8. Detectores de tensión para Alta Tensión  
(Fuente [www.electricidad-viatge .blogspot.com](http://www.electricidad-viatge.blogspot.com))



Puntos a comprobar:

En el lugar donde vayamos a trabajar.

En todas los lugares donde hayamos efectuado el corte visible o efectivo.

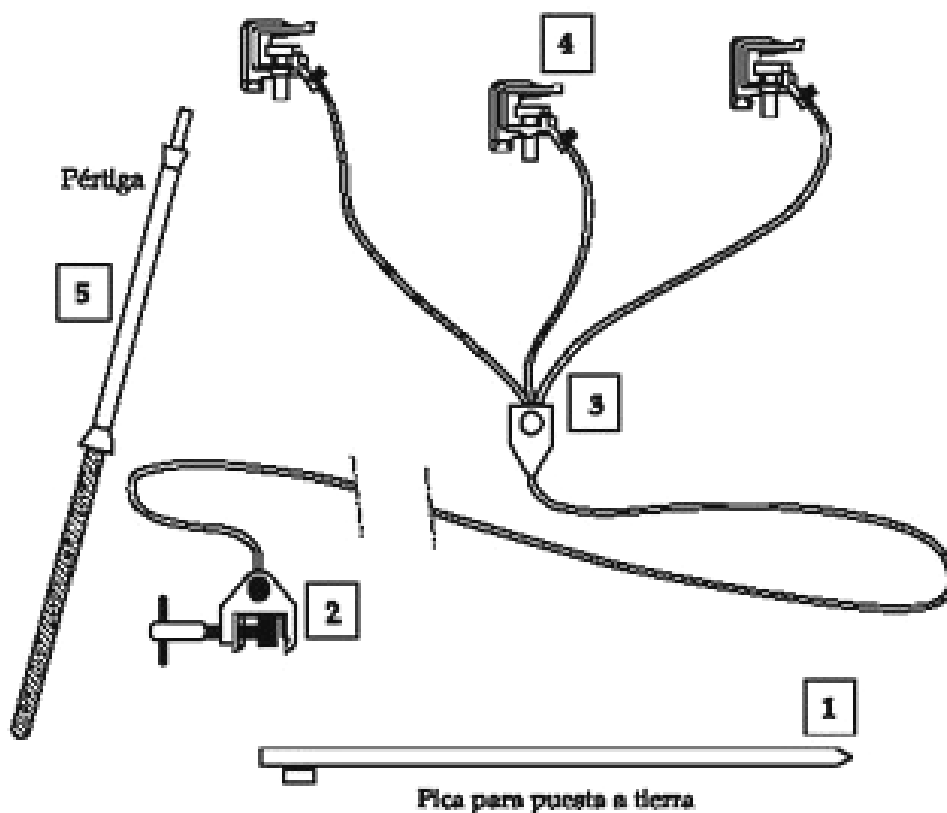
Dado que consideramos que la instalación se encuentra bajo tensión se deberán utilizar las medidas adecuadas para la comprobación:

Respetar las distancias de seguridad según RETIE artículo 13, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

Usar el equipo de protección y medida adecuado.

**4ª Puesta a tierra y en cortocircuito:** una vez realizada la 1ª, 2ª y 3ª regla procederemos a cortocircuitar y poner a tierra la instalación.

Figura 9. Juego de puesta a tierra y cortocircuito, pica de tierra y pértiga (Fuente [www.electricidad-viatge.blogspot.com](http://www.electricidad-viatge.blogspot.com))



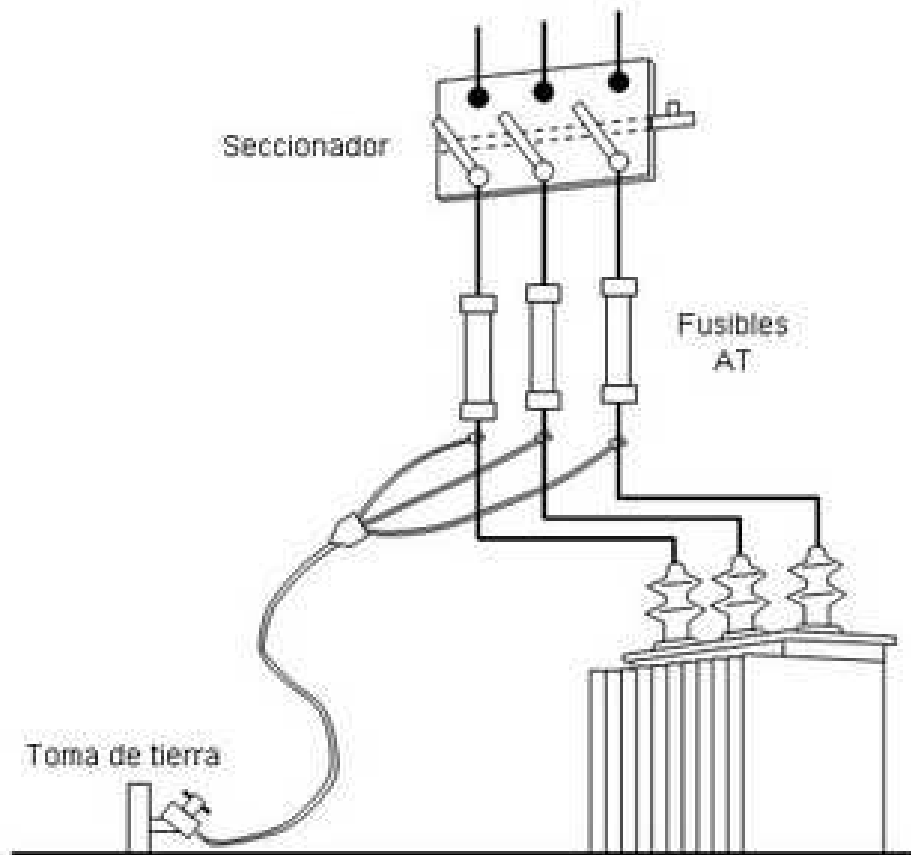
**¿Qué se considera poner a tierra una instalación?** Cuando esta directamente puesta a tierra mediante elementos conductores, continuos sin soldadura ni que

ningún aparato pueda dificultar la continuidad como por ejemplo un fusible, seccionador, etc.

**¿Qué se considera poner en cortocircuito la instalación?** Se dice que una instalación se encuentra en cortocircuito cuando todos sus elementos (las tres fases en un sistema trifásico) están unidos entre sí por medio de una impedancia despreciable.

**¿Dónde se colocarán la PAT y cortocircuito?** Se colocarán una en la proximidad de la apertura visible o efectiva y otra en el lugar de trabajo.

Figura 10. Puesta a tierra y cortocircuito, se puede apreciar el corte visible del seccionador  
(Fuente [www.electricidad-viatge .blogspot.com](http://www.electricidad-viatge.blogspot.com))



5ª Regla. Delimitación y señalización de la zona de trabajo.

Figura 11. Símbolos y señalizaciones  
(Fuente [www.electricidad-viatge.blogspot.com](http://www.electricidad-viatge.blogspot.com))



Hasta aquí unas nociones básicas sobre las 5 reglas de oro para los trabajos sin tensión, por último existen profesores, ingenieros, electricistas que hablan de las 5+1 reglas de oro que ese +1 sería antes de aplicar ninguna regla disponer de los planos y documentación necesaria sobre la instalación en la que se debe trabajar y comprobar que esta se encuentre actualizada.

### 3. EVALUACIÓN DE CONFORMIDAD RETIE DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS FASE II

En esta evaluación se tomarán como referencia los criterios técnicos establecidos por la normativa los cuales han sido expuestos en el Anexo G y los registros de diagnóstico contemplados en el Capítulo 2.

#### 3.1 SUBESTACIÓN EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II

Figura 12. Edificio de Administración II. Transformador y Tablero en baja tensión.



Fuente: Autores

El edificio de Administración II cuenta con una subestación de 300 kVA, tipo jardín en donde la bóveda del transformador y el tablero de baja tensión se encuentran en cuartos diferentes, la cual se encuentra ubicada en el costado oeste del edificio en el primer piso, al costado derecho de la entrada al edificio. Esta subestación se alimenta por medio de una acometida subterránea Cu 2 AWG XLPE 15 kV tripolar, la cual llega al transformador de la subestación.

Tabla 4. Datos de placa Transformador del edificio de Administración II.

Numero de serie	2008030244
Tipo Transformador	Radial
Potencia TRF	300 kVA
Tensión cc (Uz)	4,5%
Relación TRF	13200 / (214-124) V
Corriente cc [kA]	17,98
Fabricante TRF	Rymel
TAPS	1 13530 V
	2 13200 V
	3 12870 V ** Tap actual
	4 12540 V
	5 12210 V
Grupo conexión	Dy-5
Refrigeración	ONAN
Año	2008

Fuente: Autores.

Tabla 5. Datos protecciones M.T. del edificio de Administración II.

Tipo seccionador:	Seccionador giratorio en aceite.
Tipo fusible:	De expulsión.
In fusible:	30 A
Tensión fusible:	15 kV

### **3.1.1 Análisis parámetros eléctricos y Demanda.**

Con base a los registros tomados el día 13 de octubre (Anexo B) donde se exponen los perfiles de de tensión, corriente, potencia, factor de potencia entre otros, se hacen las siguientes apreciaciones:

Según los datos observados el nivel de tensión y de los datos de placa de tensión de vacío del transformador la posición del TAP es adecuada para la operación del equipo, pues da como resultado una tensión promedio de 126,8 V, esta tensión está dentro de los valores máximos permitidos por la norma ESSA 2005, para sectores residenciales y comerciales.

Por su parte el consumo de corriente muestra un desbalance en la distribución de la carga (Fase A 6% respecto a la carga de las fases B y C). Sin embargo analizando el Tablero General se evidencia que todas protecciones y redes derivadas de este son trifásicas, lo que conlleva a dictaminar que el balance se debe hacer en los sub-tableros distribuyendo mejor la carga.

En cuanto a la cargabilidad del transformador vemos que el punto máximo de potencia se registró a las 2:50 p.m. con un valor de 165,17 kVA, que representa un 55% del valor nominal, por lo cual este transformador cuenta con una disponibilidad de 134,83 kVA.

Se observa que el factor de potencia se encuentra por encima del nivel penalizable (0,89) manteniendo un valor promedio de 0.97.

### 3.1.2 Evaluación técnica bóveda del transformador y cuarto eléctrico.

FOTOGRAFIA	COMENTARIO
	<p><b>Distancias de seguridad:</b> El transformador se encuentra instalado en una bóveda, Consta de barreras las cuales impiden el acceso a las partes energizadas.</p>
	<p>Las distancias para la circulación alrededor del transformador son suficientes para desarrollar algún mantenimiento.</p>
	<p><b>Señales de advertencia:</b> No existe ningún tipo de letrero de advertencia ni marca alguna que señalice la zona segura, hasta donde se puede acercar el personal calificado y no calificado.</p> <p>Se indican los niveles de tensión presentes en los equipos que se encuentran instalados en dicha área.</p> <p><b>Fosos de Aceite y Brocal:</b> Existe un foso para el aceite, pero no hay brocal en la entrada de la bóveda. El transformador no posee ninguna fuga de aceite visible.</p>



**Ventilación:** La ventilación está conformada por 3 aberturas de ventilación cubiertas por persianas, dos de ellas ubicadas en la misma pared en extremos opuestos y la otra a 15 cm por encima de la puerta de entrada a la bóveda. Una de las 3 aberturas para ventilación no cuenta con dámper. Se utiliza ventilación por circulación natural y forzada de aire. Al momento de la inspección se presentaron signos de temperaturas por encima de la temperatura ambiente debido a la mala ubicación de las aberturas de ventilación por circulación natural de aire.

**Bóveda:** Los materiales utilizados en la construcción de la bóveda del transformador son apropiados para resistir 3 horas de fuego continuo.

**Iluminación:** el techo del cuarto eléctrico no cuenta con salidas de iluminación empotradas en el techo, la fuente luminosa existente en dicha área no entrega un nivel de luxes adecuado.

**Otros:** Se encuentra demasiado polvo en la subestación.

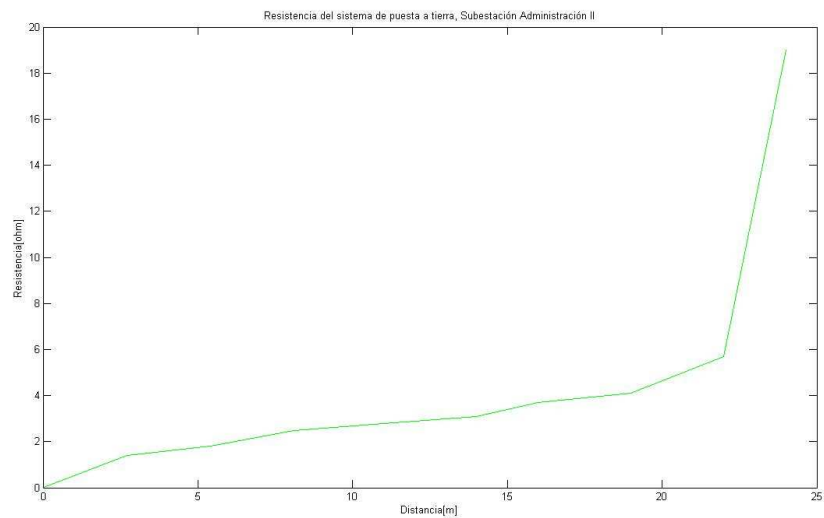
### 3.1.3 Evaluación del sistema de puesta a tierra.

Tabla 6. Resistencia del sistema de puesta tierra, subestación Administración II.

Distancia [m]	0	2,7	5,4	8,1	11	14	16	19	22	24
Resistencia [ $\Omega$ ]	0	1,4	1,8	2,5	2,8	3,1	3,7	4,1	5,7	19

Fuente: Autores

Figura 13. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación Administración II.



Fuente: Autores

### 3.1.4 Evaluación de nivel de aislamiento

$$\text{Resistencia mínima de aislamiento} = \frac{1,5 * 13200}{\sqrt{300}} = 1143 [M\Omega]$$

Tabla 7. Medida de Resistencia del Transformador.

Puntos de medida	Resistencia de aislamiento [M $\Omega$ ]
Alta / Baja	8000

Alta / Tierra	8000
Baja / Tierra	4000

Fuente: Autores

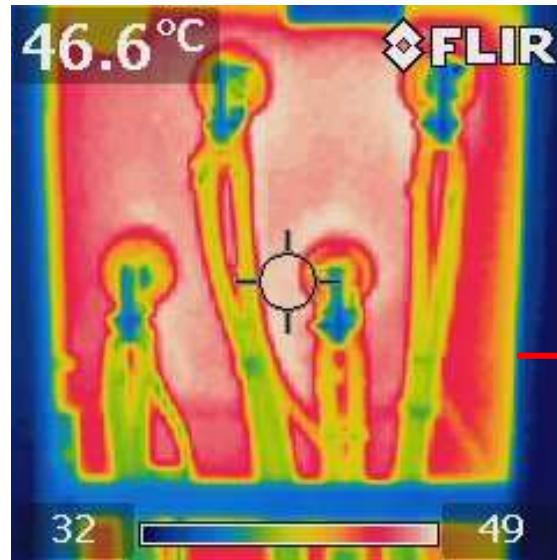
Las lecturas finales de resistencia de aislamiento están por encima del valor mínimo recomendado por la NETA. Por lo tanto se deduce que el aislamiento del transformador se encuentra en buenas condiciones.

### **3.1.5 Evaluación termográfica subestación**

Se evidencia que la subestación no presenta puntos calientes en sus conexiones, la temperatura de la cuba es normal.

Tabla 8. Reportes de termografía transformador Administración II.

Evaluación termográfica Transformador Administración II



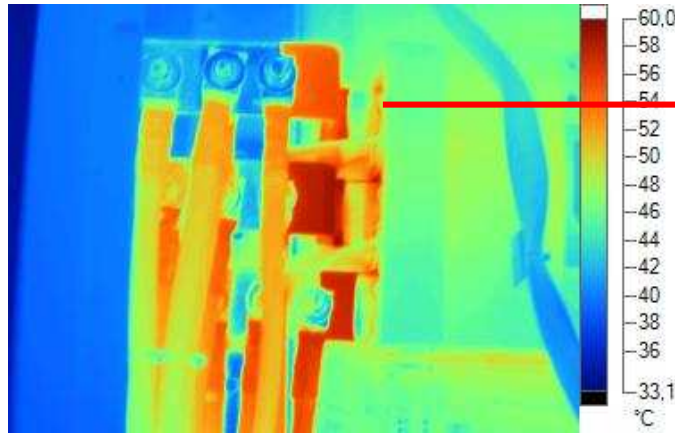
Punto	Temperatura °C
Fase A	39.2
Fase B	39.3
Fase C	39.1
Tmax	46,6 °C Tapa Cuba
Tmin	36.5 °C Base Cuba

Fecha	3 agosto 2009
Equipo	Fluke
Parte	Transformador Sub Administración II.
Emisividad	0.95
Distancia del objeto	2.5 m
Temperatura Ambiente	25°C

Fuente: Autores

Tabla 9. Reportes de termografía tablero general Administración II.

Evaluación termográfica tablero General Subestación Administración II.



Punto	Temperatura °C
Fase A totalizador Ppal	35.2
Fase B totalizador Ppal	34.7
Fase C totalizador Ppal	33.1
Tmax	32,3 °C
Tmin	33.1 °C Gabinete

Fecha	3 agosto 2009
Equipo	Fluke
Parte	Tablero general Sub Administración II
Emisividad	0.95
Distancia del objeto	2.5 m
Temperatura Ambiente	25°C

Fuente: Autores

### 3.2 SUBESTACIÓN EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN.

Figura 14. Transformador y Tablero en baja tensión. Subestación Álvaro Beltrán Pinzón.



Fuente: Autores

El edificio Álvaro Beltrán Pinzón cuenta con una subestación de 225 kVA, tipo interior, la cual se encuentra ubicada en el sótano hacia costado norte del edificio. La subestación se alimenta directamente del barraje premoldeado de media tensión existente en la subestación de Electrica Antigua por medio de una acometida subterránea Cu 2 AWG XLPE 15 kV monopolar, la cual llega a la caja directamente al gabinete del transformador.

Tabla 10. Datos de placa Transformador del edificio Álvaro Beltrán Pinzón.

Clase de Trf.	Jardín
Potencia TRF	225 kVA
Tensión cc (Uz)	3.5%
Dimensiones TRF	1,5x1,1x1,2 m
Relación TRF	132000 / (214-123) V
Corriente cc	17.3 kA
Fabricante TRF	MAGNETRON
TAPS	1 13530 V 2 13200 V 3 12870 V ** Tap actual 4 12540 V 5 12210 V
Grupo conexión	Dy-5
Refrigeración	ONAN
Año	2006

Fuente: Autores

Tabla 11. Datos protecciones M.T. del edificio Álvaro Beltrán Pinzón.

Tipo seccionador:	Seccionador giratorio en aceite
Tipo fusible:	De expulsión
In fusible:	25 A
Tensión fusible:	15,5 kV

Fuente: Autores

### 3.2.1 Análisis parámetros eléctricos y Demanda.

Con el analizador de redes se recopiló información del transformador del edificio Álvaro Beltrán Pinzón, el día lunes 07 de Mayo del 2010 la cual está descrita en el Anexo B2.

Según los datos observados del nivel de tensión, se puede afirmar que la posición del tap es adecuada, pues da como resultado una tensión promedio de 127,93 V, la cual es una tensión aceptable según la norma ESSA 2005.

En cuanto a la cargabilidad del transformador vemos que el punto máximo de potencia se registró entre 06:00 a.m. y las 6:00 p.m. con un valor de 89.13 kVA, que representa un 39,61 % del valor nominal, por lo cual este transformador cuenta con una disponibilidad de 135,87 kVA.

Se observa que el factor de potencia decae por debajo del valor penalizable (0,89), durante la semana, entre las 8 p.m. y las 6:30 a.m., esto debido al poco consumo de carga activa en este periodo y al consumo reactivo del propio transformador.

### 3.2.2 Evaluación técnica bóveda del transformador y cuarto eléctrico.

FOTOGRAFIA	COMENTARIO
	<p><b>Distancias de seguridad:</b> El transformador se encuentra instalado en una bóveda, Consta de barreras las cuales impiden el acceso a las partes energizadas.</p>



Las distancias para la circulación alrededor del transformador permiten una buena movilidad para desarrollar algún mantenimiento y/o inspección.

**Señales de advertencia:** Existen varios letreros de advertencia sobre riesgo eléctrico pero no se encuentran señalizados los límites de aproximación.



Se indican los niveles de tensión presentes en los equipos que se encuentran instalados en dicha área.

**Fosos de Aceite y Brocal:** Existe un foso para el aceite, pero no hay brocal en la entrada de la bóveda. El transformador no posee ninguna fuga de aceite visible.



**Ventilación:** El sistema de ventilación está conformado por 2 aberturas de ventilación cubiertas por persianas, se encuentran ubicadas en la misma pared en extremos opuestos pero muy cerca de la entrada a la bóveda del transformador. El dámper de una de las aberturas para ventilación se encuentra cerrado debido a que el mecanismo utilizado para que se



mantenga abierto se encuentra fuera de servicio. Se utiliza ventilación por circulación natural aunque ninguna de las aberturas de ventilación da directamente al exterior del edificio. Al momento de la inspección se presentaron signos de temperaturas por encima de la temperatura ambiente debido a la mala ubicación de las aberturas de ventilación por circulación natural de aire.

**Bóveda:** Los materiales utilizados en la construcción de la bóveda del transformador son apropiados para resistir 3 horas de fuego continuo.

**Iluminación:** el techo del cuarto eléctrico no cuenta con salidas de iluminación empotradas en el techo, la fuente luminosa existente en dicha área no entrega un nivel de luxes adecuado, además presenta un posible riesgo para las personas ya que una parte de la lámpara se encuentra desprendida.

**Otros:** Se encuentra demasiado polvo en la subestación. La tubería expuesta no es en su totalidad de acero galvanizado. La puerta de la bóveda está dotada de barras



### **3.2.3 Evaluación termográfica subestación y tablero general.**

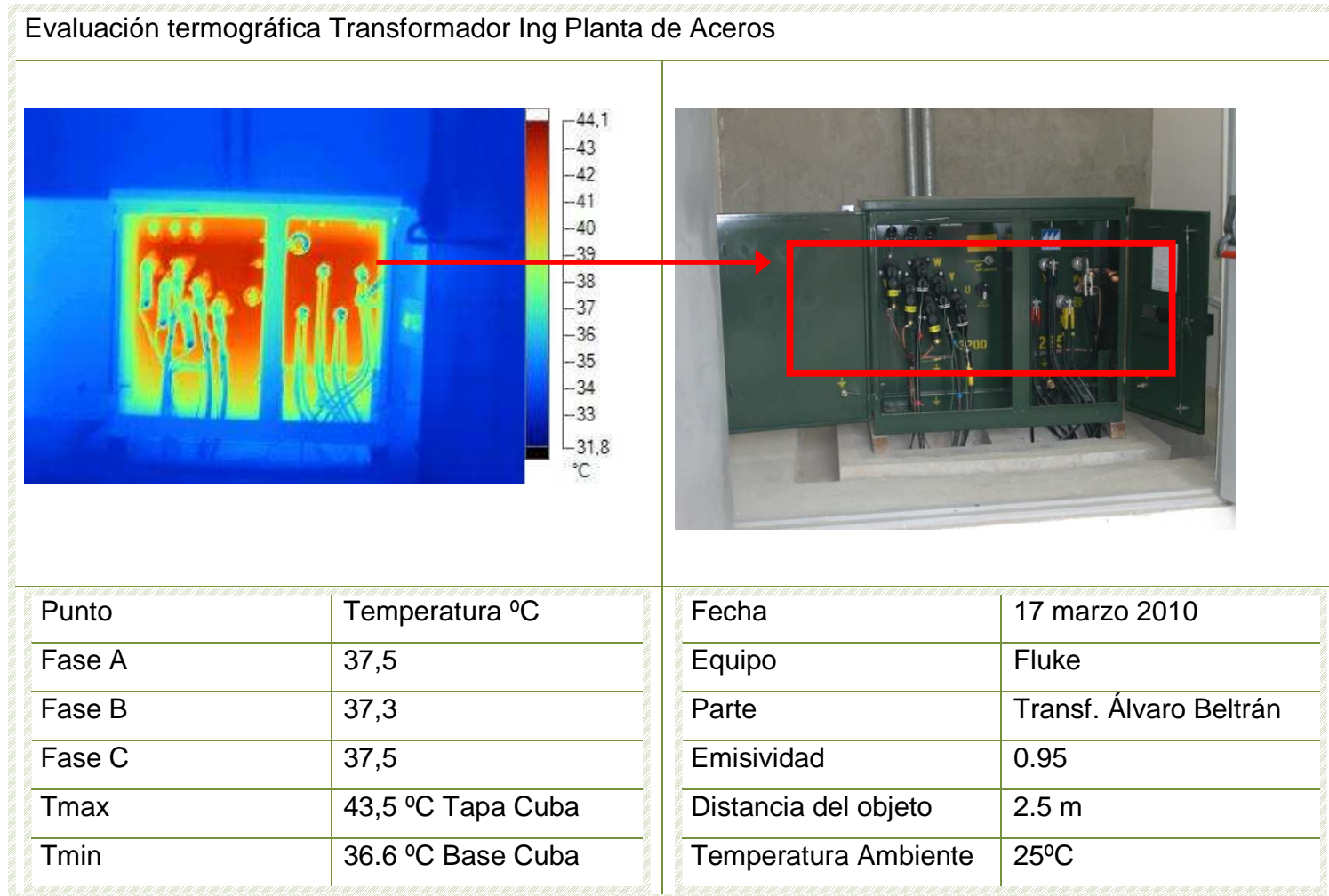
Según el reporte de termografía podemos hacer las siguientes apreciaciones:

El transformador no presenta puntos calientes en los bornes de media y baja tensión.

El tablero general en baja tensión no presenta puntos calientes en las conexiones del totalizador de la acometida principal.

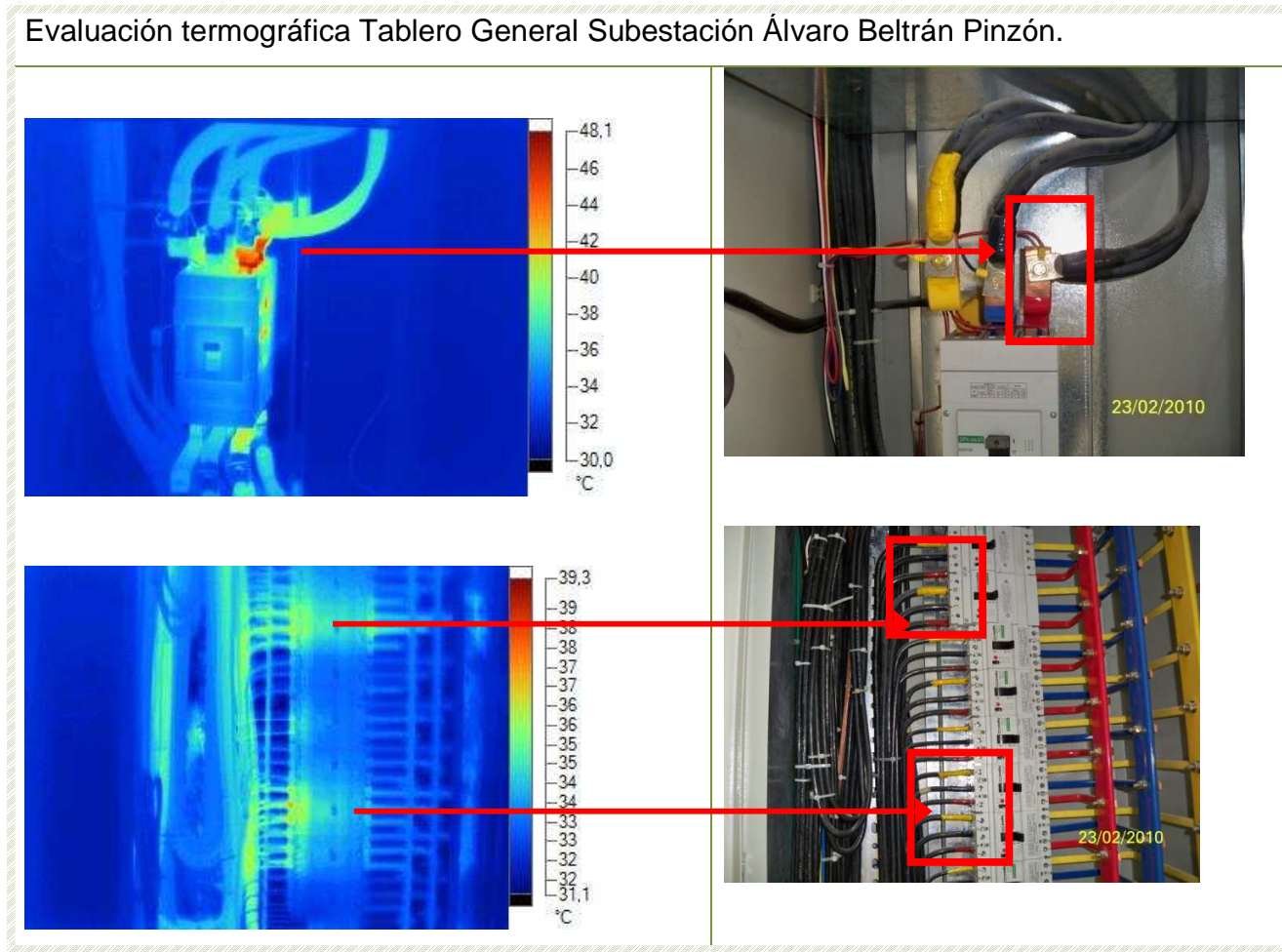
Los demás componentes no presentan puntos calientes.

Tabla 12. Reportes de termografía transformador Álvaro Beltrán Pinzón.



Fuente: Autores

Tabla 13. Reportes de termografía tablero general Álvaro Beltrán Pinzón.



Punto	Temperatura °C	Fecha	17 marzo 2010
Fase A totalizador Ppal	40,3	Equipo	Fluke
Fase B totalizador Ppal	37,3	Parte	TG Álvaro Beltrán
Fase C totalizador Ppal	37,0	Emisividad	0.95
		Distancia del objeto	2.5 m
		Temperatura Ambiente	25°C

Fuente: Autores

### 3.2.4 Evaluación del sistema de puesta a tierra.

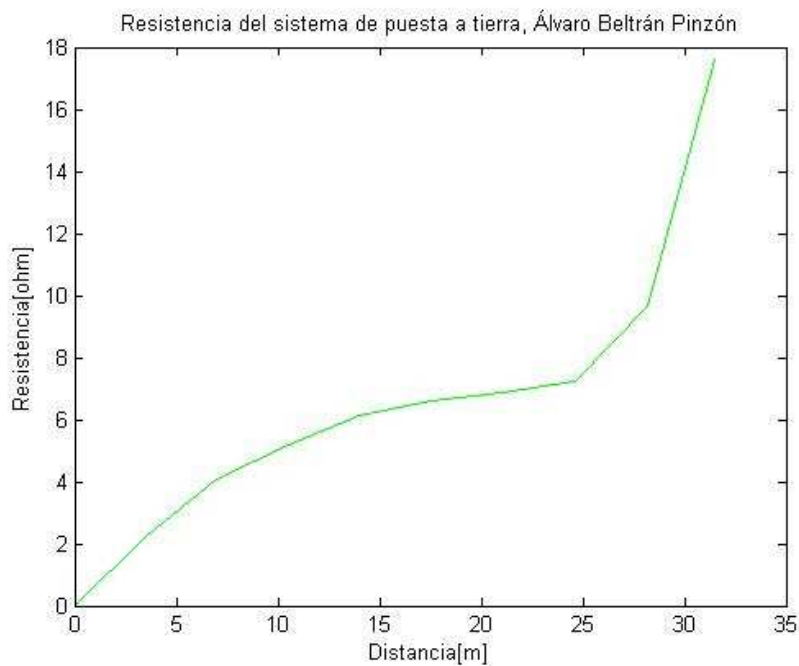
La subestación presenta un sistema de puesta a tierra conformado por una malla con tres varillas de cobre de 5/8" de diámetro y de 8' de profundidad (1,59 x 244) cm, cada una con su respectiva caja de inspección. La malla está interconectada por medio de un conductor de cobre N° 2/0 AWG desnudo y las conexiones son del tipo exotérmico.

Tabla 14. Resistencia del sistema de puesta tierra, subestación Álvaro Beltrán Pinzón.

Distancia [m]	0	3,5	7	10,5	14	17,5	21	24,6	28.2	31,5
Resistencia [ $\Omega$ ]	0	2,22	4.1	5.17	6,12	6,63	6,89	7,26	9,66	17,6

Fuente: Autores

Figura 15. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación Álvaro Beltrán.



Fuente: Autores

De la tabla de valores y la gráfica de medida de la resistencia de la malla, se observa que la región plana de la curva se encuentra alrededor del 62% de distancia del electrodo de tensión, por lo tanto se puede afirmar que la resistencia del sistema de puesta a tierra de la subestación es de 6,86  $\Omega$ .

### 3.2.5 Evaluación de nivel de aislamiento.

$$\text{Resistencia mínima de aislamiento} = \frac{1,5 * 13200}{\sqrt{225}} = 1320 [M\Omega]$$

Tabla 15. Medida de Resistencia del Transformador.

Puntos de medida	Resistencia de aislamiento [M $\Omega$ ]
Alta / Baja	3500
Alta / Tierra	3000
Baja / Tierra	2000

Fuente: Autores

Las lecturas finales de resistencia de aislamiento están por encima del valor mínimo recomendado por la NETA. Por lo tanto se deduce que el aislamiento del transformador se encuentra en buenas condiciones.

### 3.3 SUBESTACIÓN BIBLIOTECA

La Biblioteca cuenta con una subestación tipo encapsulada conformada por dos transformadores de 315 kVA c/u. Un transformador suministra energía a 220 V a todas las instalaciones internas y el otro es el encargado de suministrar energía a 440 V a todos los motores del sistema del aire acondicionado.

Esta subestación se alimenta directamente del barraje premoldeado de media tensión existente en la subestación de Eléctrica Antigua por medio de una acometida subterránea Cu 2 AWG XLPE 15 kV monopolar, la cual llega a un seccionador bajo carga para uso interior con fusibles de 100 A tipo bayoneta, este seccionador alimenta un barraje del cual salen las acometidas para los respectivos seccionadores de los transformadores, de estos seccionadores también salen las acometidas para el edificio de Administración y el CENTIC

Figura 16. Transformadores y Tableros en baja tensión. Biblioteca



Fuente: Autores

Tabla 16. Datos de placa Transformador (1) de Biblioteca

Potencia TRF	315 kVA
Tensión cc (Uz)	4,06%
Dimensiones TRF	1,7x1,0x1,2 m
Relación TRF	13200 / (220-127) V
Corriente cc	20kA
Fabricante TRF	ANDINA
TAPS	1 13530 V ** Tap actual 2 13200 V 3 12870 V 4 12540 V 5 12210 V
Grupo conexión	Dy-5
Refrigeración	ONAN
Año	2001

Fuente: Autores

Tabla 17. Datos de placa Transformador (2) de Biblioteca.

Potencia TRF	315 kVA
Tensión cc (Uz)	4,06%
Numero de serie	107108
Relación TRF	13200 / (440-254) V
Corriente cc	
Fabricante TRF	ANDINA
TAPS	1 13530 V ** Tap actual 2 13200 V 3 12870 V 4 12540 V 5 12210 V

Grupo conexión	Dy-5
Refrigeración	ONAN
Año	

Fuente: Autores

Tabla 18. Datos protecciones MT. De Biblioteca, Transformador (1).

Tipo seccionador:	Seccionador bajo carga para uso interior.
Tipo fusible:	Bayoneta
In fusible:	25 A
Tensión fusible:	24 kV

Fuente: Autores

Tabla 19. Datos protecciones MT. De Biblioteca, Transformador (2).

Tipo seccionador:	Seccionador bajo carga para uso interior.
Tipo fusible:	Bayoneta
In fusible:	25 A
Tensión fusible:	24 kV

Fuente: Autores

### 3.3.1 Análisis parámetros eléctricos y Demanda.

Con el analizador de redes se recopiló información de los transformadores de Biblioteca, el día martes 20 de Abril del 2010 y el día viernes 23 de Abril del 2010 la cual está descrita en el anexo B3 donde se exponen los perfiles de de tensión, corriente, potencia, factor de potencia entre otros, se hacen las siguientes apreciaciones:

#### Para el transformador (1)

a. Según los datos observados el nivel de tensión y de los datos de placa de tensión de vacío del transformador la posición del TAP es adecuada para la

operación del equipo, pues da como resultado una tensión promedio de 126.36 V, La cual es una tensión aceptable según la norma ESSA 2005, para sectores residenciales y comerciales.

b. Por su parte el consumo de corriente muestra un ligero desbalance del 1% de la fase B con respecto a la fase A y del 5% de la fase C con respecto a la fase A, el cual no es significativo y se puede considerar como normal.

c. En cuanto a la cargabilidad del transformador vemos que el punto máximo de potencia se registró el día 26/04/2010 a las 8:40 a.m. con un valor de 163.51 kVA, que representa un 51.9% del valor nominal, por lo cual este transformador cuenta con una disponibilidad de 151,51 kVA.

d. Se observa que el factor de potencia decae por debajo del valor penalizable (0,89), durante la semana, entre las 8 p.m. y las 6:30 a.m., y los domingos la mayor parte del día, esto debido al poco consumo de carga activa en este periodo y al consumo reactivo del propio transformador.

#### **Para el transformador (2)**

a. Según los datos observados el nivel de tensión y de los datos de placa de tensión de vacío del transformador la posición del TAP es adecuada para la operación del equipo, pues da como resultado una tensión promedio de 266.44 V, La cual es una tensión aceptable según la norma ESSA 2005, para sectores residenciales y comerciales.

b. El consumo de corriente muestra un ligero desbalance del 2% de la fase B con respecto a la fase A y del 2,7% de la fase C con respecto a la fase A, el cual no es significativo y se puede considerar como normal.

c. En cuanto a la cargabilidad del transformador vemos que el punto máximo de potencia se registró el día 22/04/2010 a las 11:10 a.m. con un valor de 323.89 kVA, que representa un 102,7% del valor nominal, pero este evento se presentó durante un lapso de tiempo muy pequeño, y el consumo del transformador durante el resto de la semana fue de 200 kVA que representa un 63,49 % por lo cual este transformador cuenta con una disponibilidad de 115 kVA.

d. Se observa que el factor de potencia siempre está por debajo del valor penalizable (0,89), ya que el aire acondicionado es de naturaleza reactiva y cuando este está apagado, el consumo reactivo propio del transformador es el que hace decaer el factor de potencia.

### 3.3.2 Evaluación técnica bóveda del transformador y cuarto eléctrico

Transformador (1)

FOTOGRAFIA	COMENTARIO
	<p><b>Distancias de seguridad:</b> El transformador se encuentra instalado en una celda metálica autosorportada, tipo modular fabricada en lámina tipo cold rolled con acabado final en pintura electrostática en polvo. Consta de una ventanilla de vidrio y sistema de iluminación (el cual no funciona) para inspección al igual q rejillas metálicas para permitir la circulación del aire refrigerante al transformador., No posee barreras las cuales impiden el acceso a</p>



las partes energizadas.

Las distancias para la circulación alrededor del transformador no permiten acceso alguno para desarrollar algún mantenimiento y/o reparación.

**Señales de advertencia:** Existen varios letreros de advertencia sobre riesgo eléctrico y se encuentran señalizados los límites de aproximación.

Se indican los niveles de tensión presentes de algunos de los equipos que se encuentran instalados en dicha área.

**Fosos de Aceite y Brocal:** No existe foso para el aceite, ---ni brocal en la entrada de la celda.---- El transformador no posee ninguna fuga de aceite visible.

**Ventilación:** El sistema de ventilación está conformado por rejillas metálicas incorporadas a la celda, se utiliza ventilación por circulación forzada, aunque en el momento de la inspección se observó que dicho extractor no funcionaba. No existe ninguna abertura



para ventilación natural dentro del cuarto eléctrico. Al momento de la inspección se presentaron signos de temperaturas por encima de la temperatura ambiente debido a la no existencia de las aberturas de ventilación por circulación natural de aire.

**Celda:** La Celda en la cual se encuentra el transformador **no es** apropiada para resistir 3 horas de fuego continuo.

**Iluminación:** el techo del cuarto eléctrico no cuenta con salidas de iluminación empotradas en el techo, la fuente luminosa existente en dicha área entrega un nivel de luxes adecuado, el sistema de iluminación de la celda del transformador no se encuentra en funcionamiento.

**Otros:** Se encuentra demasiado polvo en la subestación. Las puertas de las celdas no se encuentran debidamente puestas a tierra. La subestación no posee una puerta adecuada para su seguridad y la de las personas que



transitan por el lugar. Faltan algunas tabletas en el piso, lo cual puede ocasionar algún accidente con las personas que se encuentren en la subestación. Se observan varios conductores con sus terminales al aire. Los materiales con los cuales está construido el cuarto eléctrico en el cual están instalados los transformadores no son adecuados para soportar al menos tres horas de fuego continuo.



### Transformador (2)

FOTOGRAFIA	COMENTARIO
	<p><b>Distancias de seguridad:</b> El transformador se encuentra instalado en una celda metálica autosorportada, la cual lo separa de los demás elementos eléctricos. No posee barreras las cuales impiden el acceso a</p>



las partes energizadas.

Las distancias para la circulación alrededor del transformador no permiten acceso alguno para desarrollar algún mantenimiento y/o reparación.

**Señales de advertencia:** Existen varios letreros de advertencia sobre riesgo eléctrico y se encuentran señalizados los límites de aproximación.

Se indican los niveles de tensión presentes de algunos de los equipos que se encuentran instalados en dicha área.

**Fosos de Aceite y Brocal:** No existe foso para el aceite, ---ni brocal en la entrada de la celda.---- El transformador no posee ninguna fuga de aceite visible.

**Ventilación:** El sistema de ventilación está conformado por rejillas metálicas incorporadas a la celda, se utiliza ventilación por circulación forzada, aunque en el momento de la inspección se observó que dicho extractor fue retirado de la puerta de la celda. No



existe ninguna abertura para ventilación natural dentro del cuarto eléctrico. Al momento de la inspección se presentaron signos de temperaturas por encima de la temperatura ambiente debido a la no existencia de las aberturas de ventilación por circulación natural de aire.

**Celda:** El transformador se encuentra instalado en una celda metálica autosorportada, tipo modular fabricada en lámina tipo cold rolled con acabado final en pintura electrostática en polvo. Consta de una ventanilla de vidrio y sistema de de iluminación (el cual no funciona) para inspección al igual q rejillas metálicas para permitir la circulación del aire refrigerante al transformador. La Celda en la cual se encuentra el transformador **no es** apropiada para resistir 3 horas de fuego continuo.

**Iluminación:** el techo del cuarto eléctrico no cuenta con salidas de iluminación empotradas en el techo, la



fuente luminosa existente en dicha área entrega un nivel de luxes adecuado, el sistema de iluminación de la celda del transformador no se encuentra en funcionamiento.

**Otros:** Se encuentra demasiado polvo en la subestación. Las puertas de las celdas se encuentran debidamente puestas a tierra. La subestación no posee una puerta adecuada para su seguridad y la de las personas que transitan por el lugar. Faltan algunas tabletas en el piso, lo cual puede ocasionar algún accidente con las personas que se encuentren en la subestación. Se observan varios conductores con sus terminales al aire. Los materiales con los cuales está construido el cuarto eléctrico en el cual están instalados los transformadores no son adecuados para soportar al menos tres horas de fuego continuo.. No se encuentra ningún tomacorriente en todo el cuarto de la subestación.

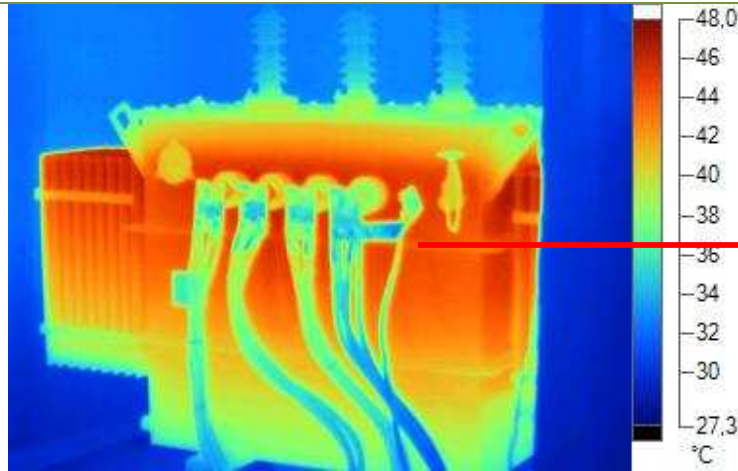
### **3.3.3 Evaluación termográfica subestación y tablero general.**

Según el reporte de termografía podemos hacer las siguientes apreciaciones:

- Los transformadores no presentan puntos calientes en sus conexiones ni en su cuba metálica.
- El tablero general en baja tensión TG1 presenta algunos puntos calientes en la conexión del totalizador general de 225 A destinado a TGSB debido a que no están bien ponchados los conductores con las Bornes terminales.
- El tablero general en baja tensión TG1 presenta algunos puntos calientes en la conexión del totalizador de 250 A destinado a CAPRUIS – FAUIS -- debido a que no están bien ponchados los conductores con las Bornes terminales.
- Los demás componentes del tablero general TG1 no presentan puntos calientes.
- El tablero general en baja tensión TG2 presenta algunos puntos calientes en la conexión del totalizador de 100 A destinado a TAE REC debido a que no están bien ponchados los conductores con las Bornes terminales.
- Los demás componentes del tablero general TG1 no presentan puntos calientes.

Tabla 20. Reportes de termografía transformador (1) Biblioteca.

Evaluación termográfica Transformadores Biblioteca



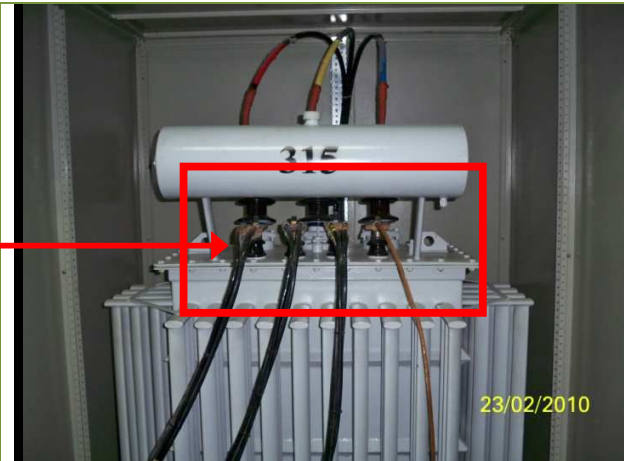
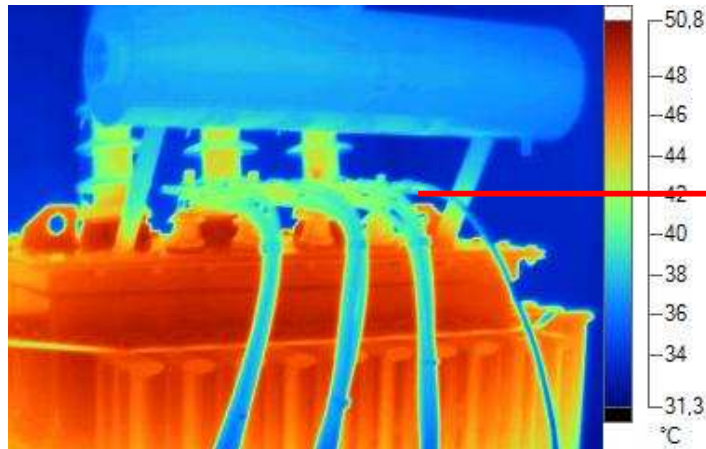
Punto	Temperatura °C
Fase A	37,8
Fase B	38,1
Fase C	37,6
Tmax	45,4 °C Tapa Cuba
Tmin	34.9 °C Base Cuba

Fecha	17 marzo 2010
Equipo	Fluke
Parte	Transf.(1) Biblioteca
Emisividad	0.95
Distancia del objeto	2.5 m
Temperatura Ambiente	25°C

Fuente: Autores

Tabla 21. Reportes de termografía transformador (2) Biblioteca.

Evaluación termográfica Transformadores Biblioteca



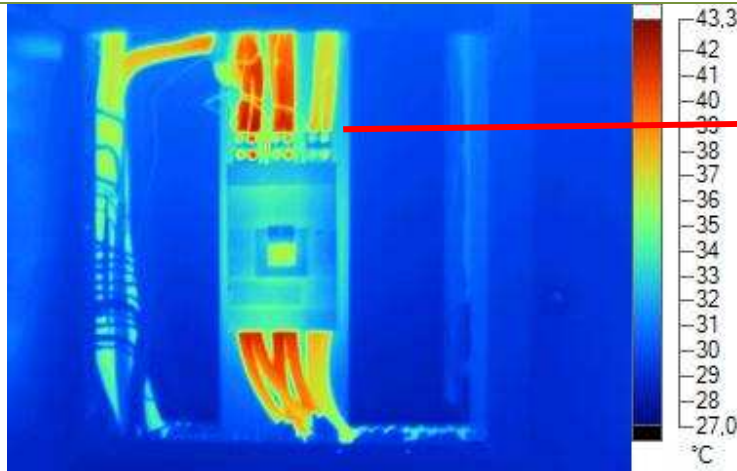
Punto	Temperatura °C
Fase A	41,8
Fase B	42,1
Fase C	41,9
Tmax	48,1 °C Tapa Cuba
Tmin	35,9 °C Base Cuba

Fecha	17 marzo 2010
Equipo	Fluke
Parte	Transf.(2) Biblioteca
Emisividad	0.95
Distancia del objeto	2.5 m
Temperatura Ambiente	25°C

Fuente: Autores

Tabla 22. Reportes de termografía tablero general 1.

Evaluación termográfica Tablero General 1 Subestación Biblioteca

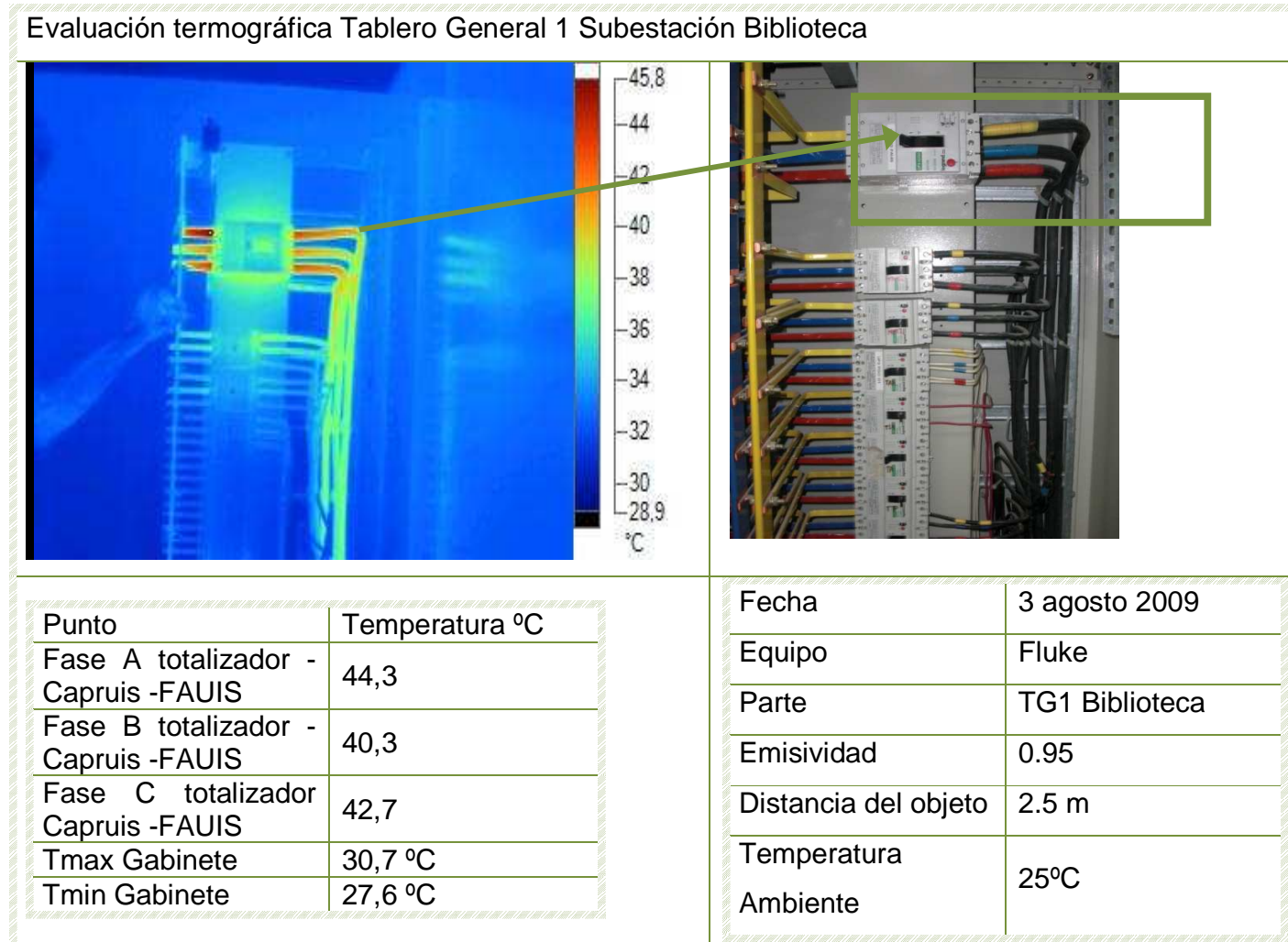


Punto	Temperatura °C
Fase A totalizador Ppal	41,3
Fase B totalizador Ppal	40,1
Fase C totalizador Ppal	37,7
Tmax Gabinete	30,7 °C
Tmin Gabinete	27.6 °C

Fecha	3 agosto 2009
Equipo	Fluke
Parte	TG1 Biblioteca
Emisividad	0.95
Distancia del objeto	2.5 m
Temperatura Ambiente	25°C

Fuente: Autores

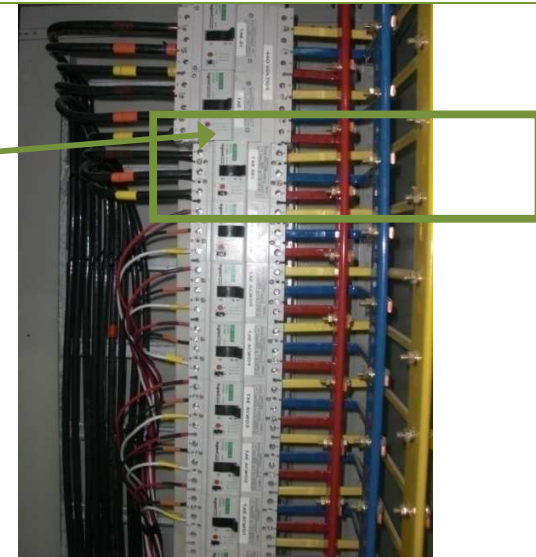
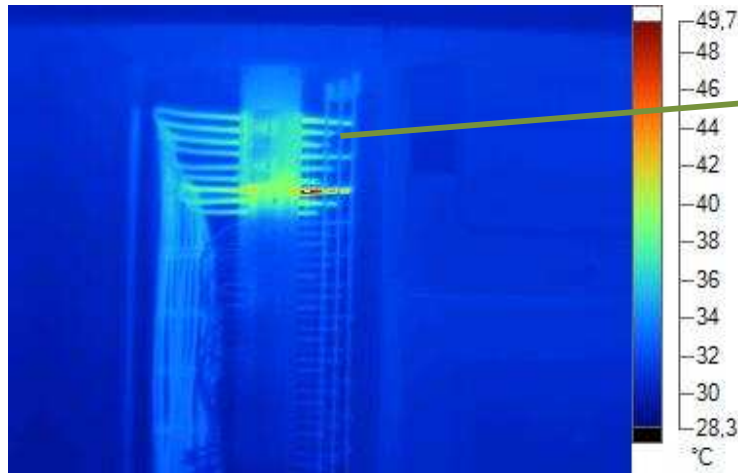
Tabla 23. Reportes de termografía tablero general 1.



Fuente: Autores

Tabla 24. Reportes de termografía tablero general 2.

Evaluación termográfica Tablero General 2 Subestación Biblioteca



Punto	Temperatura °C
Fase A totalizador - TAE REC	46,3
Fase B totalizador - TAE REC	38,3
Fase C totalizador - TAE REC	37,9
Tmax Gabinete	30,7 °C
Tmin Gabinete	27,6 °C

Fecha	3 agosto 2009
Equipo	Fluke
Parte	TG2 Biblioteca
Emisividad	0.95
Distancia del objeto	2.5 m
Temperatura Ambiente	25°C

Fuente: Autores

### 3.3.4 Evaluación del sistema de puesta a tierra.

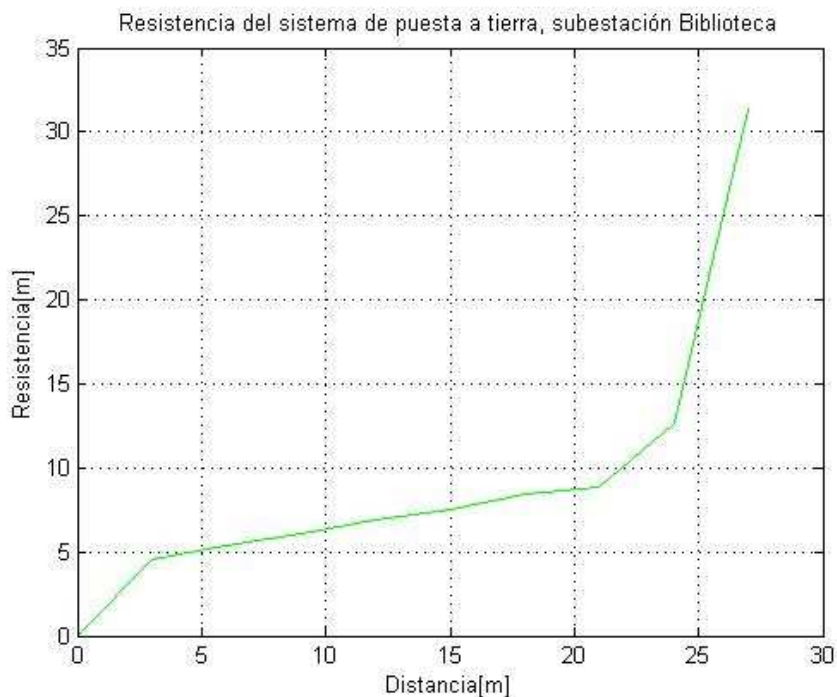
La subestación presenta un sistema de puesta a tierra conformado por una malla de dos retículas y seis cajas de inspección, en las cuatro esquinas se encuentran ubicadas cuatro varillas de cobre de 5/8" de diámetro y de 8' de profundidad (1,59 x 244) cm. La malla está interconectada por medio de un conductor de cobre N° 2/0 AWG desnudo y las conexiones son del tipo exotérmico. La malla de puesta a tierra se encuentra a veinte metros de distancia de la subestación.

Tabla 25. Resistencia del sistema de puesta tierra, subestación Biblioteca.

Distancia [m]	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27
Resistencia [ $\Omega$ ]	0	4,53	5,33	6,07	6,92	7,51	8,49	8,83	12,6	31,4

Fuente: Autores

Figura 17. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación Biblioteca.



Fuente: Autores

De la tabla de valores y la gráfica de medida de la resistencia de la malla, se observa que la región plana de la curva se encuentra alrededor del 62% de distancia del electrodo de tensión, por lo tanto se puede afirmar que la resistencia del sistema de puesta a tierra de la subestación es de 8,46  $\Omega$ .

### 3.3.5 Evaluación de nivel de aislamiento

$$\text{Resistencia mínima de aislamiento del Transformador} = \frac{1,5 * 13200}{\sqrt{315}} = 1115,6 [M\Omega]$$

Transformador (1)

Tabla 26. Medida de Resistencia del Transformador (1).

Puntos de medida	Resistencia de aislamiento [M $\Omega$ ]
Alta / Baja	1800
Alta / Tierra	1800
Baja / Tierra	1500

Fuente: Autores

Transformador (2)

Tabla 27. Medida de Resistencia del Transformador (2).

Puntos de medida	Resistencia de aislamiento [M $\Omega$ ]
Alta / Baja	20000
Alta / Tierra	2000
Baja / Tierra	10000

Fuente: Autores

Las lecturas finales de resistencia de aislamiento están por encima del valor mínimo recomendado por la NETA. Por lo tanto se deduce que el aislamiento del transformador se encuentra en buenas condiciones.

### 3.4 SUBESTACIÓN COLISEO

El Coliseo cuenta con una subestación de 400 kVA, tipo jardín, la cual se encuentra ubicada en el costado oriental del edificio. Esta subestación se alimenta del circuito de media tensión que pasa por la carrera 30. En el punto de derivación se encuentran los CT's y PT's, el descargador de sobretensión (pararrayos) y la caja cortacircuitos con cámara apagachispas, la cual tiene hilo fusibles de valor nominal de 20 A. La subterranización se realiza por medio de una acometida de Cu 2 AWG XLPE 15 kV monopolar, la cual llega directamente al gabinete del transformador.

Figura 18. Transformador y Tablero en baja tensión. Coliseo.



Fuente: Autores.

Tabla 28. Datos de placa Transformador del Coliseo.

Numero de serie	108899
Potencia TRF	400 kVA

Tensión cc (Uz)	4.2%
Dimensiones TRF	1,8x1,4x1,1 m
Relación TRF	13200 / (214-123,6) V
Corriente cc	25,7 kA
Fabricante TRF	MAGNETRON
TAPS	1 13530 V 2 13200 V ** Tap actual 3 12870 V 4 12540 V 5 12210 V
Grupo conexión	Dy-5
Refrigeración	ONAN
Año	2005

Fuente: Autores

Tabla 29. Datos protecciones MT. Coliseo.

Tipo seccionador:	Seccionador giratorio en aceite.
Tipo fusible:	De expulsión
In fusible:	40 A
Tensión fusible:	15,5 kV

Fuente: Autores

### 3.4.1 Análisis parámetros eléctricos y Demanda.

Con el analizador de redes se recopiló información del transformador del Coliseo, el día martes 27 de Julio de 2010 la cual esta descrito en el anexo B6 donde se exponen los perfiles de de tensión, corriente, potencia, factor de potencia entre otros, se hacen las siguientes apreciaciones:

Según los datos observados el nivel de tensión y de los datos de placa de tensión de vacío del transformador la posición del TAP es adecuada para la operación del equipo, pues da como resultado una tensión promedio de 125 V.

Del perfil de corrientes de fase se observa que existe un desbalance de 100 A en la fase B en las horas de la noche, esto se debe a que toda la iluminación del campus se está alimentando de las fases A y C.

En cuanto a la cargabilidad del transformador vemos que el punto máximo de potencia se registró a las 7:20 p.m. con un valor de 46,16 kVA, que representa un 11,54% del valor nominal, por lo cual este transformador cuenta con una disponibilidad de 353,84 kVA.

Se observa que el factor de potencia se mantiene en promedio en 0,91, no es necesario instalar un banco de condensadores en esta subestación.

### 3.4.2 Evaluación técnica bóveda del transformador y cuarto eléctrico.

FOTOGRAFIA	COMENTARIO
	<p><b>Distancias de seguridad:</b> El transformador se encuentra en una bóveda la cual está separada de los demás elementos eléctricos. No posee barreras las cuales impiden el acceso a las partes energizadas.</p> <p>Las distancias para la circulación alrededor del transformador permiten</p>



acceso alguno para desarrollar algún mantenimiento y/o reparación.

**Señales de advertencia:** No existen letreros de advertencia sobre riesgo eléctrico en las puertas de acceso a la bóveda ni al cuarto de control y no se encuentran señalizados los límites de aproximación seguros.

Se indican los niveles de tensión presentes de algunos de los equipos que se encuentran instalados en dicha área.



**Fosos de Aceite y Brocal:** Existe foso para el aceite, pero no hay presencia de brocal en la entrada de la bóveda. El transformador no posee ninguna fuga de aceite visible.



**Ventilación:** El sistema de ventilación está conformado por 2 aberturas de ventilación con rejillas metálicas que hacen a su vez de dámper. Las aberturas de ventilación existentes no dan al exterior del edificio lo q dificulta la refrigeración del transformador. Utiliza sistema de refrigeración natural.



Al momento de la inspección no se presentaron signos de temperaturas por encima de la temperatura ambiente debido a la poca carga que maneja el transformador.

**Bóveda:** Los materiales con los cuales está construida la bóveda en la cual se encuentra el transformador **son** apropiados para resistir 3 horas ----de fuego continuo. La puerta de la bóveda se encuentra dotada con barras antipánico.

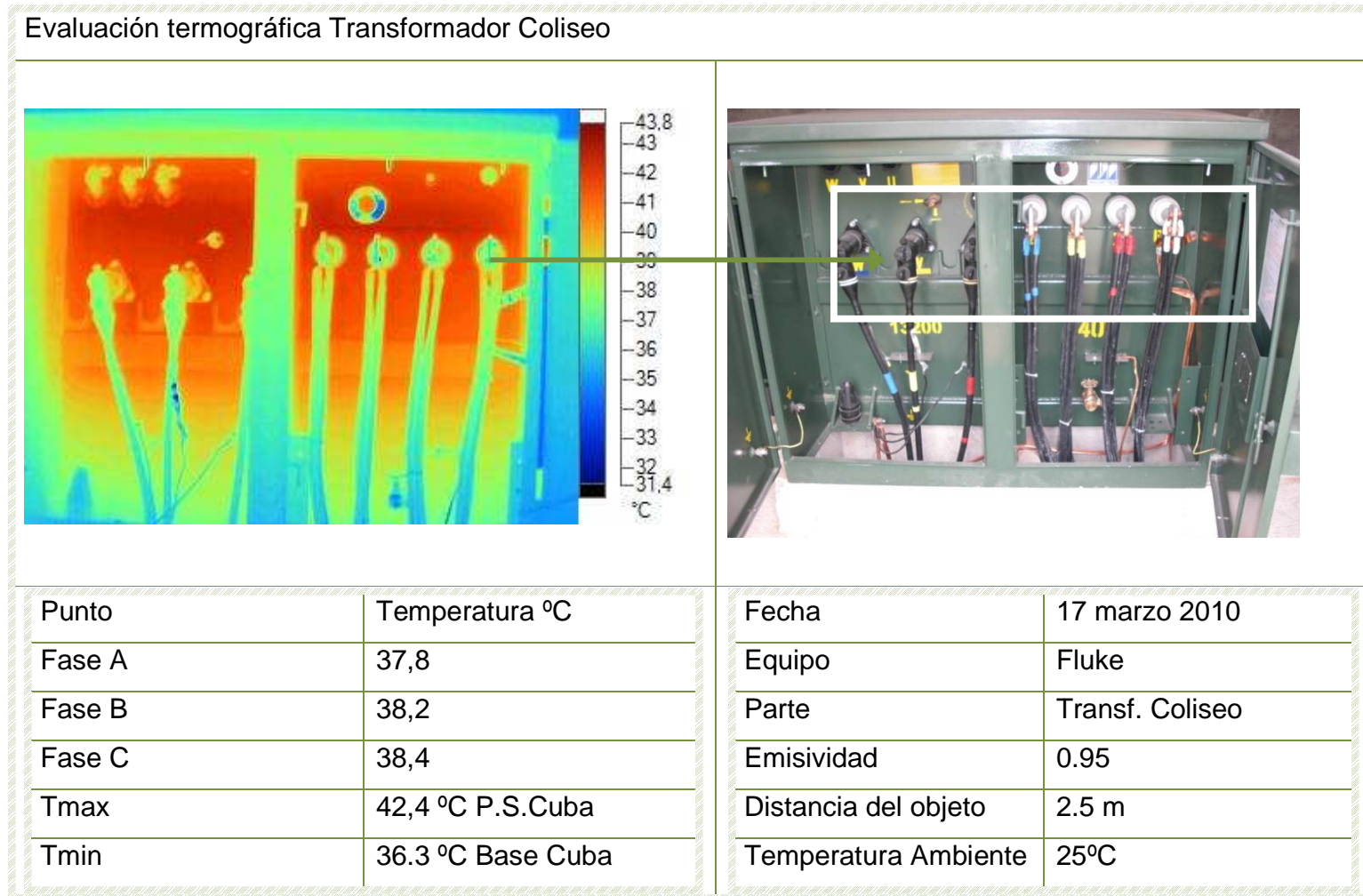
**Iluminación:** el techo del cuarto eléctrico cuenta con salidas de iluminación empotradas en el techo, la fuente luminosa existente en dicha área entrega un nivel de luxes adecuado.

**Otros:** Se encuentra demasiado polvo en la subestación. Las puestas de las celdas se encuentran debidamente puestas a tierra.

### **3.4.3 Evaluación termográfica subestación y tablero general.**

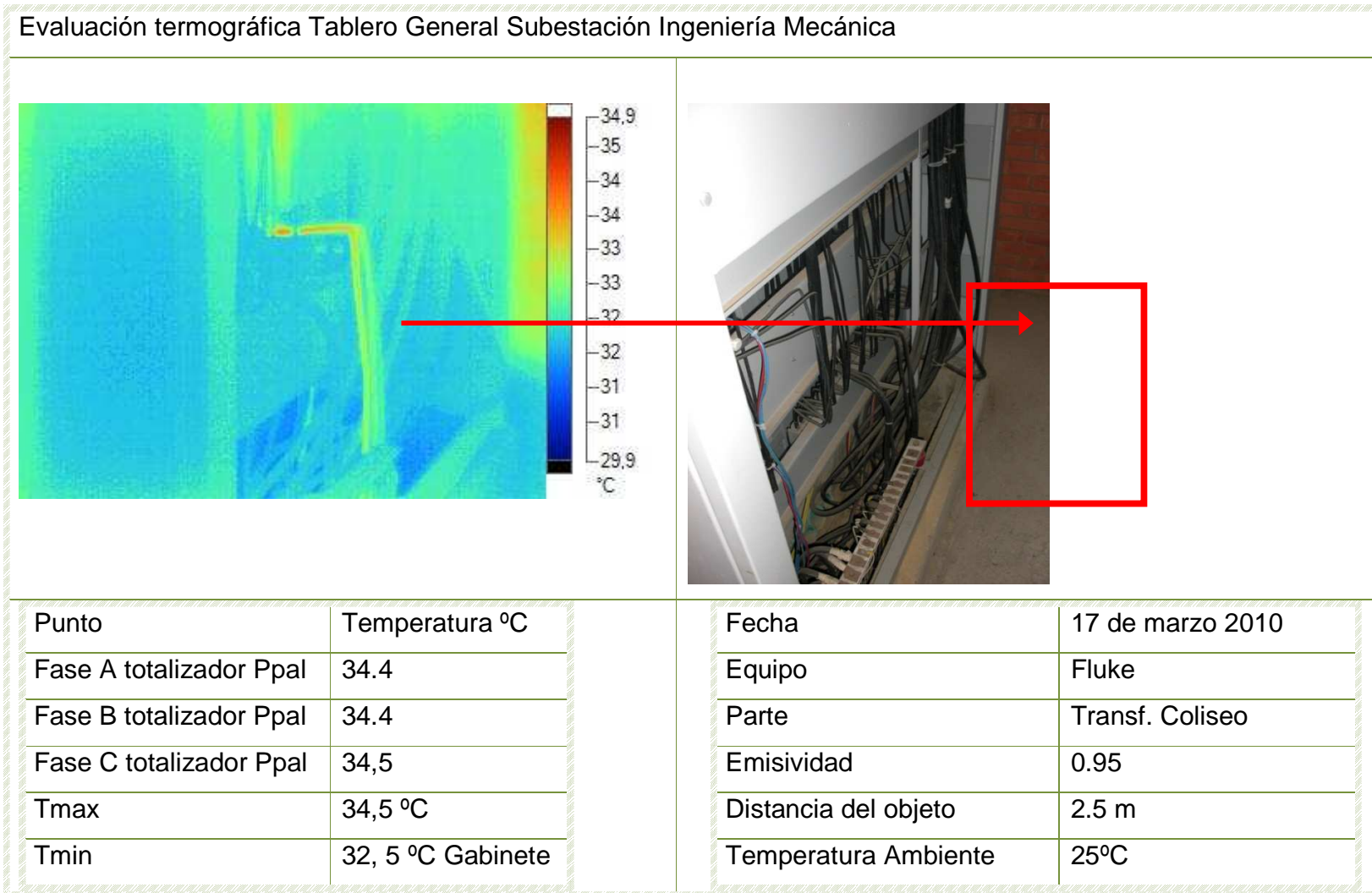
- Según el reporte de termografía podemos hacer las siguientes apreciaciones:
- El transformador no presenta puntos calientes en sus conexiones ni en su cuba metálica.
- El tablero general en baja tensión presenta algunos puntos calientes en la conexión de la acometida principal (totalizador principal) y el circuito de 100 A destinado al edificio de planta física.
- Los demás componentes del tablero general no presentan puntos calientes.

Tabla 30. Reportes de termografía transformador Coliseo.



Fuente: Autores

Tabla 31. Reportes de termografía tablero general Coliseo.



Fuente: Autores

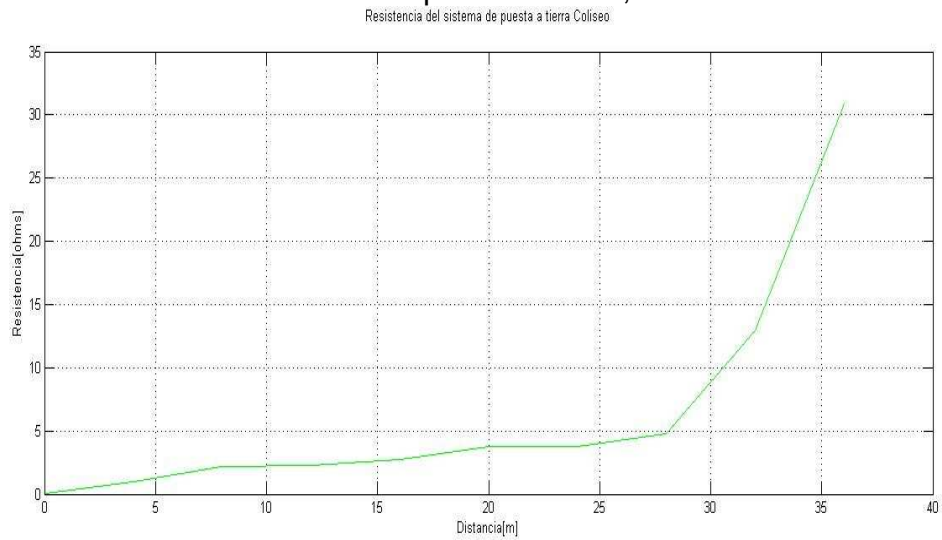
### 3.4.4 Evaluación del sistema de puesta a tierra.

Tabla 32. Resistencia del sistema de puesta tierra, subestación Coliseo.

Distancia [m]	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36
Resistencia [ $\Omega$ ]	0	1,01	2,14	2,24	2,75	3,74	3,79	4,74	12,91	3,96

Fuente: Autores

Figura 19. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación Coliseo.



Fuente: Autores

### 3.4.5 Evaluación de nivel de aislamiento.

$$\text{Resistencia mínima de aislamiento del Transformador} = \frac{1,5 * 13200}{\sqrt{400}} = 990 [M\Omega]$$

Tabla 33. Medida de Resistencia del Transformador.

Puntos de medida	Resistencia de aislamiento [M $\Omega$ ]
Alta / Baja	10000
Alta / Tierra	9000
Baja / Tierra	5000

Fuente: Autores

Las lecturas finales de resistencia de aislamiento están por encima del valor mínimo recomendado por la NETA. Por lo tanto se deduce que el aislamiento del transformador se encuentra en buenas condiciones.

### 3.5 SUBESTACIÓN EDIFICIO CIENCIAS HUMANAS

El edificio Ciencias Humanas cuenta con una subestación de 400 kVA, tipo jardín, la cual se encuentra ubicada en el sótano del edificio. Esta subestación se alimenta del circuito de media tensión que pasa por la calle 9 en frente del edificio. En el punto de derivación se encuentra el descargador de sobretensiones (pararrayos)--- y la caja cortacircuitos con cámara apagachispas, la cual tiene hilo fusibles de valor nominal de 20 A. La subterranización se realiza por medio de una acometida de Cu 2 AWG XLPE 15 kV monopolar, la cual llega primero a un gabinete de medida y luego pasa directamente al gabinete del transformador.

Figura 20. Transformador y Tablero en baja tensión Edificio Ciencias Humanas.



Fuente: Autores

Tabla 34. Datos de placa transformador Ciencias humanas.

Clase	Tipo jardín
Numero de serie	253340
Numero de fases	3
Potencia TRF	400 kVA
Tensión cc (Uz)	3.64%
Dimensiones TRF	1,4x1,5x1 m
Relación TRF	13200 / (215-124) V
Corriente cc	29,51 kA
Frecuencia	60 Hz
Fabricante TRF	SIEMENS
TAPS	1 13530 V 2 13200 V ** Tap actual 3 12870 V 4 12540 V 5 12210 V
Grupo conexión	Dy-5
Refrigeración	ONAN
Año	2005

Fuente: Autores

Tabla 35. Datos protecciones MT. Del edificio Ciencias humanas.

Tipo seccionador:	Seccionador giratorio en aceite.
Tipo fusible:	De expulsión
In fusible:	40 A
Tensión fusible:	15,5 kV

Fuente: Autores

### **3.5.1 Análisis parámetros eléctricos y Demanda.**

Con el analizador de redes se recopiló información de los transformadores del edificio de Ciencias Humanas, el día lunes 12 de Julio de 2010 la cual esta descrito en el anexo B5 donde se exponen los perfiles de de tensión, corriente, potencia, factor de potencia entre otros, se hacen las siguientes apreciaciones:

Según los datos observados sobre el nivel de tensión la posición actual del TAP es adecuada para la operación del equipo, pues da como resultado una tensión promedio de 125,8 V.

Del perfil de corrientes de fase se observa que existe un desbalance, la fase C se encuentra 30 A por encima de las otras dos en las horas del día.

En cuanto a la cargabilidad del transformador vemos que el punto máximo de potencia se registró a las 11:00 a.m. con un valor de 66,41 kVA, que representa un 33,21 % del valor nominal, por lo cual este transformador cuenta con una disponibilidad de 133,6 kVA.

Se observa que el factor de potencia se encuentra alrededor de 0,89 pero entre las 7:00 p.m. y las 8 a.m. el factor de potencia decae bruscamente pero capacitivamente, debido a que el valor C/K está mal ajustado.

### 3.5.2 Evaluación técnica bóveda del transformador y cuarto eléctrico.

FOTOGRAFIA	COMENTARIO
	<p><b>Distancias de seguridad:</b> El transformador se encuentra en una bóveda la cual está separada de los demás elementos eléctricos. No posee barreras las cuales impiden el acceso a las partes energizadas.</p> <p>Las distancias para la circulación alrededor del transformador permiten acceso alguno para desarrollar algún mantenimiento y/o reparación.</p>
	<p><b>Señales de advertencia:</b> No existen letreros de advertencia sobre riesgo eléctrico en las puertas de acceso a la bóveda. El cuarto de control si posee letreros de riesgo eléctrico. No se encuentran señalizados los límites de aproximación seguros.</p> <p>No indican los niveles de tensión presentes de algunos de los equipos que se encuentran instalados en dicha área.</p>



**Fosos de Aceite y Brocal:** la bóveda no posee foso para el aceite. Si existe brocal en la entrada de la bóveda. El transformador no posee ninguna fuga de aceite visible.

**Ventilación:** No hay sistema de ventilación en la bóveda. Al momento de la inspección se presentaron signos de temperaturas por encima de la temperatura ambiente debido a la falta de aberturas de ventilación.

**Bóveda:** Los materiales con los cuales está construida la bóveda son apropiados para resistir 3 horas ----de fuego continuo. La puerta de la bóveda se no encuentra dotada con barras antipánico. No se tomaron las medidas adecuadas para atravesar los conductores provenientes del transformador por la pared derecha de la bóveda.-----

**Iluminación:** el techo del cuarto eléctrico no cuenta con salidas de iluminación empotradas en el techo, la fuente luminosa existente en dicha área no entrega un nivel de luxes adecuado.



La tubería utilizada para la iluminación no es la adecuada.

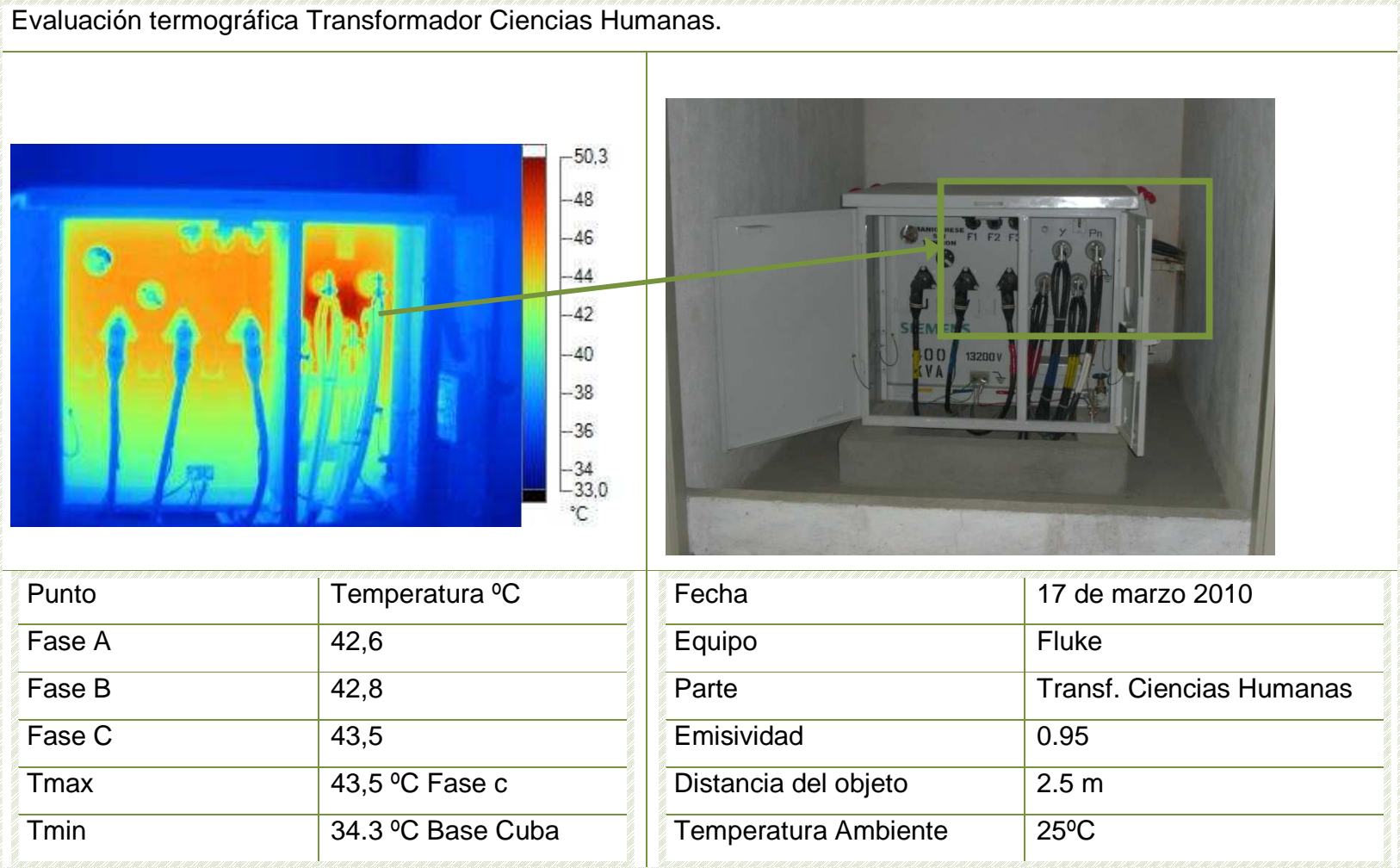
**Otros:** Se encuentra demasiado polvo en la subestación. Se utiliza tubería en pvc y no en acero galvanizado para la protección de los conductores.

### 3.5.3 Evaluación termográfica transformador y tablero general.

Según el reporte de termografía podemos hacer las siguientes apreciaciones:

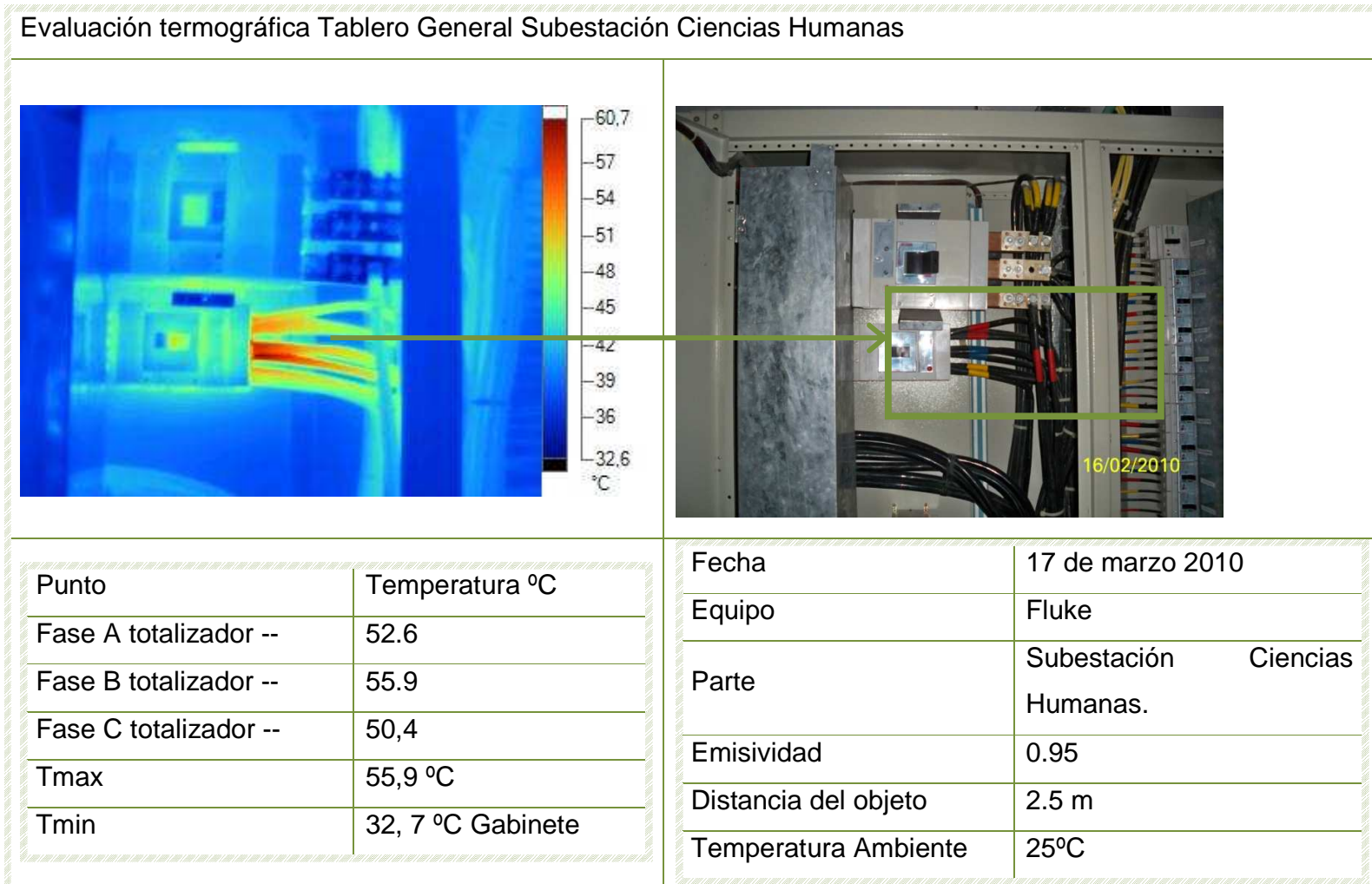
- El transformador no presenta puntos calientes en sus conexiones ni en su cuba metálica.
- El tablero general en baja tensión presenta algunos puntos calientes en la conexión de la acometida principal (totalizador principal No 1) a causa de un mal ponchado de los bornes terminales se recomienda realizar mantenimiento preventivo urgente.
- Los demás componentes del tablero general no presentan puntos calientes.

Tabla 36. Reportes de termografía transformador Ciencias Humanas.



Fuente: Autores

Tabla 37. Reportes de termografía tablero general Ciencias Humanas.



Fuente: Autores

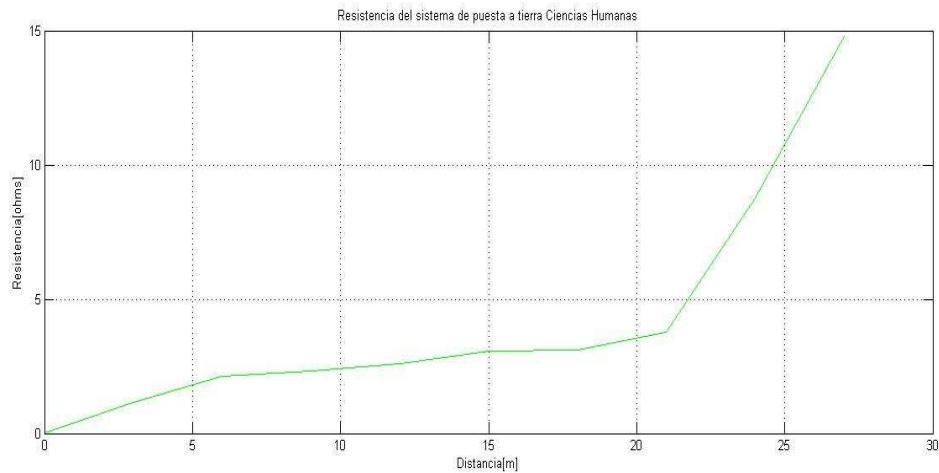
### 3.5.4 Evaluación del sistema de puesta a tierra.

Tabla 38. Resistencia del sistema de puesta tierra, Ciencias Humanas

Distancia [m]	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Resistencia [ $\Omega$ ]	0	1,17	2,14	2,31	2,58	3,05	3,11	3,76	8,76	14,79	705

Fuente: Autores

Figura 21. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación Ciencias Humanas.



Fuente: Autores

De la tabla de valores y la gráfica de medida de la resistencia de la malla, se observa que la región plana de la curva se encuentra alrededor del 62% de distancia del electrodo de tensión, por lo tanto se puede afirmar que la resistencia del sistema de puesta a tierra de la subestación es de 3,25  $\Omega$ .

### 3.5.5 Evaluación de nivel de aislamiento.

$$\text{Resistencia mínima de aislamiento del Transformador} = \frac{1,5 * 13200}{\sqrt{400}} = 990 [M\Omega]$$

Tabla 39. Medida de Resistencia del Transformador.

Puntos de medida	Resistencia de aislamiento [MΩ]
Alta / Baja	13500
Alta / Tierra	11000
Baja / Tierra	5500

Fuente: Autores

Las lecturas finales de resistencia de aislamiento están por encima del valor mínimo recomendado por la NETA. Por lo tanto, se deduce que el aislamiento del transformador se encuentra en buenas condiciones.

### 3.6 SUBESTACIÓN EDIFICIO JORGE BAUTISTA VESGA.

El edificio Jorge Bautista Vesga cuenta con una subestación de 150 kVA, tipo jardín, la cual se encuentra ubicada en el costado norte del edificio en el primer piso. Esta subestación se alimenta directamente del barraje premoldeado de media tensión existente en la subestación de Eléctrica Antigua por medio de una acometida subterránea Cu 2 AWG XLPE 15 kV monopolar, la cual llega directamente al gabinete del transformador.

Figura 22. Transformador y Tablero en baja tensión Edificio Jorge Bautista Vesga.



Fuente: Autores

Tabla 40. Datos de placa transformador Jorge Bautista Vesga.

Clase	Tipo jardín
Numero de serie	253340
Numero de fases	3
Potencia TRF	150 kVA
Tensión cc (Uz)	4,33%
Dimensiones TRF	1,2x1x1,5 m
Relación TRF	13200 / (214-123) V
Corriente cc	9,3 kA
Frecuencia	60 Hz
Fabricante TRF	ABB
TAPS	1 13530 V 2 13200 V ** Tap actual 3 12870 V 4 12540 V 5 12210 V
Grupo conexión	Dy-5
Refrigeración	ONAN
Año	2000

Fuente: Autores

Tabla 41. Datos protecciones MT. Del edificio Jorge Bautista Vesga.

Tipo seccionador	Seccionador giratorio en aceite
Tipo fusible	De expulsión.
In fusible	15 A
Tensión fusible	15,5 kV

Fuente: Autores

### **3.6.1 Análisis parámetros eléctricos y Demanda**

Con el analizador de redes se recopiló información del transformador del edificio Jorge Bautista Vesga, el día martes 30 de marzo de 2010 la cual esta descrito en el anexo B7 donde se exponen los perfiles de de tensión, corriente, potencia, factor de potencia entre otros, se hacen las siguientes apreciaciones:

- a) Según los datos observados sobre el nivel de tensión la posición actual del TAP es adecuada para la operación del equipo, pues da como resultado una tensión promedio de 125,6 V.
  
- b) Del perfil de corrientes de fase se observa que existe un desbalance, la fase A se encuentra 21,65 A por encima de las otras dos en las horas del día.
  
- c) En cuanto a la cargabilidad del transformador vemos que el punto máximo de potencia se registró el día viernes 30 de marzo a las 11:40 a.m. con un valor de 98,02 kVA, que representa un 75,49 % del valor nominal, por lo cual este transformador cuenta con una disponibilidad de 36,76 kVA.

### 3.6.2 Evaluación técnica bóveda del transformador y cuarto eléctrico

FOTOGRAFIA	COMENTARIO
 <p>A photograph of a green metal electrical cabinet with its door open. On the inside of the door, there is a yellow warning sign with a skull and crossbones, the word 'PELIGRO' in red, and 'ALTA TENSION' and '150' in black. Inside the cabinet, several tools are hanging. A date stamp '23/02/2010' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>	<p><b>Distancias de seguridad:</b> El transformador y el tablero de baja tensión comparten el mismo espacio. No hay barreras de protección que impidan el acceso a partes a las partes energizadas en baja tensión. Las distancias para la circulación alrededor del transformador no permiten acceso alguno para desarrollar algún mantenimiento y/o reparación.</p>
 <p>A photograph showing the side of a green metal electrical cabinet. The words 'ESE' and 'REJAS' are visible on the side panel. The cabinet is situated in a narrow space against a wall. A date stamp '23/02/2010' is visible in the bottom right corner of the photo.</p>	<p><b>Señales de advertencia:</b> Existen letreros de advertencia sobre riesgo eléctrico en las puertas de acceso a la subestación aunque tiene poca visibilidad. No se encuentran señalizados los límites de aproximación seguros.</p> <p>No indican los niveles de tensión presentes de algunos de los equipos que se encuentran instalados en dicha área.</p> <p><b>Fosos de Aceite y Brocal:</b> la bóveda no posee foso para el aceite. No existe</p>



brocal en la entrada de la bóveda. El transformador no posee ninguna fuga de aceite visible.

**Ventilación:** El sistema de ventilación de la subestación está constituido por dos ventanas ubicadas al lado derecho de la puerta de acceso a la subestación. No hay dampers instalados en dichas ventanas. Al momento de la inspección se presentaron signos de temperaturas por encima de la temperatura ambiente debido a la mala ubicación de las aberturas de ventilación.

**Bóveda:** Los materiales con los cuales está constituido el cuarto eléctrico **no son** apropiados para resistir 3 horas ---- de fuego continuo. La puerta de la bóveda se no encuentra dotada con barras antipánico.

**Iluminación:** el techo del cuarto eléctrico no cuenta con salidas de iluminación empotradas en el techo, la fuente luminosa existente en dicha área no entrega un nivel de luxes adecuado.



La tubería utilizada para la iluminación no es la adecuada.

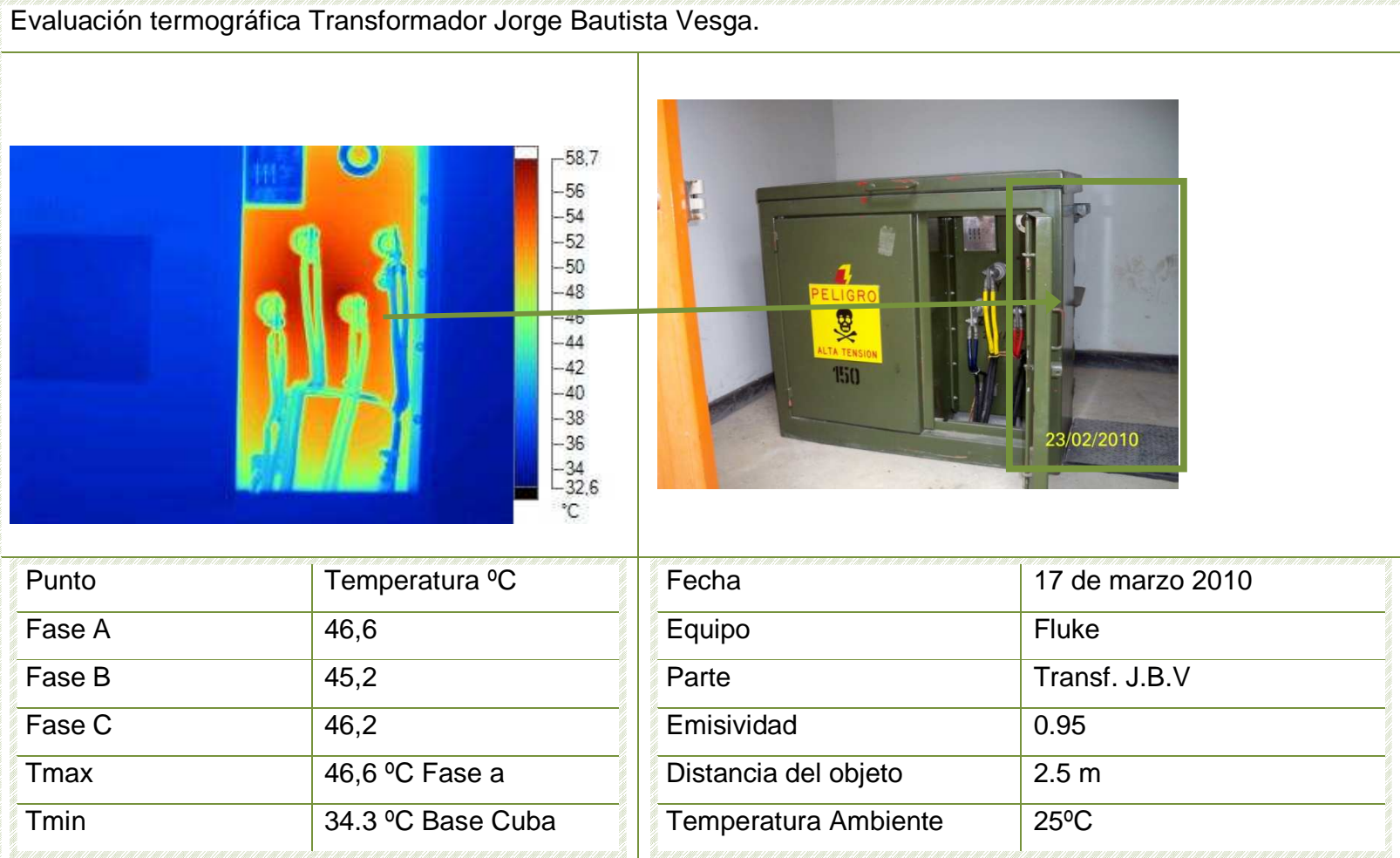
**Otros:** Se encuentra demasiado polvo en la subestación. El tablero general en baja tensión ya no posee espacio para futuras cargas que se deseen instalar.

### **3.6.3 Evaluación termográfica transformador y tablero general.**

Según el reporte de termografía podemos hacer las siguientes apreciaciones:

- El transformador no presenta puntos calientes en sus conexiones ni en su cuba metálica.
- El tablero general en baja tensión presenta algunos puntos calientes en la conexión de la acometida principal (totalizador principal No 1) a causa de un mal ponchado de los bornes terminales se recomienda realizar mantenimiento preventivo urgente.
- Los demás componentes del tablero general no presentan puntos calientes.

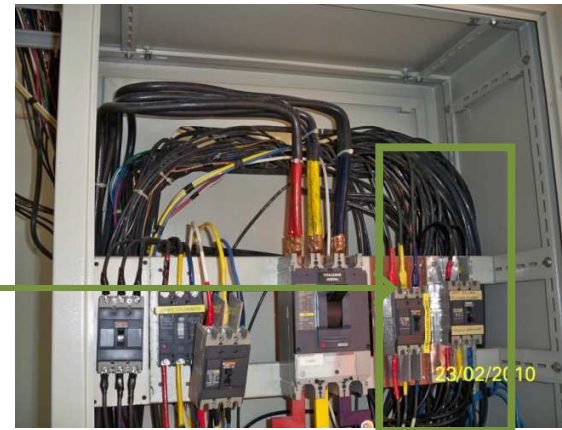
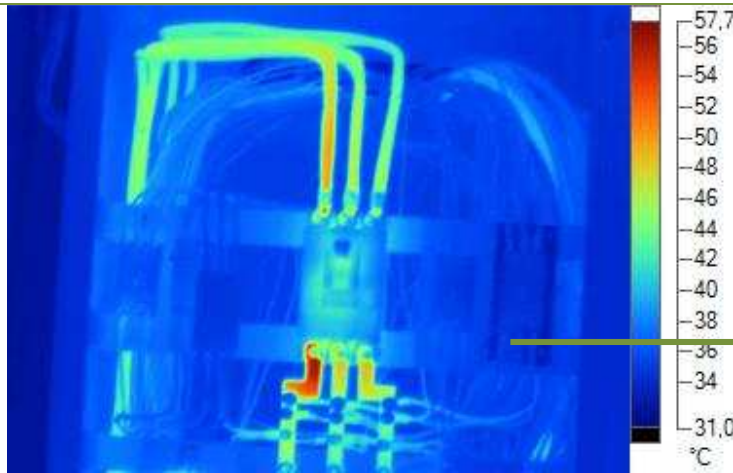
Tabla 42. Reportes de termografía transformador Jorge Bautista Vesga.



Fuente: Autores

Tabla 43. Reportes de termografía tablero general Jorge Bautista Vesga.

Evaluación termográfica Tablero General Subestación Jorge Bautista Vesga.



Punto	Temperatura °C
Fase A totalizador --	46.6
Fase B totalizador --	45.2
Fase C totalizador --	46,2
Tmax	46,6 °C
Tmin	32, 7 °C Gabinete

Fecha	17 de marzo 2010
Equipo	Fluke
Parte	Subestación J.B.V.
Emisividad	0.95
Distancia del objeto	2.5 m
Temperatura Ambiente	25°C

Fuente: Autores

### 3.6.4 Evaluación del sistema de puesta a tierra.

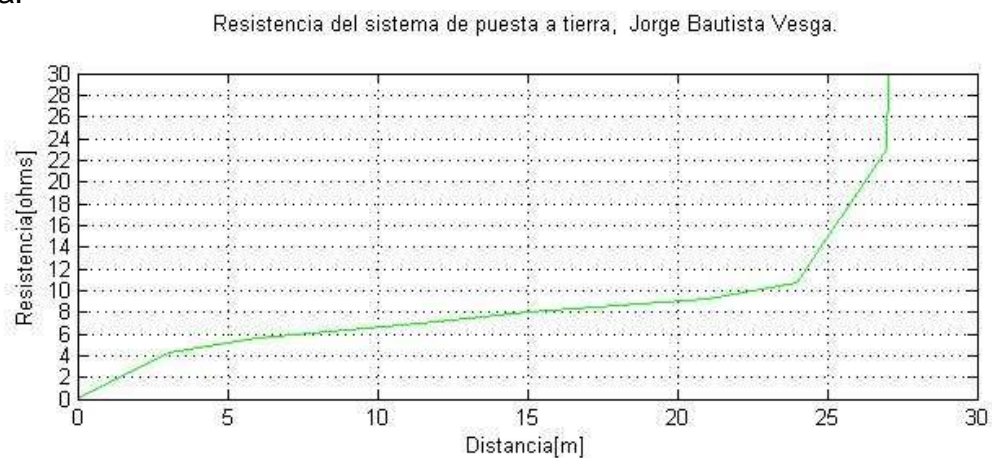
La subestación presenta un sistema de puesta a tierra conformado por una malla con tres varillas de cobre de 5/8" de diámetro y de 8' de profundidad (1,59 x 244) cm, cada una con su respectiva caja de inspección. La malla está interconectada por medio de un conductor de cobre N° 1/0 AWG desnudo y las conexiones son del tipo exotérmico.

Tabla 44. Resistencia del sistema de puesta tierra, Jorge Bautista Vesga.

Distancia [m]	0	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30
Resistencia [ $\Omega$ ]	0	4,25	5,65	6,42	7,18	8,07	8,65	9,25	10,7	23	1930

Fuente: Autores

Figura 23. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación Jorge Bautista Vesga.



Fuente: Autores

De la tabla de valores y la gráfica de medida de la resistencia de la malla, se observa que la región plana de la curva se encuentra alrededor del 62% de distancia del electrodo de tensión, por lo tanto se puede afirmar que la resistencia del sistema de puesta a tierra de la subestación es de 8,61  $\Omega$ .

### 3.6.5 Evaluación de nivel de aislamiento

$$\text{Resistencia mínima de aislamiento Trafo} = \frac{1,5 * 13200}{\sqrt{150}} = 1616 [M\Omega]$$

Tabla 45. Medida de Resistencia del Transformador

Puntos de medida	Resistencia de aislamiento [MΩ]
Alta / Baja	2750
Alta / Tierra	2500
Baja / Tierra	2000

Fuente: Autores

Las lecturas finales de resistencia de aislamiento están por encima del valor mínimo recomendado por la NETA. Por lo tanto, se deduce que el aislamiento del transformador se encuentra en buenas condiciones.

### 3.7 SUBESTACIÓN CENTIC.

El edificio del CENTIC cuenta con una subestación tipo encapsulada conformada por dos transformadores de 500 kVA c/u. Esta subestación se alimenta de una salida no protegida de uno de los seccionadores ubicados en la Biblioteca mediante una acometida subterránea Cu 2 AWG XLPE 15 kV monopolar, la cual llega a los dos seccionadores bajo carga de los respectivos transformadores (ver diagrama unifilar MT).

Figura 24. Transformador y Tablero en baja tensión Edificio CENTIC.



Fuente: Autores

Tabla 46. Datos de placa transformador 1, CENTIC.

Clase	Encapsulada
Numero de serie	259201
Numero de fases	3
Potencia TRF	500 kVA
Tensión cc (Uz)	3,9%
Dimensiones TRF	1,8x1,1x1,3 m
Relación TRF	13200 / (216-124,7) V

Corriente cc	34,4 kA
Frecuencia	60 Hz
Fabricante TRF	SIEMENS
TAPS	1 13530 V 2 13200 V 3 12870 V (Tap actual) 4 12540 V 5 12210 V
Grupo conexión	Dy-5
Refrigeración	ONAN
Año	2006

Fuente: Autores

Tabla 47. Datos de placa transformador 2, CENTIC.

Clase	Encapsulada
Numero de serie	1LCB 193070
Numero de fases	3
Potencia TRF	500 kVA
Tensión cc (Uz)	4,5%
Dimensiones TRF	1,4x1,2x1,5 m
Relación TRF	13200 / (228-131,6) V
Corriente cc	0,49 kA
Frecuencia	60 Hz
Fabricante TRF	ABB
TAPS	1 13530 V ( Tap actual) 2 13200 V

	3 12870 V
	4 12540 V
	5 12210 V
Grupo conexión	Dy-5
Refrigeración	ONAN
Año	2006

Fuente: Autores

Tabla 48. Datos protecciones MT. CENTIC.

Tipo seccionador	Seccionador bajo carga para uso interior
Tipo fusible	Bayoneta
In fusible	40 A
Tensión fusible	24 kV

Fuente: Autores

### 3.7.1 Análisis parámetros eléctricos y Demanda

Con el analizador de redes se recopiló información de los transformadores del edificio CENTIC, el día 15 de Octubre de 2010 la cual esta descrito en el anexo B4 donde se exponen los perfiles de de tensión, corriente, potencia, factor de potencia entre otros, se hacen las siguientes apreciaciones:

#### Transformador 1

a) Según los datos observados sobre el nivel de tensión la posición actual del TAP es adecuada para la operación del equipo, pues da como resultado una tensión promedio de 127,2 V. Aunque se podría cambiar el tap a la posición 2 para

tener un valor de tensión promedio menor ya que con el actual tap, la tensión alcanza valores cercanos a los 130 V.

b) Por su parte el consumo de corriente muestra un desbalance del 13% para el transformador en la distribución de la carga por parte de la fase B con respecto a las fases A y C. Sin embargo analizando el Tablero General se evidencia que todas protecciones y redes derivadas de este son trifásicas, lo que con lleva a dictaminar que el balance se debe hacer en los sub-tableros distribuyendo mejor la carga.

c) En cuanto a la cargabilidad del transformador vemos que el punto máximo de potencia se registró el día martes 19 de octubre a las 10:20 a.m. con un valor de 140,32 kVA, que representa un 28% del valor nominal, por lo cual este transformador cuenta con una disponibilidad de 359,48 kVA.

d). Se observa que el factor de potencia está por debajo del valor penalizable (0,89), en el lapso de tiempo durante el cual el CENTIC no presta servicio, esto debido al bajo consumo de potencia activa en estas horas y al consumo reactivo propio del transformador, pero en este transformador no es necesario compensar reactivos debido a que la potencia reactiva consumida en el horario mencionado es muy baja.

## **Transformador 2**

a) Según los datos observados sobre el nivel de tensión la posición actual del TAP es adecuada para la operación del equipo, pues da como resultado una tensión promedio de 128,76 V valor que se encuentra en los niveles permitidos por la norma ESSA 2005.

b) Por su parte el consumo de corriente muestra un desbalance del 7% para el transformador en la distribución de la carga por parte de la fase B con respecto a las fases A y C. Sin embargo analizando el Tablero General se evidencia que

todas protecciones y redes derivadas de este son trifásicas, lo que con lleva a dictaminar que el balance se debe hacer en los sub-tableros distribuyendo mejor la carga.

c) En cuanto a la cargabilidad del transformador vemos que el punto máximo de potencia se registró el día martes 19 de octubre a las 10:20 a.m. con un valor de 130,2 kVA, que representa un 26,04% del valor nominal, por lo cual este transformador cuenta con una disponibilidad de 369,8 kVA.

d). Se observa que el factor de potencia está por debajo del valor penalizable (0,89), en el lapso de tiempo durante el cual el CENTIC no presta servicio, esto debido al bajo consumo de potencia activa en estas horas y al consumo reactivo propio del transformador.

### 3.7.2 Evaluación técnica bóveda del transformador y cuarto eléctrico.

#### Transformador 1

FOTOGRAFIA	COMENTARIO
	<p><b>Distancias de seguridad:</b> El transformador se encuentra en una bóveda la cual está separada de los demás elementos eléctricos. No posee barreras las cuales impiden el acceso a las partes energizadas.</p> <p>Las distancias para la circulación alrededor del transformador permiten el acceso para desarrollar algún mantenimiento y/o revisión.</p>
	<p><b>Señales de advertencia:</b> No existen letreros de advertencia sobre riesgo eléctrico en las puertas de acceso a la subestación ni en las puertas de las bóvedas. No se encuentran señalizados los límites de aproximación seguros.</p> <p>No indican los niveles de tensión presentes de algunos de los equipos que se encuentran instalados en dicha área.</p>



**Fosos de Aceite y Brocal:** la bóveda no posee foso para el aceite. No existe brocal en la entrada de la bóveda. El transformador no posee ninguna fuga de aceite visible.

**Ventilación:** El sistema de ventilación presente en la bóveda del transformador no es el adecuado ya que no cuenta con aberturas de ventilación que permitan el flujo de aire desde el exterior de la subestación hasta el interior de la bóveda. No se encuentran instalados dampers. Al momento de la inspección se presentaron signos de temperaturas por encima de la temperatura ambiente debido a la mala ubicación de las aberturas de ventilación.

**Bóveda:** Los materiales con los cuales está constituido el cuarto eléctrico **son** apropiados para resistir 3 horas de fuego continuo. La puerta de la bóveda no es adecuada ya que no se encuentra dotada con barras antipánico y además posee rejillas incorporadas.



**Iluminación:** el techo del cuarto eléctrico cuenta con salidas de iluminación empotradas en el techo, la fuente luminosa existente en dicha área entrega un nivel de luxes adecuado.

**Otros:** Se encuentra demasiado polvo en la subestación.

## Transformador 2

### FOTOGRAFIA



### COMENTARIO

**Distancias de seguridad::** El transformador se encuentra en una bóveda la cual está separada de los demás elementos eléctricos. No posee barreras las cuales impiden el acceso a las partes energizadas.

Las distancias para la circulación alrededor del transformador permiten el acceso para desarrollar algún mantenimiento y/o revisión.

**Señales de advertencia:** No existen letreros de advertencia sobre riesgo eléctrico en las puertas de acceso a la



subestación ni en las puertas de las bóvedas. No se encuentran señalizados los límites de aproximación seguros.

No indican los niveles de tensión presentes de algunos de los equipos que se encuentran instalados en dicha área.



**Fosos de Aceite y Brocal:** la bóveda no posee foso para el aceite. No existe brocal en la entrada de la bóveda. El transformador no posee ninguna fuga de aceite visible.



**Ventilación:** El sistema de ventilación presente en la bóveda del transformador no es el adecuado ya que no cuenta con aberturas de ventilación que permitan el flujo de aire desde el exterior de la subestación hasta el interior de la bóveda. No se encuentran instalados dampers. Al momento de la inspección se presentaron signos de temperaturas por encima de la temperatura ambiente debido a la mala ubicación de las aberturas de ventilación.



**Bóveda:** Los materiales con los cuales está constituido el cuarto eléctrico **son** apropiados para resistir 3 horas de fuego continuo. La puerta de la bóveda no es adecuada ya que no se encuentra dotada con barras antipánico y además posee rejillas incorporadas.

**Iluminación:** el techo del cuarto eléctrico cuenta con salidas de iluminación empotradas en el techo, la fuente luminosa existente en dicha área entrega un nivel de luxes adecuado.

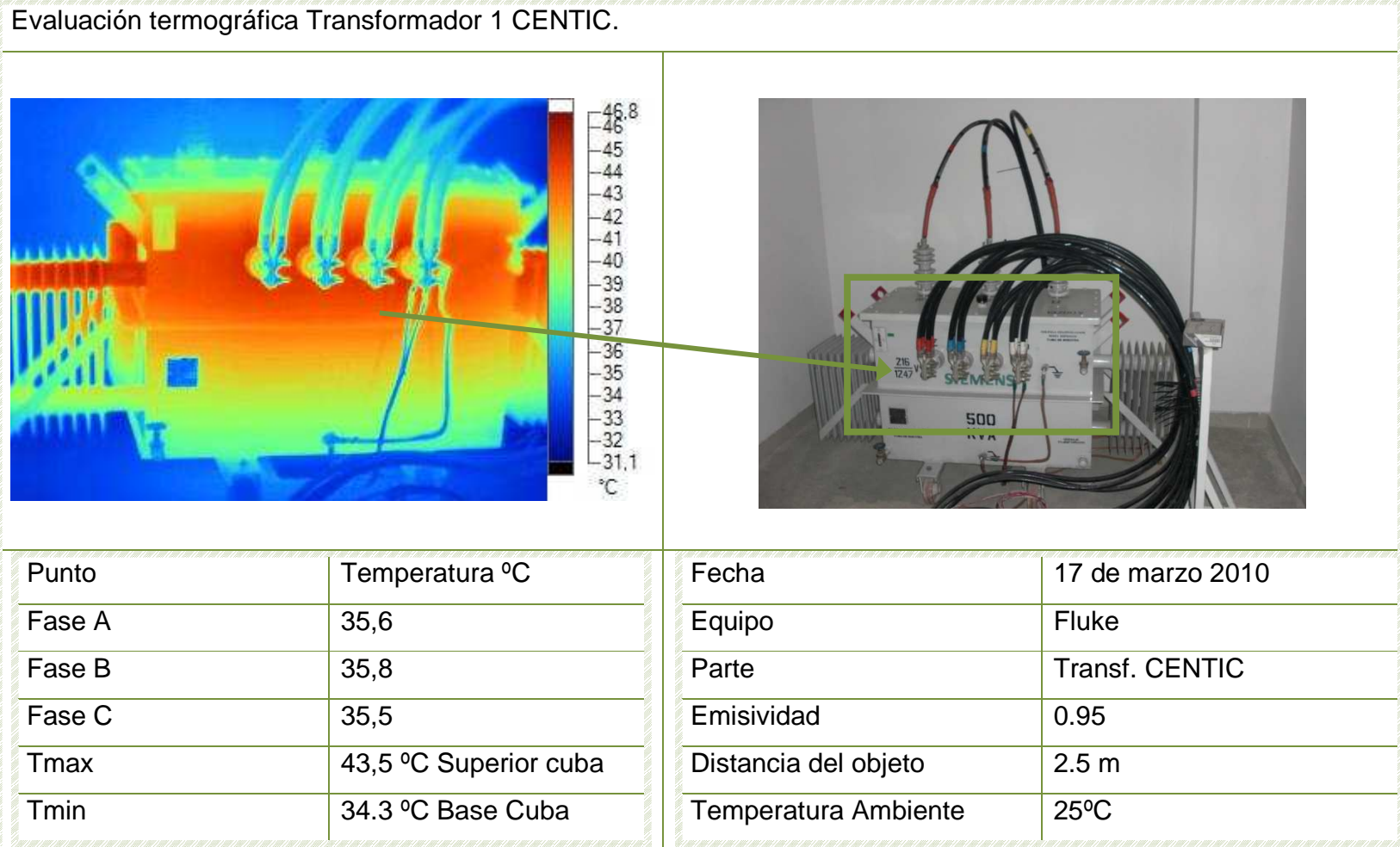
**Otros:** Se encuentra demasiado polvo en la subestación.

### **3.7.3 Evaluación termográfica transformador y tablero general.**

Según el reporte de termografía podemos hacer las siguientes apreciaciones:

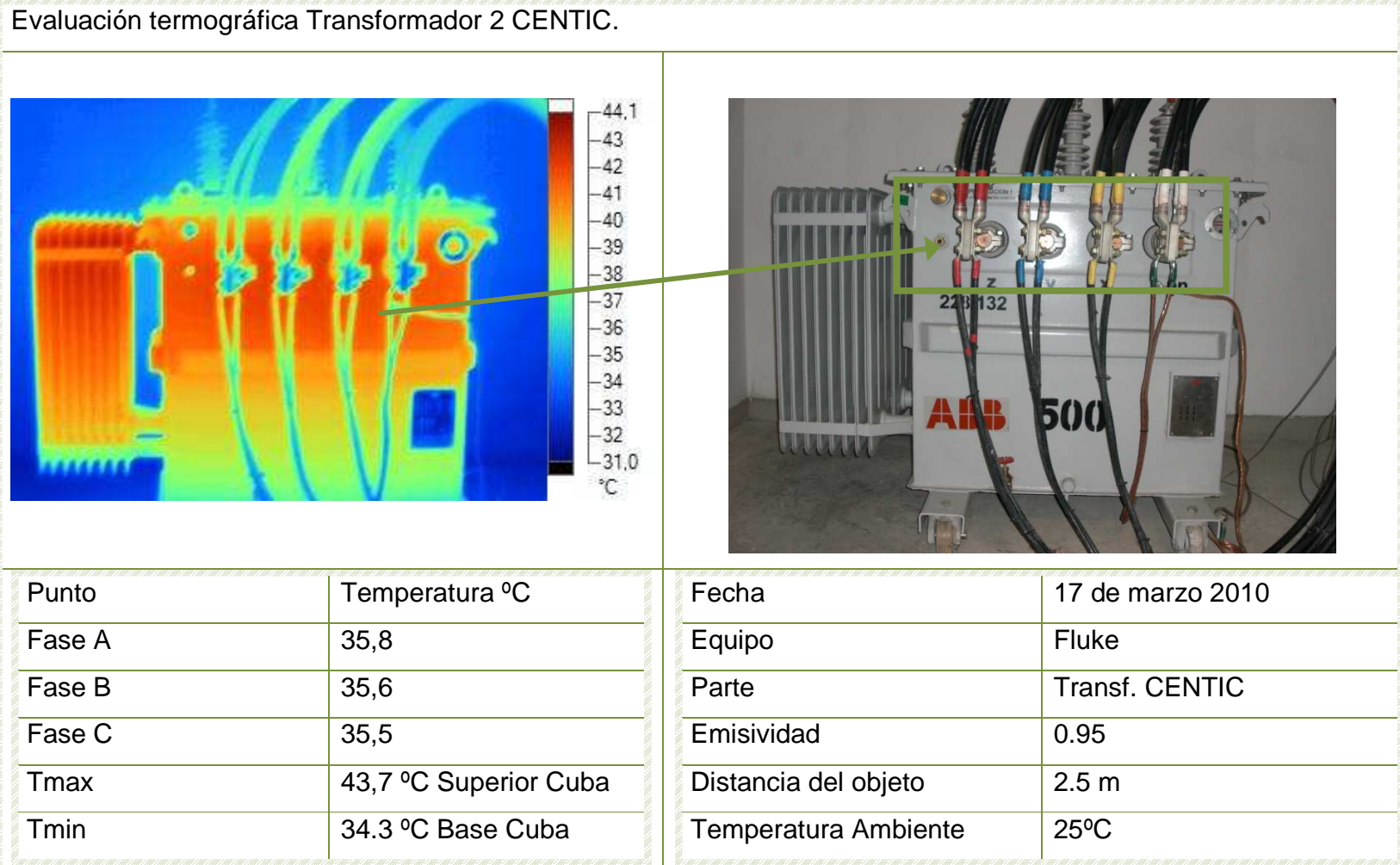
- Los transformadores no presentan puntos calientes en sus conexiones ni en sus cubas metálicas.
- El tablero general en baja tensión 1 no presenta puntos calientes en la conexión de la acometida principal (totalizador principal No 1). Se observa un aumento de temperatura en la Fase B debido al recubrimiento de la barra.
- Los demás componentes del tablero general 1 no presentan puntos calientes.
- El tablero general en baja tensión 2 no presenta puntos calientes en la conexión de la acometida principal (totalizador principal No 2). Se observa un aumento de temperatura en las Fases debido al recubrimiento de las barras.
- Los demás componentes del tablero general 2 no presentan puntos calientes.

Tabla 49. Reportes de termografía transformador 1 CENTIC.



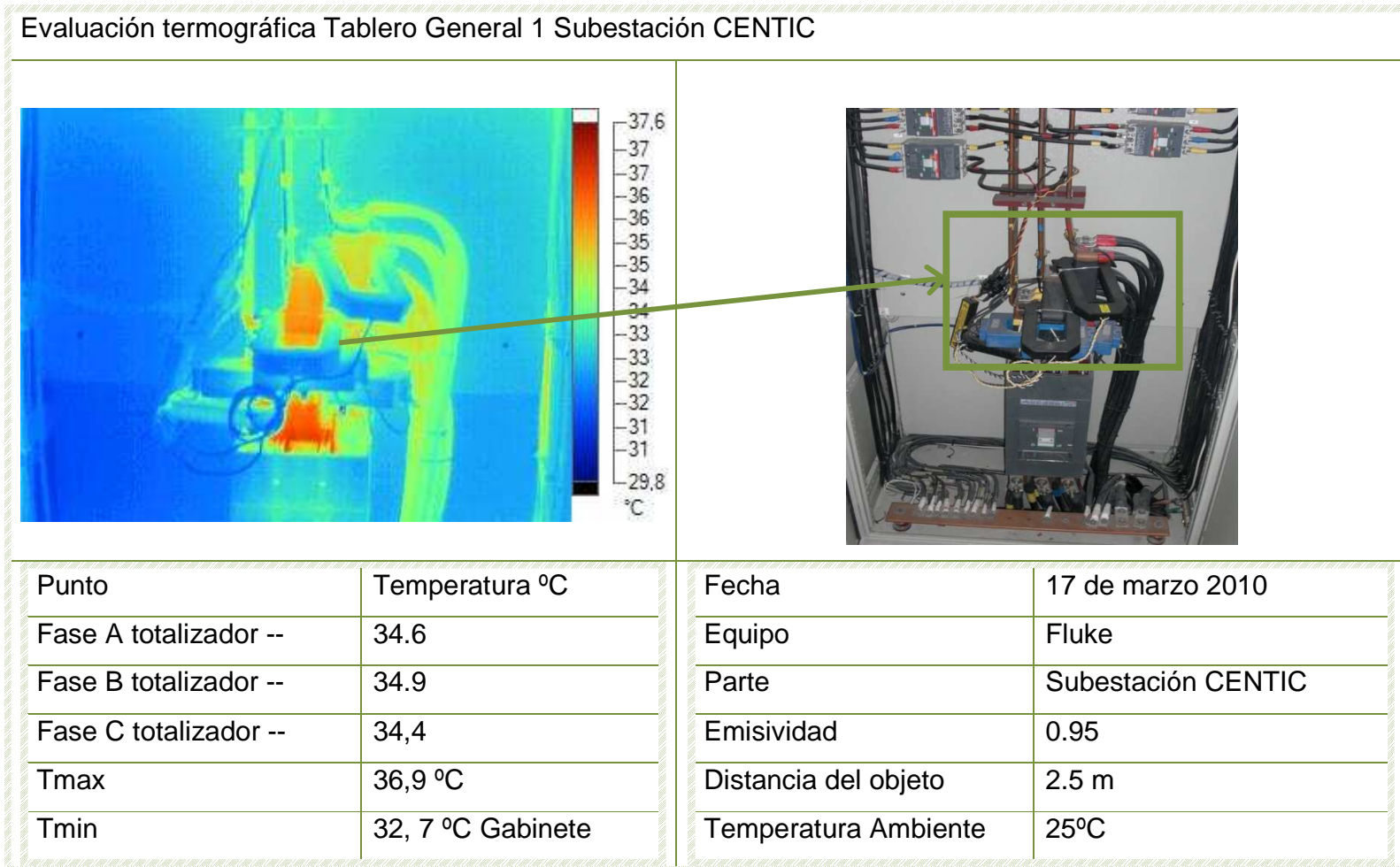
Fuente: Autores

Tabla 50. Reportes de termografía transformador 2 CENTIC.



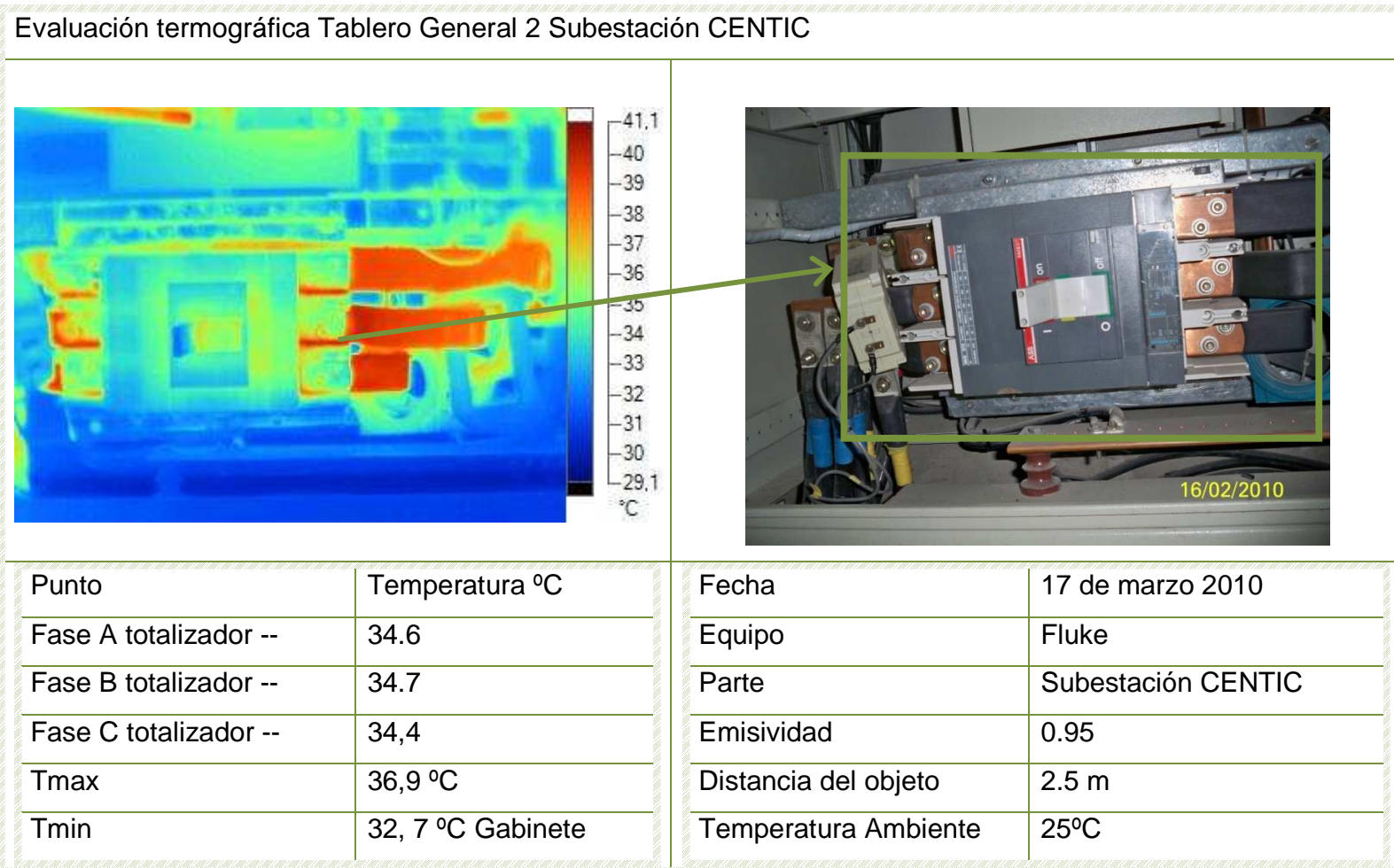
Fuente: Autores

Tabla 51. Reportes de termografía tablero general 1 CENTIC.



Fuente: Autores

Tabla 52. Reportes de termografía tablero general 2 CENTIC.



Fuente: Autores

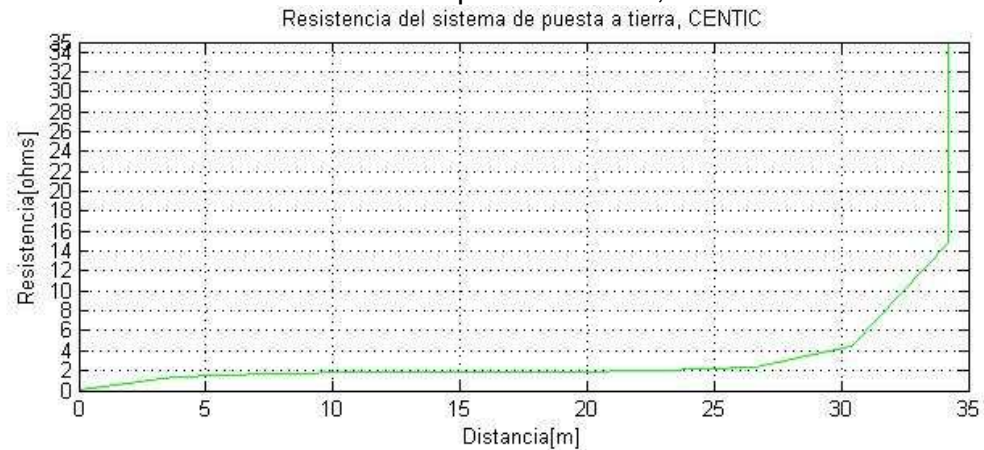
### 3.7.4 Evaluación del sistema de puesta a tierra.

Tabla 53. Resistencia del sistema de puesta tierra, CENTIC.

Distancia [m]	0	3,8	7,6	11,4	15,2	19	22,8	26,6	30,4	34,2	38
Resistencia [ $\Omega$ ]	0	1,37	1,64	1,81	1,87	1,89	1,98	2,29	4,46	14,79	2660

Fuente: Autores

Figura 25. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación CENTIC.



Fuente: Autores

De la tabla de valores y la gráfica de medida de la resistencia de la malla, se observa que la región plana de la curva se encuentra alrededor del 62% de distancia del electrodo de tensión, por lo tanto se puede afirmar que la resistencia del sistema de puesta a tierra de la subestación es de 2,08  $\Omega$ .

### 3.7.5 Evaluación de nivel de aislamiento.

$$\text{Resistencia mínima de aislamiento Trafo} = \frac{1,5 * 13200}{\sqrt{500}} = 885 [M\Omega]$$

Tabla 54. Medida de Resistencia del Transformador 1

Puntos de medida	Resistencia de aislamiento [MΩ]
Alta / Baja	3500
Alta / Tierra	5000
Baja / Tierra	3000

Fuente: Autores

Tabla 55. Medida de Resistencia del Transformador 2

Puntos de medida	Resistencia de aislamiento [MΩ]
Alta / Baja	5500
Alta / Tierra	5000
Baja / Tierra	3500

Fuente: Autores

Las lecturas finales de resistencia de aislamiento están por encima del valor mínimo recomendado por la NETA. Por lo tanto, se deduce que el aislamiento del transformador se encuentra en buenas condiciones.

### 3.8 SUBESTACIÓN AUDITORIO LUIS A. CALVO.

El auditorio Luís A. Calvo cuenta con una subestación conformada por dos transformadores a la vista tipo interior, uno de 100 kVA el cual suministra energía a todo lo relacionado con iluminación e instalaciones internas y otro de 150 kVA que alimenta el aire acondicionado del auditorio a 440 V. Esta subestación se alimenta de la parte superior de la caja cortacircuitos existente en la subestación

de Ingeniería Mecánica por medio de una acometida subterránea Cu 2 AWG XLPE 15 kV tripolar, la cual llega a las dos cajas cortacircuitos de la subestación.

Figura 26. Transformador y Tablero en baja tensión Edificio Jorge Bautista Vesga.



Fuente: Autores

Tabla 56. Datos de placa transformador 1, Luis A. Calvo.

Clase	A la vista
Numero de serie	3890
Numero de fases	3
Potencia TRF	100 kVA
Tensión cc (Uz)	-----
Dimensiones TRF	1,0x0,6x1,1 m
Relación TRF	13200 / (220-127) V
Corriente cc	-----
Frecuencia	60 Hz
Fabricante TRF	OASA
TAPS	1 13200 V 2 12672 V ** Tap actual 3 12144 V 4 11616 V 5 11088 V
Grupo conexión	Dy-5
Refrigeración	ONAN
Año	-----

Fuente: Autores

Tabla 57. Datos de placa transformador 2, Luis A. Calvo.

Clase	A la vista
Numero de serie	112911
Numero de fases	3
Potencia TRF	150 kVA

Tensión cc (Uz)	2,9%
Dimensiones TRF	1,2x0,8x1,3 m
Relación TRF	13200 / (440-254) V
Corriente cc	6,7 kA
Frecuencia	60 Hz
Fabricante TRF	ANDINA
TAPS	--1 13530 V ** Tap actual 2 13200 V 3 12870 V 4 12870 V 5 12870 V
Grupo conexión	Dy-5
Refrigeración	ONAN
Año	1974

Fuente: Autores

Tabla 58. Datos protecciones MT. 1 Luis A. Calvo.

Tipo seccionador	Seccionador bajo carga para uso interior
Tipo fusible	Bayoneta
In fusible	40 A
Tensión fusible	17,5 kV

Fuente: Autores

Tabla 59. Datos protecciones MT. 2 Luis A. Calvo.

Tipo seccionador	Seccionador bajo carga para uso interior
Tipo fusible	Bayoneta
In fusible	40 A
Tensión fusible	17,5 kV

Fuente: Autores

### 3.8.1 Análisis parámetros eléctricos y Demanda.

Con el analizador de redes se recopiló información de los transformadores del Auditorio Luis A. Calvo, el día viernes 30 de Abril de 2010 la cual esta descrito en el anexo B8 donde se exponen los perfiles de de tensión, corriente, potencia, factor de potencia entre otros, se hacen las siguientes apreciaciones:

#### Transformador 1

a) Según los datos observados sobre el nivel de tensión la posición actual del TAP no es adecuada para la operación del equipo, pues da como resultado una tensión promedio de 125,6 V. Esta tensión está por encima de los valores máximos permitidos por la norma ESSA 2005, para sectores residenciales y comerciales.

b) Por su parte el consumo de corriente muestra un desbalance para el transformador en la distribución de la carga (Fase B 36% y Fase C 11% respecto a la carga de la fase A). Sin embargo analizando el Tablero General se evidencia que todas protecciones y redes derivadas de este son trifásicas, lo que con lleva a dictaminar que el balance se debe hacer en los sub-tableros distribuyendo mejor la carga.

c) En cuanto a la cargabilidad del transformador vemos que el punto máximo de potencia se registró el día martes 23 de marzo a las 10:40 a.m. con un valor de 26,82 kVA, que representa un 26,82 % del valor nominal, por lo cual este transformador cuenta con una disponibilidad de 73,18 kVA.

d) Se observa que el factor de potencia decae por debajo del valor penalizable (0,89) en las horas que no hubo función en el auditorio, esto debido a la carga reactiva consumida por el transformador, pero la potencia reactiva es muy pequeña comparada con la capacidad del transformador por lo tanto es necesario instalar un banco de condensadores para este transformador.

## **Transformador 2**

a) Según los datos observados sobre el nivel de tensión la posición actual del TAP no es adecuada para la operación del equipo, pues da como resultado una tensión promedio de 260,2 V. Esta tensión está en el rango de valores permitidos por la norma ESSA 2005, para sectores residenciales y comerciales.

b) Del perfil de corrientes de fase se observa que estas presentan un ligero desbalance el cual no es significativo y se puede considerar como normal.

c) En cuanto a la cargabilidad del transformador vemos que el punto máximo de potencia se registró el día --viernes 7 de mayo-- a las 11:40 a.m. con un valor de 98,02 kVA, que representa un 65,34% del valor nominal, por lo cual este transformador cuenta con una disponibilidad de 51,98 kVA.

d) Se observa que el factor de potencia siempre está por debajo del valor penalizable (0,89), ya que el aire acondicionado es de naturaleza reactiva y cuando este está apagado, el consumo reactivo propio del transformador es el que hace decaer el factor de potencia.

### 3.8.2 Evaluación técnica bóveda del transformador y cuarto eléctrico.

Transformador 1 y 2

FOTOGRAFIA	COMENTARIO
	<p><b>Distancias de seguridad:</b> El transformador se encuentra instalado en una celda metálica autosorportada, tipo modular fabricada en lámina tipo cold rolled con acabado final en pintura electrostática en polvo. Consta de una ventanilla de vidrio y sistema de iluminación (el cual no funciona) para inspección al igual q rejillas metálicas para permitir la circulación del aire refrigerante al transformador., No posee barreras las cuales impiden el acceso a las partes energizadas.</p> <p>Las distancias para la circulación alrededor del transformador no permiten acceso alguno para desarrollar algún mantenimiento y/o revisión.</p> <p><b>Señales de advertencia:</b> Existen varios letreros de advertencia sobre riesgo eléctrico aunque algunos son inadecuados. No se encuentran</p>



señalizados los límites de aproximación seguros.

Se indican los niveles de tensión presentes de algunos de los equipos que se encuentran instalados en dicha área.

**Fosos de Aceite y Brocal:** No existe foso para el aceite, ni brocal en la entrada de la celda. El transformador no posee ninguna fuga de aceite visible.



**Ventilación:** El sistema de ventilación presente en la bóveda del transformador no es el adecuado ya que no cuenta con aberturas de ventilación que permitan el flujo de aire desde el exterior de la subestación hasta el interior de la bóveda. No se encuentran instalados dampers. Al momento de la inspección no se presentaron signos de temperaturas por encima de la temperatura ambiente debido a la mala ubicación de las aberturas de ventilación.

**Bóveda:** Los materiales con los cuales está constituido el cuarto eléctrico no



son apropiados para resistir 3 horas de fuego continuo. La puerta del cuarto eléctrico no es adecuada ya que no se encuentra dotada con barras antipánico y no se puede cerrar con llave.

**Celdas:** Las celdas en las cuales se encuentran alojados los transformadores no son adecuadas para resistir las tres horas mínimas de fuego continuo. La ventanilla de inspección de la celda del seccionador dúplex no tiene instalada el vidrio de protección, en su lugar esta ventanilla se encuentra cubierta con un cartón.



**Iluminación:** el techo del cuarto eléctrico cuenta con salidas de iluminación empotradas en el techo, la fuente luminosa existente en el cuarto de transformación entrega un nivel de luxes adecuado. La fuente luminosa en el cuarto de control entrega un nivel luxes insuficientes, además la escalera tipo caracol que comunica el cuarto de control con el de transformación no esta bien iluminado.

**Otros:** Se encuentra demasiado polvo



en la subestación. El cuarto eléctrico es utilizado para almacenamiento de equipo utilizado en las funciones del auditorio.



### 3.8.3 Evaluación termográfica transformador y tablero general.

Según el reporte de termografía podemos hacer las siguientes apreciaciones:

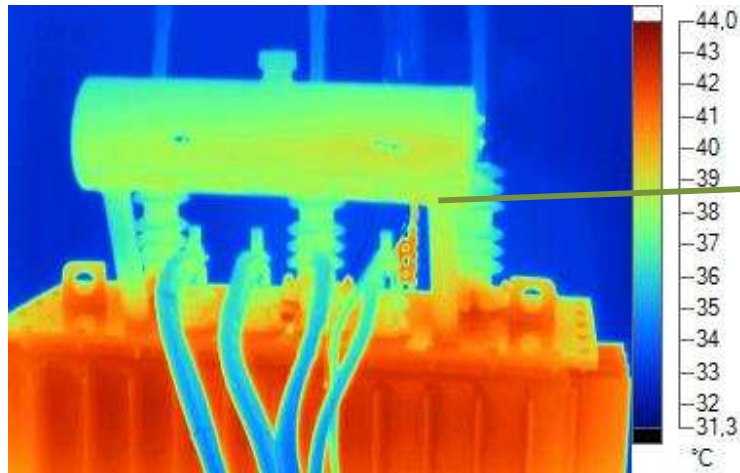
- Los transformadores no presentan puntos calientes en sus conexiones ni en sus cubas metálicas.
- El tablero general en baja tensión presenta algunos puntos calientes en la conexión de la acometida principal (totalizador principal No 1) a causa de

un mal ponchado de los bornes terminales se recomienda realizar mantenimiento preventivo urgente.

- El interruptor automático de la transferencia presenta un punto caliente en la conexión con la fase A, a causa de un mal ponchado de los bornes terminales. Los demás componentes del tablero general no presentan puntos calientes.

Tabla 60. Reportes de termografía transformador 1 Luis A. Calvo.

Evaluación termográfica Transformador 1 Luis A. Calvo.

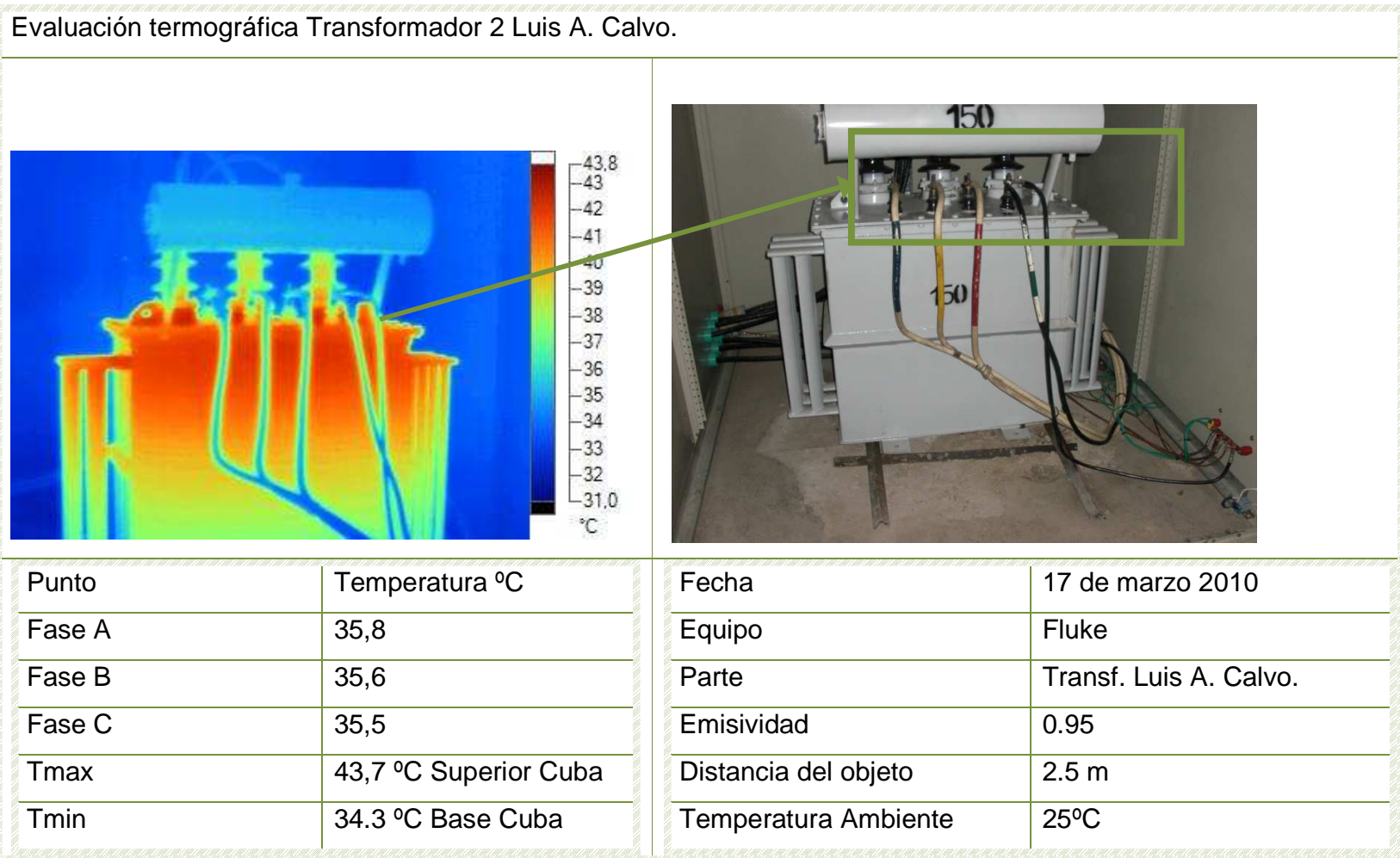


Punto	Temperatura °C
Fase A	35,6
Fase B	36,8
Fase C	36,5
Tmax	42,5 °C Superior cuba
Tmin	34.3 °C Base Cuba

Fecha	17 de marzo 2010
Equipo	Fluke
Parte	Transf. Luis A. Calvo.
Emisividad	0.95
Distancia del objeto	2.5 m
Temperatura Ambiente	25°C

Fuente: Autores

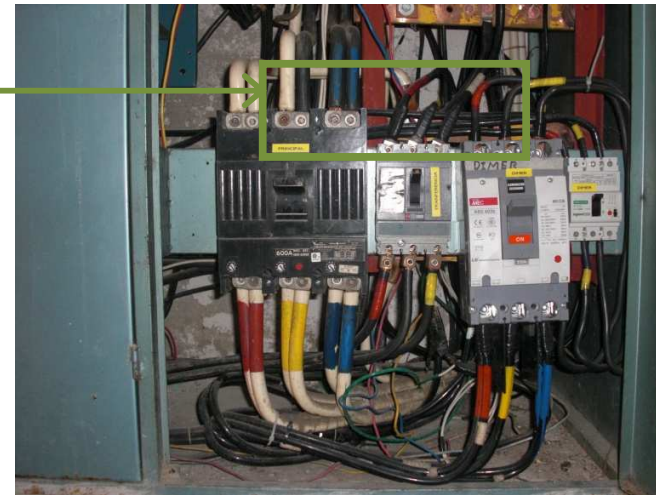
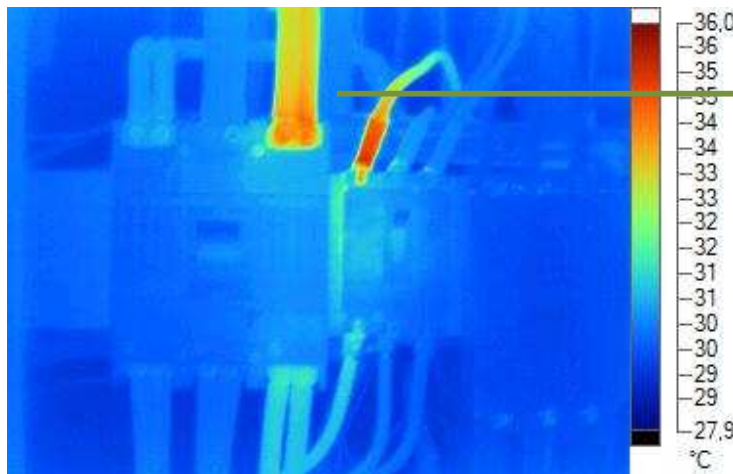
Tabla 61. Reportes de termografía transformador 2 Luis A. Calvo.



Fuente: Autores

Tabla 62. Reportes de termografía tablero general Luis A Calvo.

Evaluación termográfica Tablero General 1 Subestación Luis A. Calvo.



Punto	Temperatura °C
Fase A totalizador --	33.3
Fase B totalizador --	29.9
Fase C totalizador --	34,4
Tmax	36,9 °C
Tmin	27, 7 °C Gabinete

Fecha	17 de marzo 2010
Equipo	Fluke
Parte	Subestación Luis A. Calvo.
Emisividad	0.95
Distancia del objeto	2.5 m
Temperatura Ambiente	25°C

Fuente: Autores

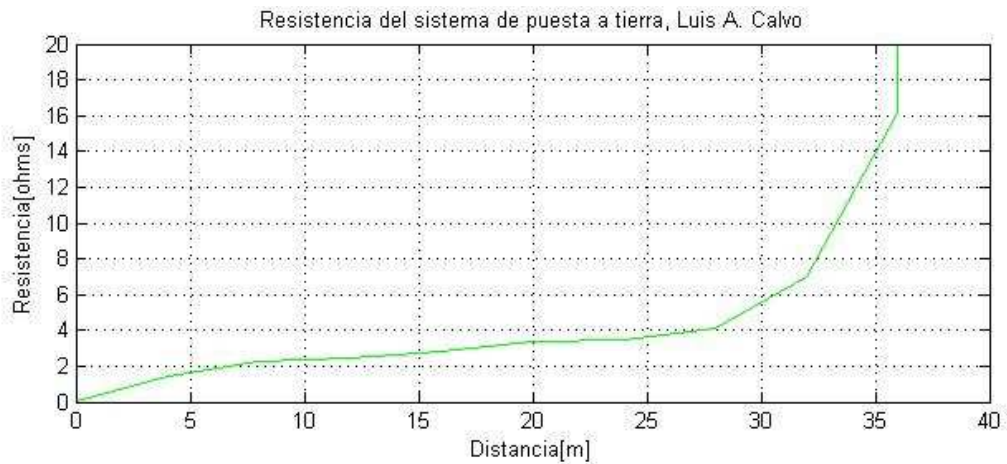
### 3.8.4 Evaluación del sistema de puesta a tierra

Tabla 63. Resistencia del sistema de puesta tierra, Luis A. Calvo.

Distancia [m]	0	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
Resistencia [ $\Omega$ ]	0	1,42	2,24	2,41	2,87	3,39	3,48	4,09	6,96	16,19	1630

Fuente: Autores

Figura 27. Resistencia del sistema de puesta a tierra, subestación Luis A. Calvo.



Fuente: Autores.

De la tabla de valores y la gráfica de medida de la resistencia del sistema de puesta a tierra se observa que la región plana de la curva se encuentra alrededor del 62% de distancia del electrodo de tensión, por lo tanto se puede afirmar que la resistencia del sistema de puesta a tierra de la subestación es de 3,88  $\Omega$ .

### 3.8.5 Evaluación de nivel de aislamiento

$$\text{Resistencia mínima de aislamiento Trafo} = \frac{1,5 * 13200}{\sqrt{100}} = 1980 [M\Omega]$$

Tabla 64. Medida de Resistencia del Transformador 1

Puntos de medida	Resistencia de aislamiento [MΩ]
Alta / Baja	15000
Alta / Tierra	14000
Baja / Tierra	9000

Fuente: Autores

$$\text{Resistencia mínima de aislamiento Trafo} = \frac{1,5 * 13200}{\sqrt{150}} = 1617[M\Omega]$$

Tabla 65. Medida de Resistencia del Transformador 2

Puntos de medida	Resistencia de aislamiento [MΩ]
Alta / Baja	8000
Alta / Tierra	8500
Baja / Tierra	6000

Fuente: Autores

Las lecturas finales de resistencia de aislamiento están por encima del valor mínimo recomendado por la NETA. Por lo tanto, se deduce que el aislamiento del transformador se encuentra en buenas condiciones.

## **4. ACCIONES CORRECTIVAS PARA LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS FASE II.**

Con base en la información del levantamiento eléctrico y de la evaluación de las variables de idoneidad de las subestaciones que se inspeccionaron, se hacen las siguientes recomendaciones clasificándolas a corto, media y largo plazo con el ánimo de superar dichas no conformidades.

### **4.1 SUBESTACIÓN EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II.**

#### **4.1.1 ACCIONES CORRECTIVAS A CORTO PLAZO.**

- a). Instalar una barrera removible de acrílico la cual debe ser instalada en el tablero general, para que no exista riesgo alguno de contacto directo o indirecto a personal no calificado.
  
- b). Delimitar las zonas de aproximación seguro, restringida y técnica, en la bóveda del transformador y en el cuarto de control.
  
- c). Instalar etiquetas donde se indique que existe riesgo eléctrico en las puertas de entrada a la bóveda del transformador y al cuarto de control.
  
- d). Conectar a tierra las puertas de la cubierta del transformador.
  
- e). Realizar mantenimiento preventivo a la subestación por lo menos una vez al año.

#### **4.1.2 ACCIONES CORRECTIVAS A MEDIANO PLAZO.**

- a). Reubicar las aberturas de ventilación existentes dentro de la bóveda para obtener una mejor disipación de las pérdidas del transformador
- b). Cambiar las protecciones e instalar el dispositivo de protección contra sobretensiones en el tablero general en baja tensión. Ver plano 1B, Anexo F1.

## **4.2 SUBESTACIÓN EDIFICIO ALVARÓ BELTRÁN PINZÓN.**

### **4.2.1 ACCIONES CORRECTIVAS A CORTO PLAZO.**

- a). Instalar una barrera removible de acrílico la cual debe ser instalada en el tablero general, para que no exista riesgo alguno de contacto directo o indirecto a personal no calificado.
  
- b). Delimitar las zonas de aproximación seguro, restringida y técnica, en la bóveda del transformador y en el cuarto de control.
  
- c). Instalar etiquetas donde se indique que existe riesgo eléctrico en la puerta de entrada a la subestación eléctrica.
  
- d). Reparar el tensor que mantiene abierto el dámper superior izquierdo.
- e). Tapar la caja de inspección que se encuentra ubicada al frente del tablero general.
- f). Reparar la lámpara que se encuentra instalada en la bóveda del transformador.
- g). Realizar mantenimiento preventivo a la subestación por lo menos una vez al año.

### **4.2.2 ACCIONES CORRECTIVAS A MEDIANO PLAZO.**

- a). Cambiar la tubería de PVC que se encuentra expuesta por tubería en acero galvanizado.
- b). Construir aberturas para la ventilación que den hacia el exterior del edificio para mejorar la ventilación de la bóveda.
- c). Cambio del tablero eléctrico, ya que con el actual no es posible la instalación de más dispositivos de protección para los circuitos que hagan parte de la futura expansión de carga.
- d). Implementar un drenaje para el foso de aceite de la bóveda del transformador, así como la construcción de un umbral para la puerta de la bóveda.

e). Cambiar las protecciones e instalar el dispositivo de protección contra sobretensiones en el tablero general en baja tensión. Ver plano 1B, Anexo F1.

### **4.3 SUBESTACIÓN EDIFICIO BIBLIOTECA.**

#### **4.3.1 ACCIONES CORRECTIVAS A CORTO PLAZO.**

a). Instalar una barrera removible de acrílico la cual debe ser instalada en el tablero general, para que no exista riesgo alguno de contacto directo o indirecto de personal no calificado.

b). Tapar la sección del cárcamo que se encuentra descubierta y aislar el conductor XLPE que actualmente se encuentra con sus terminales al aire.

c). Poner en funcionamiento los extractores de las celdas en las cuales están instalados los transformadores de la subestación.

d). Realizar mantenimiento preventivo a la subestación por lo menos una vez al año.

#### **4.3.2 ACCIONES CORRECTIVAS A MEDIANO PLAZO.**

a). Cambiar la reja de acceso a la subestación por una puerta de cierre hermético y con una resistencia al fuego de mínimo al fuego de tres horas.

b). Construir las bóvedas para los transformadores que actualmente se encuentran instalados en celdas autosoportadas. Ver figura en el plano 7, AnexoE2

b). Construir aberturas para la ventilación con sus respectivos dampers que den hacia el exterior del edificio para mejorar la ventilación. --Ver figura en el plano 7, Anexo E2.

d). Cambiar las protecciones e instalar el dispositivo de protección contra sobretensiones en el tablero general en baja tensión. Ver plano 1B, Anexo F1.

#### **4.4 SUBESTACIÓN EDIFICIO CENTIC.**

##### **4.4.1 ACCIONES CORRECTIVAS A CORTO PLAZO.**

- a). Instalar una barrera removible de acrílico la cual debe ser instalada en el tablero genera y en las bóvedas del transformador, para que no exista riesgo alguno de contacto directo o indirecto de personal no calificado.
- b). Delimitar las zonas de aproximación seguro, restringida y técnica, en la bóveda del transformador y en el cuarto de control.
- c). Instalar etiquetas donde se indique que existe riesgo eléctrico en las puertas de entrada a la bóveda del transformador y de entrada a la subestación.
- d). Realizar mantenimiento preventivo a la subestación por lo menos una vez al año.

##### **4.4.2 ACCIONES CORRECTIVAS A MEDIANO PLAZO.**

- a). Reubicar las aberturas de ventilación existentes dentro de la bóveda para obtener una mejor disipación de las perdidas del transformador. --Ver figura en el plano 6, Anexo E2.
- b). Incorporar a la bóveda del transformador un foso para recolectar el aceite, un sistema de drenaje y un umbral para la puerta de la bóveda. --Ver figura en el plano 61, Anexo E6.
- c). Instalar puertas cortafuego dotadas de barras antipánico en las bóvedas de los transformadores.
- d). Cambiar las protecciones e instalar el dispositivo de protección contra sobretensiones en el tablero general en baja tensión. Ver plano 1B, Anexo F1.

#### **4.5 SUBESTACIÓN EDIFICIO CIENCIAS HUMANAS.**

##### **4.5.1 ACCIONES CORRECTIVAS A CORTO PLAZO.**

- a). Instalar una barrera removible de acrílico la cual debe ser instalada en el tablero general, para que no exista riesgo alguno de contacto directo o indirecto a personal no calificado.

- b). Delimitar las zonas de aproximación seguro, restringida y técnica, en la bóveda del transformador y en el cuarto de control.
- c). Instalar etiquetas donde se indique que existe riesgo eléctrico en las puertas de entrada a la bóveda del transformador.
- d). Realizar mantenimiento preventivo a la subestación por lo menos una vez al año.

#### **4.5.2 ACCIONES CORRECTIVAS A MEDIANO PLAZO.**

- a). Construir aberturas de ventilación dentro de la bóveda para obtener una mejor disipación de las perdidas del transformador.
- b). Incorporar a la bóveda del transformador un foso para recolectar el aceite con sistema de drenaje.
- c). Instalar puerta cortafuego dotada de barra antipánico y pasamuros en la bóveda del transformador.
- d). Cambiar la tubería de pvc expuesta por tubería de acero galvanizado.
- e). Cambiar las protecciones e instalar el dispositivo de protección contra sobretensiones en el tablero general en baja tensión. Ver plano 1B, Anexo F1.

### **4.6 SUBESTACIÓN EDIFICIO COLISEO.**

#### **4.6.1 ACCIONES CORRECTIVAS A CORTO PLAZO.**

- a). Delimitar las zonas de aproximación seguro, restringida y técnica, en la bóveda del transformador y en el cuarto de control.
- b). Instalar etiquetas donde se indique que existe riesgo eléctrico en las puertas de entrada a la bóveda del transformador.
- c). Realizar mantenimiento preventivo a la subestación por lo menos una vez al año.
- d). Cambiar las protecciones e instalar el dispositivo de protección contra sobretensiones en el tablero general en baja tensión. Ver plano 1B, Anexo F1.

#### **4.6.2 ACCIONES CORRECTIVAS A MEDIANO PLAZO.**

- a). Construir un umbral para la puerta de la bóveda del transformador.

- b). Implementar el sistema de drenaje para el foso de aceite del transformador.
- c). Cambiar las protecciones e instalar el dispositivo de protección contra sobretensiones en el tablero general en baja tensión. Ver plano 1B, Anexo F1.

#### **4.7 SUBESTACIÓN EDIFICIO JORGE BAUTISTA VESGA.**

##### **4.7.1 ACCIONES CORRECTIVAS A CORTO PLAZO.**

- a) Instalar etiquetas las cuales indiquen que existe riesgo eléctrico en la puerta de entrada a la subestación.
- b). Realizar mantenimiento preventivo a la subestación por lo menos una vez al año.

##### **4.7.2 ACCIONES CORRECTIVAS A MEDIANO PLAZO.**

- a). Construir bóveda para el transformador, con apertura hacia el exterior del edificio. Ver figura en el plano 3, Anexo E2.
- b). Cambio del tablero eléctrico, ya que el actual no cumple con las distancias de seguridad, resguardo de las partes energizadas, marcación de circuitos y ya no es posible la instalación de más dispositivos de protección para los circuitos que hagan parte de la futura expansión de carga. Ver figura en plano 3, Anexo E2.
- c). El transformador actual presenta un índice de cargabilidad de 75,49% lo cual indica que aun hay 36,76 kVA disponibles para la proyección de la nueva carga, por tal motivo se ve conveniente seguir usando el mismo equipo.
- d). Cambiar las protecciones e instalar el dispositivo de protección contra sobretensiones en el tablero general en baja tensión. Ver plano 1B, Anexo F1.

#### **4.8 SUBESTACIÓN AUDITORIO LUIS A. CALVO.**

##### **4.8.1 ACCIONES CORRECTIVAS A CORTO PLAZO.**

- a). Realizar mantenimiento preventivo a la subestación por lo menos una vez al año.

- b). Mantener cerrado bajo llave el cuarto en el cual están instalados los transformadores para evitar que sigan disponiendo de este cuarto como bodega para almacenar la utilería del auditorio.
- c). Instalar etiquetas las cuales indiquen que existe riesgo eléctrico en la puerta de entrada al cuarto de control, la puerta de entrada al cuarto de los transformadores y en los módulos de dicho cuarto.

#### **4.8.2 ACCIONES CORRECTIVAS A MEDIANO PLAZO.**

- a). Construir las bóvedas para los transformadores. Ver figura en el plano 4 y 5, Anexo E2.
- b). Cambio del tablero eléctrico, ya el actual no cumple con las distancias de seguridad, resguardo de las partes energizadas, marcación de circuitos y ya no es posible la instalación de más dispositivos de protección para los circuitos que hagan parte una futura expansión de carga. Ver figura en plano 4 y 5, Anexo E2.
- c). Delimitar las zonas de aproximación seguro, restringida y técnica, en la bóveda del transformador y en el cuarto de control.
- d). Cambiar la puerta de acceso al cuarto de transformación ya que la que se encuentra instalada actualmente no es adecuada para su protección.
- e). El transformador (1) actual presenta un índice de cargabilidad del 23% lo cual indica que aun hay 77 kVA disponibles para la proyección de la nueva carga, por tal motivo se ve conveniente seguir usando el mismo equipo.
- f). El transformador (2) actual presenta un índice de cargabilidad del 65,34% lo cual indica que aun hay 51,98 kVA disponibles para la proyección de la nueva carga, por tal motivo se ve conveniente seguir usando el mismo equipo.
- g). Cambiar las protecciones e instalar el dispositivo de protección contra sobretensiones en el tablero general en baja tensión. Ver plano 1B, Anexo F1.

## CONCLUSIONES

Con la realización de este proyecto el campus central de la Universidad Industrial de Santander, cuenta con un estudio diagnóstico detallado de las subestaciones eléctricas de los edificios de Administración II, Álvaro Beltrán Pinzón, Biblioteca, CENTIC, Ciencias Humanas, Coliseo, Jorge Bautista Vesga y Luis A. Calvo, que permitirá decidir sobre cambios a realizar en las subestaciones, para que las mismas cumplan con lo establecido por la ley.

Con la implementación de la lista de chequeo con base en el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE versión Agosto de 2008) desarrollada en este proyecto la división de planta física tiene una herramienta eficaz para el control y verificación de la construcción de futuras obras eléctricas correspondientes a subestaciones y tableros principales en baja tensión.

Luego de realizar pruebas de aislamiento eléctrico a los transformadores de las subestaciones de los edificios de Administración II, Álvaro Beltrán Pinzón, Biblioteca, CENTIC, Ciencias Humanas, Coliseo, Jorge Bautista Vesga y Luis A. Calvo, se encontró que los transformadores de estas subestaciones poseen niveles de aislamiento aceptables no obstante se recomienda se les haga mantenimiento preventivo para aumentar sus resistencias de aislamiento.

El mantenimiento de las subestaciones y los tableros generales en baja tensión, es un tema de importancia; ya que con estos se pueden prevenir problemas futuros de las instalaciones.

El estado actual de algunas de las subestaciones eléctricas y de los tableros principales en baja tensión del campus central de la Universidad Industrial de Santander no proporcionan el nivel mínimo de seguridad para las personas requerido por la ley.

Este proyecto de presenta propuestas de mejoramiento a los peligros en potencia actualmente evidenciados; no obstante la aplicación de estas deben ir acompañadas del monitoreo y mantenimiento periódico del sistema ofreciendo las garantías necesarias para su funcionabilidad en el corto y mediano plazo.

El Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas es una herramienta acreditada por la ley que tiene como fin dar una garantía de confiabilidad y seguridad al usuario de instalaciones eléctricas; por consiguiente para garantizar la seguridad de los usuarios del campus central es necesario que las recomendaciones expuestas en este trabajo de grado se pongan en marcha, puesto que el riesgo eléctrico latente que existe en las subestaciones no es algo que se deba menospreciar y su incumplimiento además de atentar contra la seguridad de los usuarios puede llevar a futuras represarías por parte de la ley.

Antes de que se adoptase el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas como ley la gente que se desempeñaba en el ámbito de contrataciones eléctricas no le prestaba atención a los niveles mínimos de seguridad requeridos, tan solo por no invertir un poco más en las construcciones de estas instalaciones lo cual conlleva a poner en riesgo la vida de las personas.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] NETA. Acceptance Testing Specifications for Electric Power Distribution Equipment and Systems. 1999.
- [2] MEGGER. Guía Para Pruebas de Diagnóstico de Aislamiento. 2ª Edición. 2002.
- [3] AVO International. “Más vale prevenir...” La Guía Completa Para Pruebas de Aislamiento Eléctrico. 3ª Edición. 2000.
- [4] Reglamento Técnico de instalaciones eléctricas – RETIE. Resolución número 18 1294 de 6 de Agosto del 2008.
- [5] NETA. Asociación Internacional de Pruebas Eléctricas. Inspecciones con termografía, Cap. 9; 1999. p.189.
- [6] Vitoria, Teo. Mantenimiento predictivo de instalaciones eléctricas basado en termografía infrarroja.  
<http://www.aem.es/ArticulosPublicadosAutor.asp>
- [7] NFPA 70E. (National Fire Protection Association). Norma de seguridad eléctrica en el lugar de trabajo.
- [8] REAL DECRETO 614/2001, de 8 de junio, sobre riesgo eléctrico.  
<http://electricidad-viatger.blogspot.com/search?q=reglas+de+oro+para+trabajar>
- CODENSA E.S.P. Normas de diseño y construcción de redes eléctricas.
  - ESSA, 2005. “Normas Para el Cálculo y Diseño de sistemas de Distribución”. Revisión No. 3.
  - NFPA National Fire Protection Association “Manual de Inspección de Instalaciones eléctricas de la NFPA”.
  - Norma Técnica Colombiana – NTC 2050 – Código Eléctrico, primera actualización.
  - POWER VISTA. Manual de Analizador de Redes Eléctricas y Armónicos.
  - RAMÍREZ APONTE, Sergio Andrey. Levantamiento de las redes eléctricas externas de media tensión del campus central de la

Universidad Industrial de Santander. Universidad Industrial de Santander. 2007.

- Gregory, R. Stockton Infrared Thermography Services.  
<http://www.itc.com>
- CIDET. [www.cidet.com](http://www.cidet.com)

## ANEXOS

### ANEXO A. REGISTROS DE INSPECCIÓN.

#### A1. SUBESTACIÓN EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Administración II TENSION: 13200/214-124V CAPACIDAD INSTALADA: 300 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	DISTRIBUCION						OBSERVACIONES	
			CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD				
			SI	NO	N.A	G	M	L		
1	Todo proyecto de distribución debe contar con un diseño, con memorias de cálculos y planos de construcción, con el nombre, firma y matrícula profesional del responsable del diseño.	31.2 (a)		X						No existe proyecto.
2	Toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta extra alta tensión, debe disponer de un DPS.	17.6.1 (a)	X							
TIPO DE DISTRIBUCION : SUBTERRANEA										
1.	Las canalizaciones o ductos de protección de cables de media y baja tensión reúnen las condiciones y grado de protección adecuados para su uso.	34.2 (a)		X					X	No cumple Res. 224 SIC color verde tubería PVC.
2.	La distancia útil entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, entre otros) es mínima de 0,2 m. o se tomaron medidas adecuadas cuando dicha distancia no puede ser mantenida.	34.2 (c)			X					
3.	Se han tomado las medidas necesarias para que los conductores dentro de los ductos a lo largo de su recorrido mantengan la separación entre circuitos.	34.2 (d)	X							
4.	Los empalmes y derivaciones de los conductores son accesibles.	34.2 (e)	X							
5.	No existen canalizaciones sobre el nivel del suelo terminado.	34.2 (f)	X							
6.	Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja es una superficie firme, libre de discontinuidades y sin obstáculos. Dicho fondo no es menor a 0,7 m y se han tomado las medidas adecuadas para su protección mecánica y señalización.	34.2 (g)			X					
7.	Los ductos se colocaron con una pendiente mínima de 0.1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita un recubrimiento mínimo a 0,7 m de relleno sobre el ducto.	34.2 (h)	X							



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Administración II

TENSION: 13200/214-124V CAPACIDAD INSTALADA: 300 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
8.	Las uniones entre conductores aseguran la máxima hermeticidad posible y no alteran su sección transversal interna.	34.2 (i)	X						
9.	Los ductos metálicos existentes son galvanizados en caliente y están conectados eléctricamente a tierra.	34.2 (j)			X				
10.	En los ductos metálicos se han instalado dentro de ellos todos los conductores de un circuito incluido su conductor de puesta a tierra de protección.	34.2 (j)			X				
11.	Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones están alojados en un ducto que sale como mínimo 0,3 m del perímetro de la construcción.	34.2 (j)			X				
12.	Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, se realizan en cámaras o cajas de inspección.	34.2 (k)			X				
13.	Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida son las adecuadas para las funciones específicas.	34.2 (k)	X						
14.	Las cámaras de inspecciones están instaladas en tramos rectos, a distancias no mayores de 80 m entre sí.	34.2 (l)	X						
*	El color de los ductos subterráneos es de color verde	Res 224 SIC del 2005		X				X	
SECCIÓN			TRANSFORMACIÓN						
1.	El sistema de puesta a tierra es continuo y adecuado para la corriente de falla a tierra prevista.	15	X						
2.	Los transformadores refrigerados en aceite no están instalados en niveles o pisos que estén por encima de salios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a la ocupación permanentes de personas.	17.10.1 (b)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Administración II TENSION: 13200/214-124V CAPACIDAD INSTALADA: 300 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Los materiales utilizados para la construcción de la bóveda aseguran una resistencia al fuego mínimo de tres horas para un transformador aislado en aceite y una resistencia al fuego mínima de 1 hora para transformadores secos con potencia superior a 112,5 kVA.	17.10.1 (c)	X						
4.	El transformador está provisto de su respectiva placa de identificación.	17.10.2 (g)	X						
5.	Las celdas tienen puertas o tapas con un seguro para permanecer cerradas.	17.9.5			X				El trf se encuentra en bóveda la puerta de acceso permanece cerrada bajo llave.
6.	Se apropió del espacio adecuado para la construcción de la subestación y no está destinado a otros usos.	29.2	X						
7.	Existe una señal a la entrada de la subestación con el símbolo de riesgo eléctrico.	29.2 (c)		X		X			
8.	Los encerramientos utilizados por los equipos que conforman las subestaciones alojan en su interior los equipos de corte y seccionamiento.	29.2 (i)		X		X			No existen barreras
9.	Las cubiertas, puertas o distancias apropiadas no permiten el acceso a personal no calificados a barrajes o elementos energizados.	29.2 (j)		X			X		No existen barreras
10.	En la subestación no cruzan canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, a no ser que sean necesarios para el funcionamiento de la subestación.	29.2 (l)	X						
<b>SALAS DE OPERACIÓN MANDO Y CONTROL</b>									
1.	Los materiales de construcción tienen un alto punto de ignición.	29.3 (a)	X						
2.	Las instalaciones están libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no son utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.	29.3 (b)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Administración II

TENSION: 13200/214-124v

CAPACIDAD INSTALADA: 300 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Están suficientemente ventiladas, con el fin de mantener las temperaturas de operación dentro de los rangos debidos, regulados para minimizar la acumulación de contaminantes transportados por el aire, bajo cualquier condición de operación.	29.3 (c)		X			X		Poca circulación de Aire.
4.	Las instalaciones están secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, el equipo eléctrico debe ser diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.	29.3 (d)	X						
5.	Todo equipo fijo debe ser soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones del servicio. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tal como transformadores, puedan ser asegurados en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerza dinámicas durante su operación, podrá requerir medidas adicionales.	29.3 (e)	X						
6.	Existe una indicación ligada directamente a la posición de contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento.	29.3 (f)	X						
SUBESTACION DE MEDIA TENSION TIPO INTERIOR O EN EDIFICACIONES									
1.	El local de la subestación dentro de la edificación está ubicado en un sitio de fácil acceso desde exterior para personal calificado y a vehículos de transporte de equipos	30.2 (b)		X			X		Dificil acceso para vehiculos de carga o transporte de equipos.
2.	La persona no puede acceder el contacto de la zona energizada ni tocándola de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea.	30.2 (c)		X		X			No existen barreras.
3.	Las subestaciones de distribución secundaria deben asegurar que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema evitando que sobrepasen las distancias de seguridad, propias de los niveles de tensión.	30.2 (c)		X		X			No existen barreras. No hay señalización



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Administración II TENSION: 13200/214-124V CAPACIDAD INSTALADA: 300 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Las celdas tienen medios para controlar los efectos de un arco mediante la evacuación de gases hacia arriba, hacia los costados, hacia atrás o dos metros por encima del frente.	30.2 (d)			X				
5.	Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.	30.2 (d)	X						
6.	Las piezas susceptibles de desprenderse en las celdas están firmemente aseguradas.	30.2 (d)	X						
7.	Existen conexiones efectivas en el sistema de puesta a tierra.	30.2 (d)	X						
8.	La subestación dispone del numero y forma apropiada de salidas para evitar que un operador quede atrapado en caso de un accidente.	30.2 (e)	X						
9.	Los transformadores mayores de 600V cuentan con dispositivos de protección de sobrecorriente en el primario y secundario y están adecuadamente dimensionadas.	NTC2050 tabla 450-3.a).1)	X						
10.	Los transformadores refrigerados en aceite para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-42	X						
11.	Los transformadores de tipo seco de más de 112,5 kVA para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-21 (b)			X				
12.	Las Bóvedas para transformadores cuentan con la ventilación del aire exterior.	NTC2050 450-41		X			X		Instalar puerta tipo persiana para una mejor circulación de aire.
13.	Los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta a la bóveda están protegidos con una puerta cortafuego con resistencia al fuego de tres horas.	NTC2050 450-43 (a)	X						
14.	Los vanos de puertas cuentan con umbrales adecuados para recoger dentro de la bóveda el aceite de transformador más grande que pudiere haber.	NTC2050 450-43 (b)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Administración II TENSION: 13200/214-124V CAPACIDAD INSTALADA: 300 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
15.	Se han tomado las medidas adecuadas en la bóveda del transformador para confinar el posible derrame de aceite dieléctrico en la bóveda cuando las regulaciones ambientales no permitan su drenaje.	NTC2050 450-27	X						
16.	Las puertas tienen cerraduras y se mantienen cerradas, permitiéndose el acceso solo a personas calificadas además tienen apertura hacia fuera y están dotadas de barras antipánico.	NTC2050 450-43 (c).	X						
17.	La bóveda cuenta con las aberturas de ventilación suficientes y están apropiadamente ubicadas.	NTC2050 450-45		X					No estan ubicadas apropiadamente.
18.	Todas las aberturas alrededor de cables que atraviesan los muros de la bóveda del transformador están protegidas contra el fuego mediante métodos adecuados.	NTC2050 300-21	X						
<b>CELDA DE MEDIA TENSION</b>									
1.	La celda de media tensión tiene adherida de manera clara, permanente y visible, la siguiente información: Tensión(es) nominal(es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Marca registrada del fabricante, El símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	17.9.3			X				
2.	El fabricante de tableros y celdas ha puesto a disposición del usuario, la siguiente información: grado de protección, diagrama unifilar del tablero, tipo de ambiente para el cual fue diseñado, rotulado para la identificación de circuitos individuales...	17.9.4	X						
<b>DISTANCIAS DE SEGURIDAD</b>									
1.	Las zonas dedicadas a circulación de personal son claramente identificables dentro de la subestación.	13.4 y Fig. 9		X		X			No hay señalización
2.	Se han instalado etiquetas donde se indica el nivel de riesgo que presenta un determinado equipo	13.4		X		X			No hay etiquetas
3.	Se utilizan los elementos de protección personal acordes con el nivel de riesgo.	13.4	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Administración II TENSION: 13200/224-124 CAPACIDAD INSTALADA: 300 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Se dan a conocer los límites de aproximación a partes energizadas de equipos.	13.4 tabla 20		X		X			
5.	El límite de aproximación restringida está señalizado y facilita al personal no autorizado identificar el máximo acercamiento permitido.	13.4		X		X			
6.	La profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia las partes energizadas no debe ser inferior a la estipulada en la tabla 110-16.a) para 600 V nominales o menos (ver excepciones).	NTC2050 110-16.a).1)	X						
7.	El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico, es el ancho del equipo o 0,75 m, el q sea mayor.(600 V nominales o menos)	NTC2050 110-16.a).2)	X						
8.	La altura mínima hasta el techo de los espacio de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución es de 1,90 m.	NTC2050 110-16.e)	X						
9.	Los equipos se encuentran ubicados en espacios dedicados y están protegidos contra daños con las medidas adecuadas.	NTC2050 110-16.f).1)	X						
10.	Las entradas a todos los edificios, cuartos o encerramientos que contienen partes energizadas expuestas o conductores expuestos a más de 600 V nominales, se mantienen cerradas con llave.	NTC2050 110-34.c)	X						
11.	Cuando la tensión supera los 600 V nominales, existen señales de advertencia permanentes y bien a la vista, en los cuales se indica: "PELIGRO – ALTA TENSION – PROHIBIDA LA ENTRADA".	NTC2050 110-34.c)		X		X			No existen.
<b>TABLEROS DE BAJA TENSION</b>									
1.	Los encerramientos de estos tableros son resistentes a los efectos de la humedad y la corrosión.	17.9.1 (a)	X						
2.	Los tableros son resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tener un grado de protección contra sólidos no mayores de 12,5 mm, líquidos de acuerdo al lugar de operación y contacto directo.	17.9.1 (e)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Administración II TENSION: 13200/214-124V CAPACIDAD INSTALADA: 300 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Todo tablero tiene su respectivo diagrama unifilar actualizado.	17.9.1 (h)	X						
4.	Toda parte conductora de corriente es rígida y está construida en plata, una aleación de plata, cobre. No se debe utilizar hierro o acero en una parte que a conducir corriente.	17.9.1.1 (a)	X						
5.	Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se utilizan tornillos de acero, tuercas y clavijas de conexión.	17.9.1.1 (b)	X						
6.	La capacidad de corriente de los barrajes de fase no es menor que la proyectada para los conductores del alimentador del tablero. Todos los barrajes, incluido el del neutro y el de tierra se están montados sobre aisladores.	17.9.1.1 (c)	X						
7.	La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, es 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.	17.9.1.1 (d)	X						
8.	Todas las partes externas del panel están puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se identifican con el símbolo de puesta a tierra.	17.9.1.1 (e)	X						
9.	Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos están en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema.	17.9.1.1 (f)	X						
10.	Cada circuito de derivación dispone de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.	17.9.1.2 (b)	X						
11.	Se indica la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.	17.9.1.2 (d)		X		X			No esta indicado.
12.	Se provee de un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los circuitos derivados.	17.9.1.2 (e)	X						
13.	No existe la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simulaar barrajes .	17.9.1.2 (f)		X		X			



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Administración II TENSION: 13200/214-124v CAPACIDAD INSTALADA: 300 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
14.	El tablero tiene un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados	17.9.1.2 (g)	X						
15.	La instalación del tablero tiene en cuenta el código de colores establecido en la tabla 13 del RETIE e identificar cada uno de los circuitos.	17.9.1.2 (h)	X						
SECCIÓN		SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y EQUIPOTENCIALIZACIÓN							
ACOMETIDA									
1.	Los electrodos de puesta a tierra cumplen lo dispuesto en el artículo 15 del RETIE numeral 3,1 "electrodos de puesta a tierra". Tabla 23.	15.3.1	X						
2.	Existe un único puente equipotencial principal en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte y está lo más cerca posible a la acometida o al transformador.	37.2 (f)	X						
3.	El calibre del conductor puesto a tierra de la acometida es el adecuado.	NTC2050 250-23 (b)	X						
4.	Los sistemas derivados independientes están apropiadamente puestos a tierra, tienen puente de conexión equipotencial y conexión a un electrodo de puesta a tierra	NTC2050 250-26	X						
5.	Las canalizaciones y encerramientos metálicos de la acometida están correctamente equipotencializados.	NTC2050 250-72 250-75	X						
6.	El calibre de los puentes equipotenciales en el equipo de acometida son los adecuados.	NTC2050 250-72 250-94	X						
7.	El calibre, tipo e instalación del puente equipotencial principal es el adecuado.	NTC2050 250-79	X						
8.	Las tuberías metálicas de agua expuestas, en el área de los sistemas derivados independientes están equipotencializados	NTC2050 250-80			X				
9.	Las tuberías metálicas de agua expuestas dentro de la edificación están equipotencializadas.	NTC2050 250-80 (a)			X				



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Administración II TENSION: 13200/214-124V CAPACIDAD INSTALADA: 300 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Todos los componentes que forma parte del sistema de puesta a tierra de la subestación están debidamente equipotencializados.	15.2 NTC2050 250-83 (c)	X						
5.	Todos los electrodos se encuentra enterrados en su totalidad.	15.3 NTC2050 250-83 (c)	X						
6.	El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la tierra son accesibles, la parte superior del electrodo enterrado debe quedar mínimo a 15 cm de la superficie.	15.3.1 NTC2050 250-112	X						
7.	Los conductores de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalman, de emplean las técnicas adecuadas o métodos certificados.	15.3.3 (c) NTC2050 250-91 (a)	X						
8.	El valor de la resistencia de puesta a tierra no es mayor al indicado en la tabla 25 del Reglamento.	15.4	X						3,92 Ω.

## A2. SUBESTACIÓN EDIFICIO ALVARÓ BELTRÁN PINZÓN



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

### LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Alvaro Beltran Pinzon TENSION: 13200/214-123V CAPACIDAD INSTALADA: 225 [KVA]

SECCIÓN		DISTRIBUCION							OBSERVACIONES
ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			
			SI	NO	N.A	G	M	L	
1	Todo proyecto de distribución debe contar con un diseño, con memorias de cálculos y planos de construcción, con el nombre, firma y matrícula profesional del responsable del diseño.	31.2 (a)		X		X			No se encontro planos ni memorias de calculo.
2	Toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta extra alta tensión, debe disponer de un DPS.	17.6.1 (a)	X						
TIPO DE DISTRIBUCION : SUBTERRANEA									
1.	Las canalizaciones o ductos de protección de cables de media y baja tensión reúnen las condiciones y grado de protección adecuados para su uso.	34.2 (a)		X			X		Sobresalen de la pared tubería PVC con una unión galvanizada continuando con tubería galv.
2.	La distancia útil entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, entre otros) es mínima de 0,2 m. o se tomaron medidas adecuadas cuando dicha distancia no puede ser mantenida.	34.2 (c)	X						
3.	Se han tomado las medidas necesarias para que los conductores dentro de los ductos a lo largo de su recorrido mantengan la separación entre circuitos.	34.2 (d)	X						
4.	Los empalmes y derivaciones de los conductores son accesibles.	34.2 (e)	X						
5.	No existen canalizaciones sobre el nivel del suelo terminado.	34.2 (f)	X						
6.	Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja es una superficie firme, libre de discontinuidades y sin obstáculos. Dicho fondo no es menor a 0,7 m y se han tomado las medidas adecuadas para su protección mecánica y señalización.	34.2 (g)			X				
7.	Los ductos se colocaron con una pendiente mínima de 0.1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita un recubrimiento mínimo a 0,7 m de relleno sobre el ducto.	34.2 (h)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Alvaro Beltran Pinzon TENSION: 13200/214-123V CAPACIDAD INSTALADA: 225 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
8.	Las uniones entre conductores aseguran la máxima hermeticidad posible y no alteran su sección transversal interna.	34.2 (i)	X						
9.	Los ductos metálicos existentes son galvanizados en caliente y están conectados eléctricamente a tierra.	34.2 (i)	X						
10.	En los ductos metálicos se han instalado dentro de ellos todos los conductores de un circuito incluido su conductor de puesta a tierra de protección.	34.2 (i)	X						
11.	Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones están alojados en un ducto que sale como mínimo 0,3 m del perímetro de la construcción.	34.2 (j)	X						
12.	Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, se realizan en cámaras o cajas de inspección.	34.2 (k)	X						
13.	Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida son las adecuadas para las funciones específicas.	34.2 (k)	X						
14.	Las cámaras de inspecciones están instaladas en tramos rectos, a distancias no mayores de 80 m entre sí.	34.2 (l)	X						
*	El color de los ductos subterráneos es de color verde	Res 224 SIC del 2001	X						
SECCIÓN			TRANSFORMACIÓN						
1.	El sistema de puesta a tierra es continuo y adecuado para la corriente de falla a tierra prevista.	15	X						
2.	Los transformadores refrigerados en aceite no están instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a la ocupación permanentes de personas.	17.10.1 (b)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Alvaro Beltran Pinzon TENSION: 13200/214-123V CAPACIDAD INSTALADA: 225 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Los materiales utilizados para la construcción de la bóveda aseguran una resistencia al fuego mínimo de tres horas para un transformador aislado en aceite y una resistencia al fuego mínima de 1 hora para transformadores secos con potencia superior a 112,5 KVA.	17.10.1 (c)	X						
4.	El transformador está provisto de su respectiva placa de identificación.	17.10.2 (g)	X						
5.	Las celdas tienen puertas o tapas con un seguro para permanecer cerradas.	17.9.5			X				La subestación es aislada en aceite luego se encuentra en una bóveda bajo llave.
6.	Se apropió del espacio adecuado para la construcción de la subestación y no está destinado a otros usos.	29.2	X						
7.	Existe una señal a la entrada de la subestación con el simbolo de riesgo eléctrico.	29.2 (c)		X		X			
8.	Los encerramientos utilizados por los equipos que conforman las subestaciones alojan en su interior los equipos de corte y seccionamiento.	29.2 (i)	X						
9.	Las cubiertas, puertas o distancias apropiadas no permiten el acceso a personal no calificados a barrajes o elementos energizados.	29.2 (j)		X		X			No existen barreras aislantes esto produce un alto riesgo de accidentes.
10.	En la subestación no cruzan canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, a no ser que sean necesarios para el funcionamiento de la subestación.	29.2 (l)	X						
<b>SALAS DE OPERACION MANDO Y CONTROL</b>									
1.	Los materiales de construcción tienen un alto punto de ignición.	29.3 (a)	X						
2.	Las instalaciones están libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no son utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.	29.3 (b)		X				X	• Polvo en las instalaciones • Se usa la subestacion como bodega.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Alvaro Beltrán Pinzon TENSION: 13200/214-123V CAPACIDAD INSTALADA: 225 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Están suficientemente ventiladas, con el fin de mantener las temperaturas de operación dentro de los rangos debidos, regulados para minimizar la acumulación de contaminantes transportados por el aire, bajo cualquier condición de operación.	29.3 (c)		X			X		• Mala ubicación de los dampers. • La puerta de acceso no permite la entrada de aire.
4.	Las instalaciones están secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, el equipo eléctrico debe ser diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.	29.3 (d)	X						
5.	Todo equipo fijo debe ser soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones del servicio. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tal como transformadores, puedan ser asegurados en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerza dinámicas durante su operación, podrá requerir medidas adicionales.	29.3 (e)	X						
6.	Existe una indicación ligada directamente a la posición de contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento.	29.3 (f)	X						
SUBESTACION DE MEDIA TENSION TIPO INTERIOR O EN EDIFICACIONES									
1.	El local de la subestación dentro de la edificación está ubicado en un sitio de fácil acceso desde exterior para personal calificado y a vehículos de transporte de equipos	30.2 (b)	X						
2.	La persona no puede acceder el contacto de la zona energizada ni tocándola de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea.	30.2 (c)		X		X			No hay barreras
3.	Las subestaciones de distribución secundaria deben asegurar que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema evitando que sobrepasen las distancias de seguridad, propias de los niveles de tensión.	30.2 (c)		X		X			• No hay barreras • No hay señalización.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Alvaro Beltran Pinzon TENSION: 13200/214 - 123V CAPACIDAD INSTALADA: 225 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Las celdas tienen medios para controlar los efectos de un arco mediante la evacuación de gases hacia arriba, hacia los costados, hacia atrás o dos metros por encima del frente.	30.2 (d)			X				
5.	Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.	30.2 (d)	X						
6.	Las piezas susceptibles de desprenderse en las celdas están firmemente aseguradas.	30.2 (d)	X						
7.	Existen conexiones efectivas en el sistema de puesta a tierra.	30.2 (d)	X						
8.	La subestación dispone del numero y forma apropiada de salidas para evitar que un operador quede atrapado en caso de un accidente.	30.2 (e)		X		X			La puerta de acceso no es antipánico.
9.	Los transformadores mayores de 600V cuentan con dispositivos de protección de sobrecorriente en el primario y secundario y están adecuadamente dimensionadas.	NTC2050 tabla 450-3.a).1)	X						
10.	Los transformadores refrigerados en aceite para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-42	X						
11.	Los transformadores de tipo seco de más de 112,5 kVA para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-21 (b)			X				
12.	Las Bóvedas para transformadores cuentan con la ventilación del aire exterior.	NTC2050 450-41		X					La bóveda tiene dampers pero la puerta de acceso no brinda ventilación suficiente.
13.	Los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta a la bóveda están protegidos con una puerta cortafuego con resistencia al fuego de tres horas.	NTC2050 450-43 (a)	X						
14.	Los vanos de puertas cuentan con umbrales adecuados para recoger dentro de la bóveda el aceite de transformador más grande que pudiere haber.	NTC2050 450-43 (b)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Alvaro Beltran Pinzon TENSION: 13200/214-123 V CAPACIDAD INSTALADA: 225 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
15.	Se han tomado las medidas adecuadas en la bóveda del transformador para confinar el posible derrame de aceite dieléctrico en la bóveda cuando las regulaciones ambientales no permitan su drenaje.	NTC2050 450-27	X						
16.	Las puertas tienen cerraduras y se mantienen cerradas, permitiéndose el acceso solo a personas calificadas además tienen apertura hacia fuera y están dotadas de barras antipánico.	NTC2050 450-43 (c).	X						
17.	La bóveda cuenta con las aberturas de ventilación suficientes y están apropiadamente ubicadas.	NTC2050 450-45		X		X			Una se encuentra dañada.
18.	Todas las aberturas alrededor de cables que atraviesan los muros de la bóveda del transformador están protegidas contra el fuego mediante métodos adecuados.	NTC2050 300-21	X						
<b>CELDA DE MEDIA TENSION</b>									
1.	La celda de media tensión tiene adherida de manera clara, permanente y visible, la siguiente información: Tensión(es) nominal(es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Marca registrada del fabricante, El símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	17.9.3			X				
2.	El fabricante de tableros y celdas ha puesto a disposición del usuario, la siguiente información: grado de protección, diagrama unifilar del tablero, tipo de ambiente para el cual fue diseñado, rotulado para la identificación de circuitos individuales...	17.9.4			X				
<b>DISTANCIAS DE SEGURIDAD</b>									
1.	Las zonas dedicadas a circulación de personal son claramente identificables dentro de la subestación.	13.4 y Fig. 9		X		X			Zonas NO delimitadas
2.	Se han instalado etiquetas donde se indica el nivel de riesgo que presenta un determinado equipo	13.4		X		X			
3.	Se utilizan los elementos de protección personal acordes con el nivel de riesgo.	13.4	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Alvaro Beltrán Pinzón TENSION: 13200/214-123 V CAPACIDAD INSTALADA: 225 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Se dan a conocer los límites de aproximación a partes energizadas de equipos.	13.4 tabla 20		X					No hay pintura reflectiva para señalar límites.
5.	El límite de aproximación restringida está señalado y facilita al personal no autorizado identificar el máximo acercamiento permitido.	13.4		X		X			
6.	La profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia las partes energizadas no debe ser inferior a la estipulada en la tabla 110-16.a) para 600 V nominales o menos (ver excepciones).	NTC2050 110-16.a).1)	X						
7.	El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico, es el ancho del equipo o 0,75 m, el q sea mayor.(600 V nominales o menos)	NTC2050 110-16.a).2)	X						
8.	La altura mínima hasta el techo de los espacio de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución es de 1,90 m.	NTC2050 110-16.e)	X						
9.	Los equipos se encuentran ubicados en espacios dedicados y están protegidos contra daños con las medidas adecuadas.	NTC2050 110-16.f).1)	X						
10.	Las entradas a todos los edificios, cuartos o encerramientos que contienen partes energizadas expuestas o conductores expuestos a más de 600 V nominales, se mantienen cerradas con llave.	NTC2050 110-34.c)	X						
11.	Cuando la tensión supera los 600 V nominales, existen señales de advertencia permanentes y bien a la vista, en los cuales se indica: "PELIGRO – ALTA TENSIÓN – PROHIBIDA LA ENTRADA".	NTC2050 110-34.c)	X						
<b>TABLEROS DE BAJA TENSIÓN</b>									
1.	Los encerramientos de estos tableros son resistentes a los efectos de la humedad y la corrosión.	17.9.1 (a)	X						
2.	Los tableros son resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tener un grado de protección contra sólidos no mayores de 12,5 mm, líquidos de acuerdo al lugar de operación y contacto directo.	17.9.1 (e)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Alvaro Beltran Pinzon TENSION: 13200/214-123V CAPACIDAD INSTALADA: 225 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Todo tablero tiene su respectivo diagrama unifilar actualizado.	17.9.1 (h)		X			X		<i>No se encuentra ningun tipo de plano.</i>
4.	Toda parte conductora de corriente es rígida y está construida en plata, una aleación de plata, cobre. No se debe utilizar hierro o acero en una parte que a conducir corriente.	17.9.1.1 (a)	X						
5.	Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se utilizan tornillos de acero, tuercas y clavijas de conexión.	17.9.1.1 (b)	X						
6.	La capacidad de corriente de los barrajes de fase no es menor que la proyectada para los conductores del alimentador del tablero. Todos los barrajes, incluido el del neutro y el de tierra se están montados sobre aisladores.	17.9.1.1 (c)	X						
7.	La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, es 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.	17.9.1.1 (d)	X						
8.	Todas las partes externas del panel están puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se identifican con el símbolo de puesta a tierra.	17.9.1.1 (e)		X		X			<i>La puerta del tablero de B.T no se encuentra aterrizado.</i>
9.	Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos estan en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema.	17.9.1.1 (f)	X						
10.	Cada circuito de derivación dispone de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.	17.9.1.2 (b)	X						
11.	Se indica la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.	17.9.1.2 (d)		X				X	<i>No hay señalizaciones.</i>
12.	Se provee de un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los circuitos derivados.	17.9.1.2 (e)	X						
13.	No existe la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simulaar barrajes .	17.9.1.2 (f)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Alvaro Beltran Pinzon TENSION: 13200/214-123V CAPACIDAD INSTALADA: 225 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
14.	El tablero tiene un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados	17.9.1.2 (g)	X						
15.	La instalación del tablero tiene en cuenta el código de colores establecido en la tabla 13 del RETIE e identificar cada uno de los circuitos.	17.9.1.2 (h)	X						
SECCIÓN		SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y EQUIPOTENCIALIZACION							
ACOMETIDA									
1.	Los electrodos de puesta a tierra cumplen lo dispuesto en el artículo 15 del RETIE numeral 3,1 "electrodos de puesta a tierra". Tabla 23.	15.3.1	X						
2.	Existe un único puente equipotencial principal en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte y está lo más cerca posible a la acometida o al transformador.	37.2 (f)	X						
3.	El calibre del conductor puesto a tierra de la acometida es el adecuado.	NTC2050 250-23 (b)	X						
4.	Los sistemas derivados independientes están apropiadamente puestos a tierra, tienen puente de conexión equipotencial y conexión a un electrodo de puesta a tierra	NTC2050 250-26	X						
5.	Las canalizaciones y encerramientos metálicos de la acometida están correctamente equipotencializados.	NTC2050 250-72 250-75	X						
6.	El calibre de los puentes equipotenciales en el equipo de acometida son los adecuados.	NTC2050 250-72 250-94	X						
7.	El calibre, tipo e instalación del puente equipotencial principal es el adecuado.	NTC2050 250-79	X						
8.	Las tuberías metálicas de agua expuestas, en el área de los sistemas derivados independientes están equipotencializados	NTC2050 250-80			X				
9.	Las tuberías metálicas de agua expuestas dentro de la edificación están equipotencializadas.	NTC2050 250-80 (a)			X				



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Alvaro Beltrán Pinzón TENSION: 13200/214-123V CAPACIDAD INSTALADA: 225 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
10.	Los miembros estructurales metálicos de la edificación están equipotencializados.	NTC2050 250-80 (c)	X						
11.	Los electrodos de puesta a tierra tienen las dimensiones adecuadas y se encuentran instalados de manera apropiada.	NTC2050 250-83 (c)	X						
12.	El conductor del electrodo de puesta a tierra no tiene empalmes o si los tiene están ejecutados con métodos probados o certificados.	NTC2050 250-91 (a)	X						
13.	El conductor del electrodo de puesta a tierra está protegido y asegurado.	NTC2050 250-92 (a)	X						
14.	La canalización metálica del conductor del electrodo de puesta a tierra esta equipotencializado en sus dos extremos.	NTC2050 250-92 (b)	X						
15.	El conductor del electrodo de puesta a tierra tiene el calibre adecuado.	NTC2050 250-94	X						
16.	La conexión al electrodo de puesta a tierra es accesible e inspeccionable (tiene caja de inspección es de 30x30 cm en instalaciones domiciliarias)	15.2 (d) NTC2050 250-112	X						
17.	La conexión al electrodo de puesta a tierra utiliza métodos aprobados o los conectores usados corresponden con los certificados de producto recibidos.	15.2 NTC2050 250-115	X						
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ETAPAS TRANSFORMACION Y DISTRIBUCION</b>									
1.	Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas no son incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra.	15.2	X						
2.	Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puesta a tierra deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conectores certificados para su uso.	15.2 NTC2050 250-81	X						
3.	Los electrodos de puesta a tierra no son de aluminio.	15.2 (e) NTC2050 250-	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Alvaro Beltran Pinzon TENSION: 13200/213-123V CAPACIDAD INSTALADA: 225 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Todos los componentes que forma parte del sistema de puesta a tierra de la subestación están debidamente equipotencializados.	15.2 NTC2050 250-83 (c)		X		X			Faltan puestas a tierra en los tableros.
5.	Todos los electrodos se encuentra enterrados en su totalidad.	15.3 NTC2050 250-83 (c)	X						
6.	El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la tierra son accesibles, la parte superior del electrodo enterrado debe quedar mínimo a 15 cm de la superficie.	15.3.1 NTC2050 250-112	X						
7.	Los conductores de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalman, de emplean las técnicas adecuadas o métodos certificados.	15.3.3 (c) NTC2050 250-91 (a)	X						
8.	El valor de la resistencia de puesta a tierra no es mayor al indicado en la tabla 25 del Reglamento.	15.4	X						6,86 Ω.

### A3. SUBESTACIÓN EDIFICIO BIBLIOTECA



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

#### LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Biblioteca TENSION: 13200 / 440-254v / 520-127v CAPACIDAD INSTALADA: 630 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	DISTRIBUCION						OBSERVACIONES	
			CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD				
			SI	NO	N.A	G	M	L		
1	Todo proyecto de distribución debe contar con un diseño, con memorias de cálculos y planos de construcción, con el nombre, firma y matrícula profesional del responsable del diseño.	31.2 (a)		X				X		No se encuentra diseño, ni memorias de calculo.
2	Toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta extra alta tensión, debe disponer de un DPS.	17.6.1 (a)	X							
<b>TIPO DE DISTRIBUCION : SUBTERRANEA</b>										
1.	Las canalizaciones o ductos de protección de cables de media y baja tensión reúnen las condiciones y grado de protección adecuados para su uso.	34.2 (a)	X							
2.	La distancia útil entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, entre otros) es mínima de 0,2 m. o se tomaron medidas adecuadas cuando dicha distancia no puede ser mantenida.	34.2 (c)	X							
3.	Se han tomado las medidas necesarias para que los conductores dentro de los ductos a lo largo de su recorrido mantengan la separación entre circuitos.	34.2 (d)	X							
4.	Los empalmes y derivaciones de los conductores son accesibles.	34.2 (e)	X							
5.	No existen canalizaciones sobre el nivel del suelo terminado.	34.2 (f)	X							
6.	Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja es una superficie firme, libre de discontinuidades y sin obstáculos. Dicho fondo no es menor a 0,7 m y se han tomado las medidas adecuadas para su protección mecánica y señalización.	34.2 (g)			X					
7.	Los ductos se colocaron con una pendiente mínima de 0.1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita un recubrimiento mínimo a 0,7 m de relleno sobre el ducto.	34.2 (h)	X							



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Biblioteca TENSION: 13200/220-127 V  
440-254 V CAPACIDAD INSTALADA: 630 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
8.	Las uniones entre conductores aseguran la máxima hermeticidad posible y no alteran su sección transversal interna.	34.2 (i)			X				
9.	Los ductos metálicos existentes son galvanizados en caliente y están conectados eléctricamente a tierra.	34.2 (i)			X				
10.	En los ductos metálicos se han instalado dentro de ellos todos los conductores de un circuito incluido su conductor de puesta a tierra de protección.	34.2 (i)			X				
11.	Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones están alojados en un ducto que sale como mínimo 0,3 m del perímetro de la construcción.	34.2 (j)	X						
12.	Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, se realizan en cámaras o cajas de inspección.	34.2 (k)	X						
13.	Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida son las adecuadas para las funciones específicas.	34.2 (k)	X						
14.	Las cámaras de inspecciones están instaladas en tramos rectos, a distancias no mayores de 80 m entre sí.	34.2 (l)	X						
*	El color de los ductos subterráneos es de color verde	Res 224 SIC del 2001	X						
SECCIÓN			TRANSFORMACIÓN						
1.	El sistema de puesta a tierra es continuo y adecuado para la corriente de falla a tierra prevista.	15	X						
2.	Los transformadores refrigerados en aceite no están instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a la ocupación permanentes de personas.	17.10.1 (b)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Biblioteca

TENSION: 13200/440-254V  
220-127V

CAPACIDAD INSTALADA: 630 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Los materiales utilizados para la construcción de la bóveda aseguran una resistencia al fuego mínimo de tres horas para un transformador aislado en aceite y una resistencia al fuego mínima de 1 hora para transformadores secos con potencia superior a 112,5 kVA.	17.10.1 (c)		X		X			No existe bóveda con resistencia al fuego. Transformadores alojados en celdas
4.	El transformador está provisto de su respectiva placa de identificación.	17.10.2 (g)		X			X		Se la robaron.
5.	Las celdas tienen puertas o tapas con un seguro para permanecer cerradas.	17.9.5	X						No es apropiada para el tipo de transformador.
6.	Se apropió del espacio adecuado para la construcción de la subestación y no está destinado a otros usos.	29.2		X		X			Espacio reducido para alojar 2 tifs. Ampliar subestación.
7.	Existe una señal a la entrada de la subestación con el símbolo de riesgo eléctrico.	29.2 (e)		X				X	
8.	Los encerramientos utilizados por los equipos que conforman las subestaciones alojan en su interior los equipos de corte y seccionamiento.	29.2 (i)		X		X			
9.	Las cubiertas, puertas o distancias apropiadas no permiten el acceso a personal no calificados a barrajes o elementos energizados.	29.2 (j)		X					No hay barreras.
10.	En la subestación no cruzan canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, a no ser que sean necesarios para el funcionamiento de la subestación.	29.2 (t)			X				
<b>SALAS DE OPERACIÓN MANDO Y CONTROL</b>									
1.	Los materiales de construcción tienen un alto punto de ignición.	29.3 (a)	X						
2.	Las instalaciones están libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no son utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.	29.3 (b)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Biblioteca TENSION: 13200/220-127V / 440-254V CAPACIDAD INSTALADA: 630 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Están suficientemente ventiladas, con el fin de mantener las temperaturas de operación dentro de los rangos debidos, regulados para minimizar la acumulación de contaminantes transportados por el aire, bajo cualquier condición de operación.	29.3 (c)		X		X			No hay averturas para la ventilacion de los trfs.
4.	Las instalaciones están secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, el equipo eléctrico debe ser diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.	29.3 (d)	X						
5.	Todo equipo fijo debe ser soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones del servicio. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tal como transformadores, puedan ser asegurados en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerza dinámicas durante su operación, podrá requerir medidas adicionales.	29.3 (e)	X						
6.	Existe una indicación ligada directamente a la posición de contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento.	29.3 (f)	X						
<b>SUBESTACIÓN DE MEDIA TENSIÓN TIPO INTERIOR O EN EDIFICACIONES</b>									
1.	El local de la subestación dentro de la edificación está ubicado en un sitio de fácil acceso desde exterior para personal calificado y a vehículos de transporte de equipos	30.2 (b)	X						
2.	La persona no puede acceder el contacto de la zona energizada ni tocándola de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea.	30.2 (c)		X		X			No hay barreras
3.	Las subestaciones de distribución secundaria deben asegurar que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema evitando que sobrepasen las distancias de seguridad, propias de los niveles de tensión.	30.2 (c)		X		X			No estan demarcadas las distancias de seguridad.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Biblioteca

TENSION: 13200/440-254V  
220-127V CAPACIDAD INSTALADA: 630 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Las celdas tienen medios para controlar los efectos de un arco mediante la evacuación de gases hacia arriba, hacia los costados, hacia atrás o dos metros por encima del frente.	30.2 (d)			X				
5.	Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.	30.2 (d)	X						
6.	Las piezas susceptibles de desprenderse en las celdas están firmemente aseguradas.	30.2 (d)	X						
7.	Existen conexiones efectivas en el sistema de puesta a tierra.	30.2 (d)	X						
8.	La subestación dispone del numero y forma apropiada de salidas para evitar que un operador quede atrapado en caso de un accidente.	30.2 (e)		X		X			No existen puertas antipánico
9.	Los transformadores mayores de 600V cuentan con dispositivos de protección de sobrecorriente en el primario y secundario y están adecuadamente dimensionadas.	NTC2050 tabla 450-3.a).1)	X						
10.	Los transformadores refrigerados en aceite para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-42		X		X			Ninguno de los 2 trfs.
11.	Los transformadores de tipo seco de más de 112,5 kVA para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-21 (b)			X				
12.	Las Bóvedas para transformadores cuentan con la ventilación del aire exterior.	NTC2050 450-41		X			X		
13.	Los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta a la bóveda están protegidos con una puerta cortafuego con resistencia al fuego de tres horas.	NTC2050 450-43 (a)		X					
14.	Los vanos de puertas cuentan con umbrales adecuados para recoger dentro de la bóveda el aceite de transformador más grande que pudiere haber.	NTC2050 450-43 (b)		X					



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Biblioteca

TENSION: 13200/440-254V  
220-127V CAPACIDAD INSTALADA: 630 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
15.	Se han tomado las medidas adecuadas en la bóveda del transformador para confinar el posible derrame de aceite dieléctrico en la bóveda cuando las regulaciones ambientales no permitan su drenaje.	NTC2050 450-27		X		X			No existe foso de aceite.
16.	Las puertas tienen cerraduras y se mantienen cerradas, permitiéndose el acceso solo a personas calificadas además tienen apertura hacia fuera y están dotadas de barras antipánico.	NTC2050 450-43 (c).		X		X			
17.	La bóveda cuenta con las aberturas de ventilación suficientes y están apropiadamente ubicadas.	NTC2050 450-45		X		X			
18.	Todas las aberturas alrededor de cables que atraviesan los muros de la bóveda del transformador están protegidas contra el fuego mediante métodos adecuados.	NTC2050 300-21		X		X			
<b>CELDA DE MEDIA TENSION</b>									
1.	La celda de media tensión tiene adherida de manera clara, permanente y visible, la siguiente información: Tensión(es) nominal(es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Marca registrada del fabricante, El símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	17.9.3	X						
2.	El fabricante de tableros y celdas ha puesto a disposición del usuario, la siguiente información: grado de protección, diagrama unifilar del tablero, tipo de ambiente para el cual fue diseñado, rotulado para la identificación de circuitos individuales...	17.9.4	X						
<b>DISTANCIAS DE SEGURIDAD</b>									
1.	Las zonas dedicadas a circulación de personal son claramente identificables dentro de la subestación.	13.4 y Fig. 9		X		X			
2.	Se han instalado etiquetas donde se indica el nivel de riesgo que presenta un determinado equipo	13.4		X		X			
3.	Se utilizan los elementos de protección personal acordes con el nivel de riesgo.	13.4	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Biblioteca TENSION: 13200 / 440 - 254V / 220 - 127V CAPACIDAD INSTALADA: 630 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Se dan a conocer los limites de aproximación a partes energizadas de equipos.	13.4 tabla 20		X			X		
5.	El límite de aproximación restringida está señalado y facilita al personal no autorizado identificar el máximo acercamiento permitido.	13.4		X			X		
6.	La profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia las partes energizadas no debe ser inferior a la estipulada en la tabla 110-16.a) para 600 V nominales o menos (ver excepciones).	NTC2050 110-16.a).1)		X		X			
7.	El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico, es el ancho del equipo o 0,75 m, el q sea mayor.(600 V nominales o menos)	NTC2050 110-16.a).2)		X		X			
8.	La altura mínima hasta el techo de los espacio de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución es de 1,90 m.	NTC2050 110-16.e)	X						
9.	Los equipos se encuentran ubicados en espacios dedicados y están protegidos contra daños con las medidas adecuadas.	NTC2050 110-16.f).1)	X						
10.	Las entradas a todos los edificios, cuartos o encerramientos que contienen partes energizadas expuestas o conductores expuestos a más de 600 V nominales, se mantienen cerradas con llave.	NTC2050 110-34.c)		X		X			
11.	Cuando la tensión supera los 600 V nominales, existen señales de advertencia permanentes y bien a la vista, en los cuales se indica: "PELIGRO - ALTA TENSIÓN - PROHIBIDA LA ENTRADA".	NTC2050 110-34.c)		X		X			
<b>TABLEROS DE BAJA TENSIÓN</b>									
1.	Los encerramientos de estos tableros son resistentes a los efectos de la humedad y la corrosión.	17.9.1 (a)	X						
2.	Los tableros son resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tener un grado de protección contra sólidos no mayores de 12,5 mm, líquidos de acuerdo al lugar de operación y contacto directo.	17.9.1 (e)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Biblioteca

TENSION: 13200/440-254V / 220-127V CAPACIDAD INSTALADA: 630 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Todo tablero tiene su respectivo diagrama unifilar actualizado.	17.9.1 (h)	X						
4.	Toda parte conductora de corriente es rígida y está construida en plata, una aleación de plata, cobre. No se debe utilizar hierro o acero en una parte que a conducir corriente.	17.9.1.1 (a)	X						
5.	Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se utilizan tornillos de acero, tuercas y clavijas de conexión.	17.9.1.1 (b)	X						
6.	La capacidad de corriente de los barrajes de fase no es menor que la proyectada para los conductores del alimentador del tablero. Todos los barrajes, incluido el del neutro y el de tierra se están montados sobre aisladores.	17.9.1.1 (c)	X						
7.	La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, es 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.	17.9.1.1 (d)	X						
8.	Todas las partes externas del panel están puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se identifican con el símbolo de puesta a tierra.	17.9.1.1 (e)		X			X		No están aterrizadas las puertas del tablero B.T.
9.	Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos están en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema.	17.9.1.1 (f)	X						
10.	Cada circuito de derivación dispone de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.	17.9.1.2 (b)	X						
11.	Se indica la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.	17.9.1.2 (d)		X					No se indica la capacidad de corriente de los barrajes.
12.	Se provee de un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los circuitos derivados.	17.9.1.2 (e)	X						
13.	No existe la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simular barrajes.	17.9.1.2 (f)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Biblioteca TENSION: 13700/440-254V / 220-127V CAPACIDAD INSTALADA: 630 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
14.	El tablero tiene un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados	17.9.1.2 (g)	X						
15.	La instalación del tablero tiene en cuenta el código de colores establecido en la tabla 13 del RETIE e identificar cada uno de los circuitos.	17.9.1.2 (h)	X						
SECCIÓN			SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y EQUIPOTENCIALIZACIÓN						
ACOMETIDA									
1.	Los electrodos de puesta a tierra cumplen lo dispuesto en el artículo 15 del RETIE numeral 3,1 "electrodos de puesta a tierra". Tabla 23.	15.3.1	X						
2.	Existe un único puente equipotencial principal en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte y está lo más cerca posible a la acometida o al transformador.	37.2 (f)	X						
3.	El calibre del conductor puesto a tierra de la acometida es el adecuado.	NTC2050 250-23 (b)	X						
4.	Los sistemas derivados independientes están apropiadamente puestos a tierra, tienen puente de conexión equipotencial y conexión a un electrodo de puesta a tierra	NTC2050 250-26	X						
5.	Las canalizaciones y encerramientos metálicos de la acometida están correctamente equipotencializados.	NTC2050 250-72 250-75			X				
6.	El calibre de los puentes equipotenciales en el equipo de acometida son los adecuados.	NTC2050 250-72 250-94	X						
7.	El calibre, tipo e instalación del puente equipotencial principal es el adecuado.	NTC2050 250-79	X						
8.	Las tuberías metálicas de agua expuestas, en el área de los sistemas derivados independientes están equipotencializados	NTC2050 250-80			X				
9.	Las tuberías metálicas de agua expuestas dentro de la edificación están equipotencializadas.	NTC2050 250-80 (a)			X				



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Biblioteca TENSION: 13200/440-254V / 220-127V CAPACIDAD INSTALADA: 630 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
10.	Los miembros estructurales metálicos de la edificación están equipotencializados.	NTC2050 250-80 (c)	X						
11.	Los electrodos de puesta a tierra tienen las dimensiones adecuadas y se encuentran instalados de manera apropiada.	NTC2050 250-83 (c)	X						
12.	El conductor del electrodo de puesta a tierra no tiene empalmes o si los tiene están ejecutados con métodos probados o certificados.	NTC2050 250-91 (a)	X						
13.	El conductor del electrodo de puesta a tierra está protegido y asegurado.	NTC2050 250-92 (a)	X						
14.	La canalización metálica del conductor del electrodo de puesta a tierra esta equipotencializado en sus dos extremos.	NTC2050 250-92 (b)			X				
15.	El conductor del electrodo de puesta a tierra tiene el calibre adecuado.	NTC2050 250-94	X						
16.	La conexión al electrodo de puesta a tierra es accesible o inspeccionable (tiene caja de inspección es de 30x30 cm en instalaciones domiciliarias)	15.2 (d) NTC2050 250-112	X						
17.	La conexión al electrodo de puesta a tierra utiliza métodos aprobados o los conectores usados corresponden con los certificados de producto recibidos.	15.2 NTC2050 250-115	X						
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ETAPAS TRANSFORMACION Y DISTRIBUCION</b>									
1.	Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas no son incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra.	15.2	X						
2.	Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puesta a tierra deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conectores certificados para su uso.	15.2 NTC2050 250-81	X						
3.	Los electrodos de puesta a tierra no son de aluminio.	15.2 (e) NTC2050 250-	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Biblioteca TENSION: 13200/440-254v  
220-127v CAPACIDAD INSTALADA: 630 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Todos los componentes que forma parte del sistema de puesta a tierra de la subestación están debidamente equipotencializados.	15.2 NTC2050 250-83 (c)							
5.	Todos los electrodos se encuentra enterrados en su totalidad.	15.3 NTC2050 250-83 (c)	X						
6.	El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la tierra son accesibles, la parte superior del electrodo enterrado debe quedar mínimo a 15 cm de la superficie.	15.3.1 NTC2050 250-112	X						
7.	Los conductores de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalman, de emplean las técnicas adecuadas o métodos certificados.	15.3.3 (c) NTC2050 250-91 (a)	X						
8.	El valor de la resistencia de puesta a tierra no es mayor al indicado en la tabla 25 del Reglamento.	15.4	X						8,46Ω

## A4. SUBESTACIÓN EDIFICIO CENTIC



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

### LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: CENTIC TENSION: 13200/216-124,7V CAPACIDAD INSTALADA: 1000 [kVA]

SECCIÓN		DISTRIBUCIÓN							OBSERVACIONES
ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			
			SI	NO	N.A	G	M	L	
1	Todo proyecto de distribución debe contar con un diseño, con memorias de cálculos y planos de construcción, con el nombre, firma y matrícula profesional del responsable del diseño.	31.2 (a)	X						
2	Toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta extra alta tensión, debe disponer de un DPS.	17.6.1 (a)	X						
<b>TIPO DE DISTRIBUCIÓN : SUBTERRANEA</b>									
1.	Las canalizaciones o ductos de protección de cables de media y baja tensión reúnen las condiciones y grado de protección adecuados para su uso.	34.2 (a)	X						
2.	La distancia útil entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, entre otros) es mínima de 0,2 m. o se tomaron medidas adecuadas cuando dicha distancia no puede ser mantenida.	34.2 (c)			X				
3.	Se han tomado las medidas necesarias para que los conductores dentro de los ductos a lo largo de su recorrido mantengan la separación entre circuitos.	34.2 (d)	X						
4.	Los empalmes y derivaciones de los conductores son accesibles.	34.2 (e)	X						
5.	No existen canalizaciones sobre el nivel del suelo terminado.	34.2 (f)	X						
6.	Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja es una superficie firme, libre de discontinuidades y sin obstáculos. Dicho fondo no es menor a 0,7 m y se han tomado las medidas adecuadas para su protección mecánica y señalización.	34.2 (g)			X				
7.	Los ductos se colocaron con una pendiente mínima de 0.1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita un recubrimiento mínimo a 0,7 m de relleno sobre el ducto.	34.2 (h)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: CENTIC TENSION: 13200/216 - 124,7V CAPACIDAD INSTALADA: 1000 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
8.	Las uniones entre conductores aseguran la máxima hermeticidad posible y no alteran su sección transversal interna.	34.2 (i)	X						
9.	Los ductos metálicos existentes son galvanizados en caliente y están conectados eléctricamente a tierra.	34.2 (i)	X						
10.	En los ductos metálicos se han instalado dentro de ellos todos los conductores de un circuito incluido su conductor de puesta a tierra de protección.	34.2 (i)			X				
11.	Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones están alojados en un ducto que sale como mínimo 0,3 m del perímetro de la construcción.	34.2 (j)	X						
12.	Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, se realizan en cámaras o cajas de inspección.	34.2 (k)	X						
13.	Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida son las adecuadas para las funciones específicas.	34.2 (k)	X						
14.	Las cámaras de inspecciones están instaladas en tramos rectos, a distancias no mayores de 80 m entre sí.	34.2 (l)	X						
*	El color de los ductos subterráneos es de color verde	Res 224 SIC del 2001	X						
SECCIÓN			TRANSFORMACIÓN						
1.	El sistema de puesta a tierra es continuo y adecuado para la corriente de falla a tierra prevista.	15	X						
2.	Los transformadores refrigerados en aceite no están instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a la ocupación permanentes de personas.	17.10.1 (b)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: CENTIC TENSION: 13200/216-124,7v CAPACIDAD INSTALADA: 1000 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Los materiales utilizados para la construcción de la bóveda aseguran una resistencia al fuego mínimo de tres horas para un transformador aislado en aceite y una resistencia al fuego mínima de 1 hora para transformadores secos con potencia superior a 112,5 kVA.	17.10.1 (c)	X						
4.	El transformador está provisto de su respectiva placa de identificación.	17.10.2 (g)	X						
5.	Las celdas tienen puertas o tapas con un seguro para permanecer cerradas.	17.9.5	X						
6.	Se apropió del espacio adecuado para la construcción de la subestación y no está destinado a otros usos.	29.2	X						
7.	Existe una señal a la entrada de la subestación con el simbolo de riesgo eléctrico.	29.2 (c)		X				X	
8.	Los encerramientos utilizados por los equipos que conforman las subestaciones alojan en su interior los equipos de corte y seccionamiento.	29.2 (i)		X		X			No hay barreras.
9.	Las cubiertas, puertas o distancias apropiadas no permiten el acceso a personal no calificados a barrajes o elementos energizados.	29.2 (j)		X		X			No hay barreras
10.	En la subestación no cruzan canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, a no ser que sean necesarios para el funcionamiento de la subestación.	29.2 (t)			X				
<b>SALAS DE OPERACIÓN MANDO Y CONTROL</b>									
1.	Los materiales de construcción tienen un alto punto de ignición.	29.3 (a)	X						
2.	Las instalaciones están libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no son utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.	29.3 (b)		X			X		Polvo y almacenamiento.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: CENTIC

TENSION: 13200/216-124,7V CAPACIDAD INSTALADA: 1000 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Están suficientemente ventiladas, con el fin de mantener las temperaturas de operación dentro de los rangos debidos, regulados para minimizar la acumulación de contaminantes transportados por el aire, bajo cualquier condición de operación.	29.3 (c)	X						
4.	Las instalaciones están secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, el equipo eléctrico debe ser diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.	29.3 (d)	X						
5.	Todo equipo fijo debe ser soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones del servicio. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tal como transformadores, puedan ser asegurados en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerza dinámicas durante su operación, podrá requerir medidas adicionales.	29.3 (e)	X						
6.	Existe una indicación ligada directamente a la posición de contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento.	29.3 (f)	X						
<b>SUBESTACIÓN DE MEDIA TENSIÓN TIPO INTERIOR O EN EDIFICACIONES</b>									
1.	El local de la subestación dentro de la edificación está ubicado en un sitio de fácil acceso desde exterior para personal calificado y a vehículos de transporte de equipos	30.2 (b)	X						
2.	La persona no puede acceder el contacto de la zona energizada ni tocándola de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea.	30.2 (c)		X		X			No hay barrera
3.	Las subestaciones de distribución secundaria deben asegurar que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema evitando que sobrepasen las distancias de seguridad, propias de los niveles de tensión.	30.2 (c)		X		X			No se encuentra delimitadas



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: CENTIC TENSION: 13200/216-124,7V CAPACIDAD INSTALADA: 1000 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Las celdas tienen medios para controlar los efectos de un arco mediante la evacuación de gases hacia arriba, hacia los costados, hacia atrás o dos metros por encima del frente.	30.2 (d)	X						
5.	Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.	30.2 (d)	X						
6.	Las piezas susceptibles de desprenderse en las celdas están firmemente aseguradas.	30.2 (d)	X						
7.	Existen conexiones efectivas en el sistema de puesta a tierra.	30.2 (d)	X						
8.	La subestación dispone del numero y forma apropiada de salidas para evitar que un operador quede atrapado en caso de un accidente.	30.2 (e)	X						
9.	Los transformadores mayores de 600V cuentan con dispositivos de protección de sobrecorriente en el primario y secundario y están adecuadamente dimensionadas.	NTC2050 tabla 450-3.a.1)	X						
10.	Los transformadores refrigerados en aceite para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-42	X						
11.	Los transformadores de tipo seco de más de 112,5 kVA para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-21 (b)			X				
12.	Las Bóvedas para transformadores cuentan con la ventilación del aire exterior.	NTC2050 450-41		X			X		No hay dampers instalados. Demasiado calor.
13.	Los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta a la bóveda están protegidos con una puerta cortafuego con resistencia al fuego de tres horas.	NTC2050 450-43 (a)		X		X			Instalar Puerta Cortafuego.
14.	Los vanos de puertas cuentan con umbrales adecuados para recoger dentro de la bóveda el aceite de transformador más grande que pudiere haber.	NTC2050 450-43 (b)		X		X			



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: CENTIC TENSION: 13200/216-124,7V CAPACIDAD INSTALADA: 1000 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
15.	Se han tomado las medidas adecuadas en la bóveda del transformador para confinar el posible derrame de aceite dieléctrico en la bóveda cuando las regulaciones ambientales no permitan su drenaje.	NTC2050 450-27		X		X			No hay foso de aceite.
16.	Las puertas tienen cerraduras y se mantienen cerradas, permitiéndose el acceso solo a personas calificadas además tienen apertura hacia fuera y están dotadas de barras antipánico.	NTC2050 450-43 (c).	X						
17.	La bóveda cuenta con las aberturas de ventilación suficientes y están apropiadamente ubicadas.	NTC2050 450-45		X			X		No cuenta con dampers.
18.	Todas las aberturas alrededor de cables que atraviesan los muros de la bóveda del transformador están protegidas contra el fuego mediante métodos adecuados.	NTC2050 300-21	X						
<b>CELDA DE MEDIA TENSION</b>									
1.	La celda de media tensión tiene adherida de manera clara, permanente y visible, la siguiente información: Tensión(es) nominal(es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Marca registrada del fabricante, El símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	17.9.3	X						
2.	El fabricante de tableros y celdas ha puesto a disposición del usuario, la siguiente información: grado de protección, diagrama unifilar del tablero, tipo de ambiente para el cual fue diseñado, rotulado para la identificación de circuitos individuales...	17.9.4	X						
<b>DISTANCIAS DE SEGURIDAD</b>									
1.	Las zonas dedicadas a circulación de personal son claramente identificables dentro de la subestación.	13.4 y Fig. 9		X		X			
2.	Se han instalado etiquetas donde se indica el nivel de riesgo que presenta un determinado equipo	13.4		X		X			No hay etiquetas en la bóveda de los trfs, ni puerta acceso
3.	Se utilizan los elementos de protección personal acordes con el nivel de riesgo.	13.4	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: CENTIC TENSION: 13200/216 - 124,7V CAPACIDAD INSTALADA: 1000 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Se dan a conocer los limites de aproximación a partes energizadas de equipos.	13.4 tabla 20		X			X		
5.	El límite de aproximación restringida está señalado y facilita al personal no autorizado identificar el máximo acercamiento permitido.	13.4		X		X			
6.	La profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia las partes energizadas no debe ser inferior a la estipulada en la tabla 110-16.a) para 600 V nominales o menos (ver excepciones).	NTC2050 110-16.a).1)	X						
7.	El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico, es el ancho del equipo o 0,75 m, el q sea mayor.(600 V nominales o menos)	NTC2050 110-16.a).2)	X						
8.	La altura mínima hasta el techo de los espacio de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución es de 1,90 m.	NTC2050 110-16.e)	X						
9.	Los equipos se encuentran ubicados en espacios dedicados y están protegidos contra daños con las medidas adecuadas.	NTC2050 110-16.f).1)	X						
10.	Las entradas a todos los edificios, cuartos o encerramientos que contienen partes energizadas expuestas o conductores expuestos a más de 600 V nominales, se mantienen cerradas con llave.	NTC2050 110-34.c)	X						
11.	Cuando la tensión supera los 600 V nominales, existen señales de advertencia permanentes y bien a la vista, en los cuales se indica: "PELIGRO - ALTA TENSION - PROHIBIDA LA ENTRADA".	NTC2050 110-34.c)		X		X			No existe señalización en la bodega de los trfs.
<b>TABLEROS DE BAJA TENSION</b>									
1.	Los encerramientos de estos tableros son resistentes a los efectos de la humedad y la corrosión.	17.9.1 (a)	X						
2.	Los tableros son resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tener un grado de protección contra sólidos no mayores de 12,5 mm, líquidos de acuerdo al lugar de operación y contacto directo.	17.9.1 (e)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: CENTIC TENSION: 13200/216-124,7V CAPACIDAD INSTALADA: 1000 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Todo tablero tiene su respectivo diagrama unifilar actualizado.	17.9.1 (h)	X						
4.	Toda parte conductora de corriente es rígida y está construida en plata, una aleación de plata, cobre. No se debe utilizar hierro o acero en una parte que a conducir corriente.	17.9.1.1 (a)	X						
5.	Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se utilizan tornillos de acero, tuercas y clavijas de conexión.	17.9.1.1 (b)	X						
6.	La capacidad de corriente de los barrajes de fase no es menor que la proyectada para los conductores del alimentador del tablero. Todos los barrajes, incluido el del neutro y el de tierra se están montados sobre aisladores.	17.9.1.1 (c)	X						
7.	La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, es 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.	17.9.1.1 (d)	X						
8.	Todas las partes externas del panel están puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se identifican con el símbolo de puesta a tierra.	17.9.1.1 (e)		X			X		No estan conectadas a tierra las puertas del tablero B.T.
9.	Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos estan en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema.	17.9.1.1 (f)	X						
10.	Cada circuito de derivación dispone de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.	17.9.1.2 (b)	X						
11.	Se indica la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.	17.9.1.2 (d)		X				X	
12.	Se provee de un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los circuitos derivados.	17.9.1.2 (e)	X						
13.	No existe la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simulaar barrajes .	17.9.1.2 (f)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: CENTIC TENSION: 13200/216-124,7V CAPACIDAD INSTALADA: 1000 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
10.	Los miembros estructurales metálicos de la edificación están equipotencializados.	NTC2050 250-80 (c)	X						
11.	Los electrodos de puesta a tierra tienen las dimensiones adecuadas y se encuentran instalados de manera apropiada.	NTC2050 250-83 (c)	X						
12.	El conductor del electrodo de puesta a tierra no tiene empalmes o si los tiene están ejecutados con métodos probados o certificados.	NTC2050 250-91 (a)	X						
13.	El conductor del electrodo de puesta a tierra está protegido y asegurado.	NTC2050 250-92 (a)	X						
14.	La canalización metálica del conductor del electrodo de puesta a tierra esta equipotencializado en sus dos extremos.	NTC2050 250-92 (b)	X						
15.	El conductor del electrodo de puesta a tierra tiene el calibre adecuado.	NTC2050 250-94	X						
16.	La conexión al electrodo de puesta a tierra es accesible e inspeccionable (tiene caja de inspección es de 30x30 cm en instalaciones domiciliarias)	15.2 (d) NTC2050 250-112	X						
17.	La conexión al electrodo de puesta a tierra utiliza métodos aprobados o los conectores usados corresponden con los certificados de producto recibidos.	15.2 NTC2050 250-115	X						
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ETAPAS TRANSFORMACION Y DISTRIBUCION</b>									
1.	Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas no son incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra.	15.2	X						
2.	Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puesta a tierra deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conectores certificados para su uso.	15.2 NTC2050 250-81	X						
3.	Los electrodos de puesta a tierra no son de aluminio.	15.2 (e) NTC2050 250-	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: CENTIC TENSION: 13200/216-129,7V CAPACIDAD INSTALADA: 1000 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N/A	G	M	L	
14.	El tablero tiene un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados	17.9.1.2 (g)	X						
15.	La instalación del tablero tiene en cuenta el código de colores establecido en la tabla 13 del RETIE e identificar cada uno de los circuitos.	17.9.1.2 (h)	X						
SECCIÓN			SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y EQUIPOTENCIALIZACIÓN						
ACOMETIDA									
1.	Los electrodos de puesta a tierra cumplen lo dispuesto en el artículo 15 del RETIE numeral 3,1 "electrodos de puesta a tierra". Tabla 23.	15.3.1	X						
2.	Existe un único puente equipotencial principal en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte y está lo más cerca posible a la acometida o al transformador.	37.2 (f)	X						
3.	El calibre del conductor puesto a tierra de la acometida es el adecuado.	NTC2050 250-23 (b)	X						
4.	Los sistemas derivados independientes están apropiadamente puestos a tierra, tienen puente de conexión equipotencial y conexión a un electrodo de puesta a tierra	NTC2050 250-26	X						
5.	Las canalizaciones y encerramientos metálicos de la acometida están correctamente equipotencializados.	NTC2050 250-72 250-75	X						
6.	El calibre de los puentes equipotenciales en el equipo de acometida son los adecuados.	NTC2050 250-72 250-94	X						
7.	El calibre, tipo e instalación del puente equipotencial principal es el adecuado.	NTC2050 250-79	X						
8.	Las tuberías metálicas de agua expuestas, en el área de los sistemas derivados independientes están equipotencializados	NTC2050 250-80			X				
9.	Las tuberías metálicas de agua expuestas dentro de la edificación están equipotencializadas.	NTC2050 250-80 (a)			X				



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: CENTIC TENSION: 13200/216-124.7V CAPACIDAD INSTALADA: 1000 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE/NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Todos los componentes que forma parte del sistema de puesta a tierra de la subestación están debidamente equipotencializados.	15.2 NTC2050 250-83 (c)	X						
5.	Todos los electrodos se encuentra enterrados en su totalidad.	15.3 NTC2050 250-83 (c)	X						
6.	El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la tierra son accesibles, la parte superior del electrodo enterrado debe quedar mínimo a 15 cm de la superficie.	15.3.1 NTC2050 250-112	X						
7.	Los conductores de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalman, de emplean las técnicas adecuadas o métodos certificados.	15.3.3 (c) NTC2050 250- 91 (a)	X						
8.	El valor de la resistencia de puesta a tierra no es mayor al indicado en la tabla 25 del Reglamento.	15.4	X						2,08 Ω -

## A5. SUBESTACIÓN EDIFICIO CIENCIAS HUMANAS



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

### LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Ciencias Humanas TENSION: 13200/215-124V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTG	DISTRIBUCION						OBSERVACIONES
			CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			
			SI	NO	N.A	G	M	L	
1	Todo proyecto de distribución debe contar con un diseño, con memorias de cálculos y planos de construcción, con el nombre, firma y matrícula profesional del responsable del diseño.	31.2 (a)	X						
2	Toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta extra alta tensión, debe disponer de un DPS.	17.6.1 (a)	X						
<b>TIPO DE DISTRIBUCION : SUBTERRANEA</b>									
1.	Las canalizaciones o ductos de protección de cables de media y baja tensión reúnen las condiciones y grado de protección adecuados para su uso.	34.2 (a)	X						
2.	La distancia útil entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, entre otros) es mínima de 0,2 m. o se tomaron medidas adecuadas cuando dicha distancia no puede ser mantenida.	34.2 (c)	X						
3.	Se han tomado las medidas necesarias para que los conductores dentro de los ductos a lo largo de su recorrido mantengan la separación entre circuitos.	34.2 (d)	X						
4.	Los empalmes y derivaciones de los conductores son accesibles.	34.2 (e)	X						
5.	No existen canalizaciones sobre el nivel del suelo terminado.	34.2 (f)	X						
6.	Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja es una superficie firme, libre de discontinuidades y sin obstáculos. Dicho fondo no es menor a 0,7 m y se han tomado las medidas adecuadas para su protección mecánica y señalización.	34.2 (g)			X				
7.	Los ductos se colocaron con una pendiente mínima de 0.1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita un recubrimiento mínimo a 0,7 m de relleno sobre el ducto.	34.2 (h)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Ciencias Humanas

TENSION: 13200/215-124v

CAPACIDAD INSTALADA: 400 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
8.	Las uniones entre conductores aseguran la máxima hermeticidad posible y no alteran su sección transversal interna.	34.2 (i)			X				
9.	Los ductos metálicos existentes son galvanizados en caliente y están conectados eléctricamente a tierra.	34.2 (i)	X						
10.	En los ductos metálicos se han instalado dentro de ellos todos los conductores de un circuito incluido su conductor de puesta a tierra de protección.	34.2 (i)	X						
11.	Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones están alojados en un ducto que sale como mínimo 0,3 m del perímetro de la construcción.	34.2 (j)			X				
12.	Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, se realizan en cámaras o cajas de inspección.	34.2 (k)	X						
13.	Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida son las adecuadas para las funciones específicas.	34.2 (k)	X						
14.	Las cámaras de inspecciones están instaladas en tramos rectos, a distancias no mayores de 80 m entre si.	34.2 (l)	X						
*	El color de los ductos subterráneos es de color verde	Res 224 SIC del 2001	X						
SECCIÓN			TRANSFORMACIÓN						
1.	El sistema de puesta a tierra es continuo y adecuado para la corriente de falla a tierra prevista.	15	X						
2.	Los transformadores refrigerados en aceite no están instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a la ocupación permanentes de personas.	17.10.1 (b)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Ciencias Humanas TENSION: 13200/215-124 V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Los materiales utilizados para la construcción de la bóveda aseguran una resistencia al fuego mínimo de tres horas para un transformador aislado en aceite y una resistencia al fuego mínima de 1 hora para transformadores secos con potencia superior a 112,5 kVA.	17.10.1 (c)	X						
4.	El transformador está provisto de su respectiva placa de identificación.	17.10.2 (g)	X						
5.	Las celdas tienen puertas o tapas con un seguro para permanecer cerradas.	17.9.5			X				
6.	Se apropió del espacio adecuado para la construcción de la subestación y no está destinado a otros usos.	29.2	X						
7.	Existe una señal a la entrada de la subestación con el simbolo de riesgo eléctrico.	29.2 (c)	X						
8.	Los encerramientos utilizados por los equipos que conforman las subestaciones alojan en su interior los equipos de corte y seccionamiento.	29.2 (i)	X						
9.	Las cubiertas, puertas o distancias apropiadas no permiten el acceso a personal no calificados a barrajes o elementos energizados.	29.2 (j)		X		X			No hay barreras aislantes
10.	En la subestación no cruzan canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, a no ser que sean necesarios para el funcionamiento de la subestación.	29.2 (l)			X				
<b>SALAS DE OPERACIÓN MANDO Y CONTROL</b>									
1.	Los materiales de construcción tienen un alto punto de ignición.	29.3 (a)	X						
2.	Las instalaciones están libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no son utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.	29.3 (b)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Ciencias Humanas TENSION: 13200/215-124V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Están suficientemente ventiladas, con el fin de mantener las temperaturas de operación dentro de los rangos debidos, regulados para minimizar la acumulación de contaminantes transportados por el aire, bajo cualquier condición de operación.	29.3 (c)	X						
4.	Las instalaciones están secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, el equipo eléctrico debe ser diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.	29.3 (d)	X						
5.	Todo equipo fijo debe ser soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones del servicio. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tal como transformadores, puedan ser asegurados en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerza dinámicas durante su operación, podrá requerir medidas adicionales.	29.3 (e)	X						
6.	Existe una indicación ligada directamente a la posición de contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento.	29.3 (f)	X						
<b>SUBESTACION DE MEDIA TENSION TIPO INTERIOR O EN EDIFICACIONES</b>									
1.	El local de la subestación dentro de la edificación está ubicado en un sitio de fácil acceso desde exterior para personal calificado y a vehículos de transporte de equipos	30.2 (b)	X						
2.	La persona no puede acceder el contacto de la zona energizada ni tocándola de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea.	30.2 (c)		X		X			No hay barreras
3.	Las subestaciones de distribución secundaria deben asegurar que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema evitando que sobrepasen las distancias de seguridad, propias de los niveles de tensión.	30.2 (c)		X		X			No hay barreras



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Ciencias Humanas TENSION: 13200/215-124V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Las celdas tienen medios para controlar los efectos de un arco mediante la evacuación de gases hacia arriba, hacia los costados, hacia atrás o dos metros por encima del frente.	30.2 (d)			X				
5.	Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.	30.2 (d)	X						
6.	Las piezas susceptibles de desprenderse en las celdas están firmemente aseguradas.	30.2 (d)			X				
7.	Existen conexiones efectivas en el sistema de puesta a tierra.	30.2 (d)	X						
8.	La subestación dispone del numero y forma apropiada de salidas para evitar que un operador quede atrapado en caso de un accidente.	30.2 (e)		X		X			La puertas de acceso no son antipánico
9.	Los transformadores mayores de 600V cuentan con dispositivos de protección de sobrecorriente en el primario y secundario y están adecuadamente dimensionadas.	NTC2050 tabla 450-3.a).1)	X						
10.	Los transformadores refrigerados en aceite para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-42	X						
11.	Los transformadores de tipo seco de más de 112,5 kVA para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-21 (b)			X				
12.	Las Bóvedas para transformadores cuentan con la ventilación del aire exterior.	NTC2050 450-41		X		X			No hay dampers.
13.	Los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta a la bóveda están protegidos con una puerta cortafuego con resistencia al fuego de tres horas.	NTC2050 450-43 (a)		X		X			
14.	Los vanos de puertas cuentan con umbrales adecuados para recoger dentro de la bóveda el aceite de transformador más grande que pudiere haber.	NTC2050 450-43 (b)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Ciencias Humanas TENSION: 13200/215-124v CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
15.	Se han tomado las medidas adecuadas en la bóveda del transformador para confinar el posible derrame de aceite dieléctrico en la bóveda cuando las regulaciones ambientales no permitan su drenaje.	NTC2050 450-27	X						
16.	Las puertas tienen cerraduras y se mantienen cerradas, permitiéndose el acceso solo a personas calificadas además tienen apertura hacia fuera y están dotadas de barras antipánico.	NTC2050 450-43 (e).	X						
17.	La bóveda cuenta con las aberturas de ventilación suficientes y están apropiadamente ubicadas.	NTC2050 450-45		X			X		
18.	Todas las aberturas alrededor de cables que atraviesan los muros de la bóveda del transformador están protegidas contra el fuego mediante métodos adecuados.	NTC2050 300-21	X						
<b>CELDA DE MEDIA TENSION</b>									
1.	La celda de media tensión tiene adherida de manera clara, permanente y visible, la siguiente información: Tensión(es) nominal(es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Marca registrada del fabricante, El símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	17.9.3			X				
2.	El fabricante de tableros y celdas ha puesto a disposición del usuario, la siguiente información: grado de protección, diagrama unifilar del tablero, tipo de ambiente para el cual fue diseñado, rotulado para la identificación de circuitos individuales...	17.9.4			X				
<b>DISTANCIAS DE SEGURIDAD</b>									
1.	Las zonas dedicadas a circulación de personal son claramente identificables dentro de la subestación.	13.4 y Fig. 9		X		X			
2.	Se han instalado etiquetas donde se indica el nivel de riesgo que presenta un determinado equipo	13.4		X		X			
3.	Se utilizan los elementos de protección personal acordes con el nivel de riesgo.	13.4	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Ciencias Humanas TENSION: 13200/215-124V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Se dan a conocer los límites de aproximación a partes energizadas de equipos.	13.4 tabla 20		X		X			
5.	El límite de aproximación restringida está señalizado y facilita al personal no autorizado identificar el máximo acercamiento permitido.	13.4		X		X			No esta señalizado..
6.	La profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia las partes energizadas no debe ser inferior a la estipulada en la tabla 110-16.a) para 600 V nominales o menos (ver excepciones).	NTC2050 110-16.a).1)	X						
7.	El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico, es el ancho del equipo o 0,75 m, el q sea mayor.(600 V nominales o menos)	NTC2050 110-16.a).2)	X						
8.	La altura mínima hasta el techo de los espacio de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución es de 1,90 m.	NTC2050 110-16.e)	X						
9.	Los equipos se encuentran ubicados en espacios dedicados y están protegidos contra daños con las medidas adecuadas.	NTC2050 110-16.f).1)	X						
10.	Las entradas a todos los edificios, cuartos o encerramientos que contienen partes energizadas expuestas o conductores expuestos a más de 600 V nominales, se mantienen cerradas con llave.	NTC2050 110-34.c)	X						
11.	Cuando la tensión supera los 600 V nominales, existen señales de advertencia permanentes y bien a la vista, en los cuales se indica: "PELIGRO – ALTA TENSION – PROHIBIDA LA ENTRADA".	NTC2050 110-34.c)		X					
TABLEROS DE BAJA TENSION									
1.	Los encerramientos de estos tableros son resistentes a los efectos de la humedad y la corrosión.	17.9.1 (a)	X						
2.	Los tableros son resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tener un grado de protección contra sólidos no mayores de 12,5 mm, líquidos de acuerdo al lugar de operación y contacto directo.	17.9.1 (e)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Ciencias Humanas TENSION: 13200/215-224V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Todo tablero tiene su respectivo diagrama unifilar actualizado.	17.9.1 (h)		X			X		
4.	Toda parte conductora de corriente es rígida y está construida en plata, una aleación de plata, cobre. No se debe utilizar hierro o acero en una parte que a conducir corriente.	17.9.1.1 (a)	X						
5.	Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se utilizan tornillos de acero, tuercas y clavijas de conexión.	17.9.1.1 (b)	X						
6.	La capacidad de corriente de los barrajes de fase no es menor que la proyectada para los conductores del alimentador del tablero. Todos los barrajes, incluido el del neutro y el de tierra se están montados sobre aisladores.	17.9.1.1 (c)	X						
7.	La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, es 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.	17.9.1.1 (d)	X						
8.	Todas las partes externas del panel están puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se identifican con el símbolo de puesta a tierra.	17.9.1.1 (e)	X						
9.	Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos están en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema.	17.9.1.1 (f)	X						
10.	Cada circuito de derivación dispone de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.	17.9.1.2 (b)	X						
11.	Se indica la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.	17.9.1.2 (d)		X			X		No se señala.
12.	Se provee de un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los circuitos derivados.	17.9.1.2 (e)	X						
13.	No existe la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simular barrajes .	17.9.1.2 (f)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Ciencias Humanas TENSION: 13 200/215-124V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
14.	El tablero tiene un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados	17.9.1.2 (g)	X						
15.	La instalación del tablero tiene en cuenta el código de colores establecido en la tabla 13 del RETIE e identificar cada uno de los circuitos.	17.9.1.2 (h)	X						
SECCIÓN			SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y EQUIPOTENCIALIZACION						
ACOMETIDA									
1.	Los electrodos de puesta a tierra cumplen lo dispuesto en el artículo 15 del RETIE numeral 3,1 "electrodos de puesta a tierra". Tabla 23.	15.3.1	X						
2.	Existe un único puente equipotencial principal en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte y está lo más cerca posible a la acometida o al transformador.	37.2 (f)	X						
3.	El calibre del conductor puesto a tierra de la acometida es el adecuado.	NTC2050 250-23 (b)	X						
4.	Los sistemas derivados independientes están apropiadamente puestos a tierra, tienen puente de conexión equipotencial y conexión a un electrodo de puesta a tierra	NTC2050 250-26	X						
5.	Las canalizaciones y encerramientos metálicos de la acometida están correctamente equipotencializados.	NTC2050 250-72 250-75	X						
6.	El calibre de los puentes equipotenciales en el equipo de acometida son los adecuados.	NTC2050 250-72 250-94	X						
7.	El calibre, tipo e instalación del puente equipotencial principal es el adecuado.	NTC2050 250-79	X						
8.	Las tuberías metálicas de agua expuestas, en el área de los sistemas derivados independientes están equipotencializados	NTC2050 250-80			X				
9.	Las tuberías metálicas de agua expuestas dentro de la edificación están equipotencializadas.	NTC2050 250-80 (a)			X				



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Ciencias Humanas TENSION: 13 200/215-124V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
10.	Los miembros estructurales metálicos de la edificación están equipotencializados.	NTC2050 250-80 (c)	X						
11.	Los electrodos de puesta a tierra tienen las dimensiones adecuadas y se encuentran instalados de manera apropiada.	NTC2050 250-83 (c)	X						
12.	El conductor del electrodo de puesta a tierra no tiene empalmes o si los tiene están ejecutados con métodos probados o certificados.	NTC2050 250-91 (a)	X						
13.	El conductor del electrodo de puesta a tierra está protegido y asegurado.	NTC2050 250-92 (a)	X						
14.	La canalización metálica del conductor del electrodo de puesta a tierra esta equipotencializado en sus dos extremos.	NTC2050 250-92 (b)	X						
15.	El conductor del electrodo de puesta a tierra tiene el calibre adecuado.	NTC2050 250-94	X						
16.	La conexión al electrodo de puesta a tierra es accesible e inspeccionable (tiene caja de inspección es de 30x30 cm en instalaciones domiciliarias)	15.2 (d) NTC2050 250-112	X						
17.	La conexión al electrodo de puesta a tierra utiliza métodos aprobados o los conectores usados corresponden con los certificados de producto recibidos.	15.2 NTC2050 250-115	X						
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ETAPAS TRANSFORMACION Y DISTRIBUCION</b>									
1.	Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas no son incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra.	15.2	X						
2.	Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puesta a tierra deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conectores certificados para su uso.	15.2 NTC2050 250-81	X						
3.	Los electrodos de puesta a tierra no son de aluminio.	15.2 (e) NTC2050 250-	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Ciencias Humanas TENSION: 13200/215-124V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Todos los componentes que forma parte del sistema de puesta a tierra de la subestación están debidamente equipotencializados.	15.2 NTC2050 250-83 (c)	X						
5.	Todos los electrodos se encuentra enterrados en su totalidad.	15.3 NTC2050 250-83 (c)	X						
6.	El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la tierra son accesibles, la parte superior del electrodo enterrado debe quedar mínimo a 15 cm de la superficie.	15.3.1 NTC2050 250-112		X					No se encontraron enterrados en el concreto.
7.	Los conductores de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalman, de emplean las técnicas adecuadas o métodos certificados.	15.3.3 (c) NTC2050 250-91 (a)	X						
8.	El valor de la resistencia de puesta a tierra no es mayor al indicado en la tabla 25 del Reglamento.	15.4	X						3,13 $\Omega$

# A6. SUBESTACIÓN EDIFICIO COLISEO



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

## LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Coliseo TENSION: 13200/214-123,6V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

SECCIÓN		DISTRIBUCION							OBSERVACIONES
ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			
			SI	NO	N.A	G	M	L	
1	Todo proyecto de distribución debe contar con un diseño, con memorias de cálculos y planos de construcción, con el nombre, firma y matrícula profesional del responsable del diseño.	31.2 (a)		X					<i>No existe proyecto.</i>
2	Toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta extra alta tensión, debe disponer de un DPS.	17.6.1 (a)	X						
<b>TIPO DE DISTRIBUCION : SUBTERRANEA</b>									
1.	Las canalizaciones o ductos de protección de cables de media y baja tensión reúnen las condiciones y grado de protección adecuados para su uso.	34.2 (a)	X						
2.	La distancia útil entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, entre otros) es mínima de 0,2 m. o se tomaron medidas adecuadas cuando dicha distancia no puede ser mantenida.	34.2 (c)	X						
3.	Se han tomado las medidas necesarias para que los conductores dentro de los ductos a lo largo de su recorrido mantengan la separación entre circuitos.	34.2 (d)	X						
4.	Los empalmes y derivaciones de los conductores son accesibles.	34.2 (e)	X						
5.	No existen canalizaciones sobre el nivel del suelo terminado.	34.2 (f)	X						
6.	Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja es una superficie firme, libre de discontinuidades y sin obstáculos. Dicho fondo no es menor a 0,7 m y se han tomado las medidas adecuadas para su protección mecánica y señalización.	34.2 (g)	X						
7.	Los ductos se colocaron con una pendiente mínima de 0.1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita un recubrimiento mínimo a 0,7 m de relleno sobre el ducto.	34.2 (h)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Coliseo

TENSION: 13200/214-123,6V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
8.	Las uniones entre conductores aseguran la máxima hermeticidad posible y no alteran su sección transversal interna.	34.2 (i)	X						
9.	Los ductos metálicos existentes son galvanizados en caliente y están conectados eléctricamente a tierra.	34.2 (i)	X						
10.	En los ductos metálicos se han instalado dentro de ellos todos los conductores de un circuito incluido su conductor de puesta a tierra de protección.	34.2 (i)	X						
11.	Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones están alojados en un ducto que sale como mínimo 0,3 m del perímetro de la construcción.	34.2 (j)	X						
12.	Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, se realizan en cámaras o cajas de inspección.	34.2 (k)	X						
13.	Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida son las adecuadas para las funciones específicas.	34.2 (k)	X						
14.	Las cámaras de inspecciones están instaladas en tramos rectos, a distancias no mayores de 80 m entre si.	34.2 (l)	X						
*	El color de los ductos subterráneos es de color verde	Res 224 SIC del 2001	X						
SECCIÓN			TRANSFORMACIÓN						
1.	El sistema de puesta a tierra es continuo y adecuado para la corriente de falla a tierra prevista.	15	X						
2.	Los transformadores refrigerados en aceite no están instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a la ocupación permanentes de personas.	17.10.1 (b)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Coliseo TENSION: 13200/21A-123,6V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Los materiales utilizados para la construcción de la bóveda aseguran una resistencia al fuego mínimo de tres horas para un transformador aislado en aceite y una resistencia al fuego mínima de 1 hora para transformadores secos con potencia superior a 112,5 kVA.	17.10.1 (c)	X						
4.	El transformador está provisto de su respectiva placa de identificación.	17.10.2 (g)	X						
5.	Las celdas tienen puertas o tapas con un seguro para permanecer cerradas.	17.9.5			X				El transformador se encuentra alojado en bóveda cerrada.
6.	Se apropió del espacio adecuado para la construcción de la subestación y no está destinado a otros usos.	29.2	X						
7.	Existe una señal a la entrada de la subestación con el símbolo de riesgo eléctrico.	29.2 (c)		X				X	
8.	Los encerramientos utilizados por los equipos que conforman las subestaciones alojan en su interior los equipos de corte y seccionamiento.	29.2 (l)	X						
9.	Las cubiertas, puertas o distancias apropiadas no permiten el acceso a personal no calificados a barrajes o elementos energizados.	29.2 (j)	X						
10.	En la subestación no cruzan canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, a no ser que sean necesarios para el funcionamiento de la subestación.	29.2 (t)	X						
<b>SALAS DE OPERACIÓN MANDO Y CONTROL</b>									
1.	Los materiales de construcción tienen un alto punto de ignición.	29.3 (a)	X						
2.	Las instalaciones están libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no son utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.	29.3 (b)		X			X		Exceso de Polvo



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Colisco TENSION: 13200/214-123,6V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Están suficientemente ventiladas, con el fin de mantener las temperaturas de operación dentro de los rangos debidos, regulados para minimizar la acumulación de contaminantes transportados por el aire, bajo cualquier condición de operación.	29.3 (c)	X						
4.	Las instalaciones están secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, el equipo eléctrico debe ser diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.	29.3 (d)	X						
5.	Todo equipo fijo debe ser soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones del servicio. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tal como transformadores, puedan ser asegurados en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerza dinámicas durante su operación, podrá requerir medidas adicionales.	29.3 (e)	X						
6.	Existe una indicación ligada directamente a la posición de contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento.	29.3 (f)	X						
SUBESTACION DE MEDIA TENSION TIPO INTERIOR O EN EDIFICACIONES									
1.	El local de la subestación dentro de la edificación está ubicado en un sitio de fácil acceso desde exterior para personal calificado y a vehículos de transporte de equipos	30.2 (b)	X						
2.	La persona no puede acceder el contacto de la zona energizada ni tocándola de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea.	30.2 (c)	X						
3.	Las subestaciones de distribución secundaria deben asegurar que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema evitando que sobrepasen las distancias de seguridad, propias de los niveles de tensión.	30.2 (c)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Coliseo TENSION: 13200/214 - 123,6V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Las celdas tienen medios para controlar los efectos de un arco mediante la evacuación de gases hacia arriba, hacia los costados, hacia atrás o dos metros por encima del frente.	30.2 (d)			X				
5.	Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.	30.2 (d)	X						
6.	Las piezas susceptibles de desprenderse en las celdas están firmemente aseguradas.	30.2 (d)	X						
7.	Existen conexiones efectivas en el sistema de puesta a tierra.	30.2 (d)	X						
8.	La subestación dispone del número y forma apropiada de salidas para evitar que un operador quede atrapado en caso de un accidente.	30.2 (e)	X						
9.	Los transformadores mayores de 600V cuentan con dispositivos de protección de sobrecorriente en el primario y secundario y están adecuadamente dimensionadas.	NTC2050 tabla 450-3.a).1)	X						
10.	Los transformadores refrigerados en aceite para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-42	X						
11.	Los transformadores de tipo seco de más de 112,5 kVA para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-21 (b)			X				
12.	Las Bóvedas para transformadores cuentan con la ventilación del aire exterior.	NTC2050 450-41	X						
13.	Los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta a la bóveda están protegidos con una puerta cortafuego con resistencia al fuego de tres horas.	NTC2050 450-43 (a)	X						
14.	Los vanos de puertas cuentan con umbrales adecuados para recoger dentro de la bóveda el aceite de transformador más grande que pudiere haber.	NTC2050 450-43 (b)		X			X		Construir umbrales o brocales



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Coliseo TENSION: 13200/214-123,6V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
15.	Se han tomado las medidas adecuadas en la bóveda del transformador para confinar el posible derrame de aceite dieléctrico en la bóveda cuando las regulaciones ambientales no permitan su drenaje.	NTC2050 450-27		X			X		Construir brocal.
16.	Las puertas tienen cerraduras y se mantienen cerradas, permitiéndose el acceso solo a personas calificadas además tienen apertura hacia fuera y están dotadas de barras antipánico.	NTC2050 450-43 (c).	X						
17.	La bóveda cuenta con las aberturas de ventilación suficientes y están apropiadamente ubicadas.	NTC2050 450-45	X						
18.	Todas las aberturas alrededor de cables que atraviesan los muros de la bóveda del transformador están protegidas contra el fuego mediante métodos adecuados.	NTC2050 300-21	X						
<b>GELDA DE MEDIA TENSION</b>									
1.	La celda de media tensión tiene adherida de manera clara, permanente y visible, la siguiente información: Tensión(es) nominal(es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Marca registrada del fabricante, El simbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	17.9.3			X				
2.	El fabricante de tableros y celdas ha puesto a disposición del usuario, la siguiente información: grado de protección, diagrama unifilar del tablero, tipo de ambiente para el cual fue diseñado, rotulado para la identificación de circuitos individuales...	17.9.4			X				
<b>DISTANCIAS DE SEGURIDAD</b>									
1.	Las zonas dedicadas a circulación de personal son claramente identificables dentro de la subestación.	13.4 y Fig. 9		X		X			Identificar zonas
2.	Se han instalado etiquetas donde se indica el nivel de riesgo que presenta un determinado equipo	13.4		X		X			Colocar etiquetas
3.	Se utilizan los elementos de protección personal acordes con el nivel de riesgo.	13.4	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Coliseo TENSION: 13200/214-1236V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Se dan a conocer los límites de aproximación a partes energizadas de equipos.	13.4 tabla 20		X		X			Identificar límites
5.	El límite de aproximación restringida está señalizado y facilita al personal no autorizado identificar el máximo acercamiento permitido.	13.4		X		X			
6.	La profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia las partes energizadas no debe ser inferior a la estipulada en la tabla 110-16.a) para 600 V nominales o menos (ver excepciones).	NTC2050 110-16.a).1)	X						
7.	El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico, es el ancho del equipo o 0,75 m, el q sea mayor.(600 V nominales o menos)	NTC2050 110-16.a).2)	X						
8.	La altura mínima hasta el techo de los espacio de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución es de 1,90 m.	NTC2050 110-16.e)	X						
9.	Los equipos se encuentran ubicados en espacios dedicados y están protegidos contra daños con las medidas adecuadas.	NTC2050 110-16.f).1)	X						
10.	Las entradas a todos los edificios, cuartos o encerramientos que contienen partes energizadas expuestas o conductores expuestos a más de 600 V nominales, se mantienen cerradas con llave.	NTC2050 110-34.c)	X						
11.	Cuando la tensión supera los 600 V nominales, existen señales de advertencia permanentes y bien a la vista, en los cuales se indica: "PELIGRO – ALTA TENSION – PROHIBIDA LA ENTRADA".	NTC2050 110-34.c)		X		X			
<b>TABLEROS DE BAJA TENSION</b>									
1.	Los encerramientos de estos tableros son resistentes a los efectos de la humedad y la corrosión.	17.9.1 (a)	X						
2.	Los tableros son resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tener un grado de protección contra sólidos no mayores de 12,5 mm, líquidos de acuerdo al lugar de operación y contacto directo.	17.9.1 (e)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Colisco TENSION: 13200/214-123,6V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Todo tablero tiene su respectivo diagrama unifilar actualizado.	17.9.1 (h)		X			X		No existen diagramas unificilares
4.	Toda parte conductora de corriente es rígida y está construida en plata, una aleación de plata, cobre. No se debe utilizar hierro o acero en una parte que a conducir corriente.	17.9.1.1 (a)	X						
5.	Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se utilizan tornillos de acero, tuercas y clavijas de conexión.	17.9.1.1 (b)	X						
6.	La capacidad de corriente de los barrajes de fase no es menor que la proyectada para los conductores del alimentador del tablero. Todos los barrajes, incluido el del neutro y el de tierra se están montados sobre aisladores.	17.9.1.1 (c)	X						
7.	La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, es 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.	17.9.1.1 (d)	X						
8.	Todas las partes externas del panel están puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se identifican con el símbolo de puesta a tierra.	17.9.1.1 (e)	X						
9.	Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos estan en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema.	17.9.1.1 (f)	X						
10.	Cada circuito de derivación dispone de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.	17.9.1.2 (b)	X						
11.	Se indica la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.	17.9.1.2 (d)		X			X		
12.	Se provee de un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los circuitos derivados.	17.9.1.2 (e)	X						
13.	No existe la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simulaar barrajes .	17.9.1.2 (f)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Coliseo TENSION: 13200/214-123,6 V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
14.	El tablero tiene un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados	17.9.1.2 (g)	X						
15.	La instalación del tablero tiene en cuenta el código de colores establecido en la tabla 13 del RETIE e identificar cada uno de los circuitos.	17.9.1.2 (h)		X					- No hay indentificación de circuitos. - código de Colores cumple.
SECCIÓN		SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y EQUIPOTENCIALIZACIÓN							
ACOMETIDA									
1.	Los electrodos de puesta a tierra cumplen lo dispuesto en el artículo 15 del RETIE numeral 3,1 "electrodos de puesta a tierra". Tabla 23.	15.3.1	X						
2.	Existe un único puente equipotencial principal en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte y está lo más cerca posible a la acometida o al transformador.	37.2 (f)	X						
3.	El calibre del conductor puesto a tierra de la acometida es el adecuado.	NTC2050 250-23 (b)	X						
4.	Los sistemas derivados independientes están apropiadamente puestos a tierra, tienen puente de conexión equipotencial y conexión a un electrodo de puesta a tierra	NTC2050 250-26	X						
5.	Las canalizaciones y encerramientos metálicos de la acometida están correctamente equipotencializados.	NTC2050 250-72 250-75	X						
6.	El calibre de los puentes equipotenciales en el equipo de acometida son los adecuados.	NTC2050 250-72 250-94	X						
7.	El calibre, tipo e instalación del puente equipotencial principal es el adecuado.	NTC2050 250-79	X						
8.	Las tuberías metálicas de agua expuestas, en el área de los sistemas derivados independientes están equipotencializados	NTC2050 250-80			X				
9.	Las tuberías metálicas de agua expuestas dentro de la edificación están equipotencializadas.	NTC2050 250-80 (a)			X				



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Colisco TENSION: 13200/214-123,6V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
10.	Los miembros estructurales metálicos de la edificación están equipotencializados.	NTC2050 250-80 (c)	X						
11.	Los electrodos de puesta a tierra tienen las dimensiones adecuadas y se encuentran instalados de manera apropiada.	NTC2050 250-83 (c)	X						
12.	El conductor del electrodo de puesta a tierra no tiene empalmes o si los tiene están ejecutados con métodos probados o certificados.	NTC2050 250-91 (a)	X						
13.	El conductor del electrodo de puesta a tierra está protegido y asegurado.	NTC2050 250-92 (a)	X						
14.	La canalización metálica del conductor del electrodo de puesta a tierra esta equipotencializado en sus dos extremos.	NTC2050 250-92 (b)	X						
15.	El conductor del electrodo de puesta a tierra tiene el calibre adecuado.	NTC2050 250-94	X						
16.	La conexión al electrodo de puesta a tierra es accesible e inspeccionable (tiene caja de inspección es de 30x30 cm en instalaciones domiciliarias)	15.2 (d) NTC2050 250-112	X						
17.	La conexión al electrodo de puesta a tierra utiliza métodos aprobados o los conectores usados corresponden con los certificados de producto recibidos.	15.2 NTC2050 250-115	X						
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ETAPAS TRANSFORMACION Y DISTRIBUCION</b>									
1.	Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas no son incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra.	15.2	X						
2.	Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puesta a tierra deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conectores certificados para su uso.	15.2 NTC2050 250-81	X						
3.	Los electrodos de puesta a tierra no son de aluminio.	15.2 (e) NTC2050 250-	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Colisco TENSION: 13200/214-123,6V CAPACIDAD INSTALADA: 400 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Todos los componentes que forma parte del sistema de puesta a tierra de la subestación están debidamente equipotencializados.	15.2 NTC2050 250-83 (c)	X						
5.	Todos los electrodos se encuentra enterrados en su totalidad.	15.3 NTC2050 250-83 (c)	X						
6.	El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la tierra son accesibles, la parte superior del electrodo enterrado debe quedar mínimo a 15 cm de la superficie.	15.3.1 NTC2050 250-112	X						
7.	Los conductores de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalman, de emplean las técnicas adecuadas o métodos certificados.	15.3.3 (c) NTC2050 250-91 (a)	X						
8.	El valor de la resistencia de puesta a tierra no es mayor al indicado en la tabla 25 del Reglamento.	15.4	X						3,75Ω.

# A7. SUBESTACIÓN EDIFICIO JORGE BAUTISTA VESGA



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

## LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Jorge Bautista Vesga TENSION: 13200/214-123V CAPACIDAD INSTALADA: 150 [KVA]

SECCIÓN		DISTRIBUCION							OBSERVACIONES
ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			
			SI	NO	N.A	G	M	L	
1	Todo proyecto de distribución debe contar con un diseño, con memorias de cálculos y planos de construcción, con el nombre, firma y matrícula profesional del responsable del diseño.	31.2 (a)		X				X	
2	Toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta extra alta tensión, debe disponer de un DPS.	17.6.1 (a)	X						
TIPO DE DISTRIBUCION : SUBTERRANEA									
1.	Las canalizaciones o ductos de protección de cables de media y baja tensión reúnen las condiciones y grado de protección adecuados para su uso.	34.2 (a)	X						
2.	La distancia útil entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, entre otros) es mínima de 0,2 m. o se tomaron medidas adecuadas cuando dicha distancia no puede ser mantenida.	34.2 (c)	X						
3.	Se han tomado las medidas necesarias para que los conductores dentro de los ductos a lo largo de su recorrido mantengan la separación entre circuitos.	34.2 (d)	X						
4.	Los empalmes y derivaciones de los conductores son accesibles.	34.2 (e)	X						
5.	No existen canalizaciones sobre el nivel del suelo terminado.	34.2 (f)	X						
6.	Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja es una superficie firme, libre de discontinuidades y sin obstáculos. Dicho fondo no es menor a 0,7 m y se han tomado las medidas adecuadas para su protección mecánica y señalización.	34.2 (g)			X				
7.	Los ductos se colocaron con una pendiente mínima de 0.1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita un recubrimiento mínimo a 0,7 m de relleno sobre el ducto.	34.2 (h)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: \_\_\_\_\_ TENSION: \_\_\_\_\_ CAPACIDAD INSTALADA: \_\_\_\_\_ [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
8.	Las uniones entre conductores aseguran la máxima hermeticidad posible y no alteran su sección transversal interna.	34.2 (l)			X				
9.	Los ductos metálicos existentes son galvanizados en caliente y están conectados eléctricamente a tierra.	34.2 (l)			X				
10.	En los ductos metálicos se han instalado dentro de ellos todos los conductores de un circuito incluido su conductor de puesta a tierra de protección.	34.2 (l)			X				
11.	Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones están alojados en un ducto que sale como mínimo 0,3 m del perímetro de la construcción.	34.2 (j)	X						
12.	Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, se realizan en cámaras o cajas de inspección.	34.2 (k)	X						
13.	Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida son las adecuadas para las funciones específicas.	34.2 (k)	X						
14.	Las cámaras de inspecciones están instaladas en tramos rectos, a distancias no mayores de 80 m entre sí.	34.2 (l)	X						
*	El color de los ductos subterráneos es de color verde	Res 224 SIC del 2001	X						
<b>SECCIÓN</b>			<b>TRANSFORMACIÓN</b>						
1.	El sistema de puesta a tierra es continuo y adecuado para la corriente de falla a tierra prevista.	15	X						
2.	Los transformadores refrigerados en aceite no están instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a la ocupación permanentes de personas.	17.10.1 (b)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: \_\_\_\_\_ TENSION: \_\_\_\_\_ CAPACIDAD INSTALADA: \_\_\_\_\_ [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Los materiales utilizados para la construcción de la bóveda aseguran una resistencia al fuego mínimo de tres horas para un transformador aislado en aceite y una resistencia al fuego mínima de 1 hora para transformadores secos con potencia superior a 112,5 kVA.	17.10.1 (c)		X		X			No existe bóveda con resistencia al fuego
4.	El transformador está provisto de su respectiva placa de identificación.	17.10.2 (g)	X						
5.	Las celdas tienen puertas o tapas con un seguro para permanecer cerradas.	17.9.5			X				
6.	Se apropió del espacio adecuado para la construcción de la subestación y no está destinado a otros usos.	29.2	X						
7.	Existe una señal a la entrada de la subestación con el simbolo de riesgo eléctrico.	29.2 (c)	X						El tamaño de la señal es inadecuado.
8.	Los encerramientos utilizados por los equipos que conforman las subestaciones alojan en su interior los equipos de corte y seccionamiento.	29.2 (i)	X						
9.	Las cubiertas, puertas o distancias apropiadas no permiten el acceso a personal no calificados a barrajes o elementos energizados.	29.2 (j)	X						Faltan barreras
10.	En la subestación no cruzan canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, a no ser que sean necesarios para el funcionamiento de la subestación.	29.2 (t)	X						
<b>SALAS DE OPERACIÓN MANDO Y CONTROL</b>									
1.	Los materiales de construcción tienen un alto punto de ignición.	29.3 (a)		X					
2.	Las instalaciones están libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no son utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.	29.3 (b)		X				X	No esta libre de polvo.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: \_\_\_\_\_ TENSION: \_\_\_\_\_ CAPACIDAD INSTALADA: \_\_\_\_\_ [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Están suficientemente ventiladas, con el fin de mantener las temperaturas de operación dentro de los rangos debidos, regulados para minimizar la acumulación de contaminantes transportados por el aire, bajo cualquier condición de operación.	29.3 (c)	X						
4.	Las instalaciones están secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, el equipo eléctrico debe ser diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.	29.3 (d)	X						
5.	Todo equipo fijo debe ser soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones del servicio. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tal como transformadores, puedan ser asegurados en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerza dinámicas durante su operación, podrá requerir medidas adicionales.	29.3 (e)	X						
6.	Existe una indicación ligada directamente a la posición de contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento.	29.3 (f)	X						
<b>SUBESTACION DE MEDIA TENSION TIPO INTERIOR O EN EDIFICACIONES</b>									
1.	El local de la subestación dentro de la edificación está ubicado en un sitio de fácil acceso desde exterior para personal calificado y a vehículos de transporte de equipos	30.2 (b)	X						
2.	La persona no puede acceder el contacto de la zona energizada ni tocándola de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea.	30.2 (c)		X					No hay barreras.
3.	Las subestaciones de distribución secundaria deben asegurar que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema evitando que sobrepasen las distancias de seguridad, propias de los niveles de tensión.	30.2 (c)		X					No hay acrilico. No están delimitadas las distancias de seguridad.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: \_\_\_\_\_ TENSION: \_\_\_\_\_ CAPACIDAD INSTALADA: \_\_\_\_\_ [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Las celdas tienen medios para controlar los efectos de un arco mediante la evacuación de gases hacia arriba, hacia los costados, hacia atrás o dos metros por encima del frente.	30.2 (d)			X				
5.	Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.	30.2 (d)	X						
6.	Las piezas susceptibles de desprenderse en las celdas están firmemente aseguradas.	30.2 (d)	X						
7.	Existen conexiones efectivas en el sistema de puesta a tierra.	30.2 (d)	X						
8.	La subestación dispone del número y forma apropiada de salidas para evitar que un operador quede atrapado en caso de un accidente.	30.2 (e)	X						
9.	Los transformadores mayores de 600V cuentan con dispositivos de protección de sobrecorriente en el primario y secundario y están adecuadamente dimensionadas.	NTC2050 tabla 450-3.a).1)	X						
10.	Los transformadores refrigerados en aceite para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-42		X		X			No hay bóveda.
11.	Los transformadores de tipo seco de más de 112,5 kVA para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-21 (b)			X				
12.	Las Bóvedas para transformadores cuentan con la ventilación del aire exterior.	NTC2050 450-41	X						No es la adecuada.
13.	Los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta a la bóveda están protegidos con una puerta cortafuego con resistencia al fuego de tres horas.	NTC2050 450-43 (a)		X		X			No hay puertas corta fuego
14.	Los vanos de puertas cuentan con umbrales adecuados para recoger dentro de la bóveda el aceite de transformador más grande que pudiere haber.	NTC2050 450-43 (b)		X		X			No hay umbrales.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: \_\_\_\_\_ TENSION: \_\_\_\_\_ CAPACIDAD INSTALADA: \_\_\_\_\_ [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
15.	Se han tomado las medidas adecuadas en la bóveda del transformador para confinar el posible derrame de aceite dieléctrico en la bóveda cuando las regulaciones ambientales no permitan su drenaje.	NTC2050 450-27		X		X			
16.	Las puertas tienen cerraduras y se mantienen cerradas, permitiéndose el acceso solo a personas calificadas además tienen apertura hacia fuera y están dotadas de barras antipánico.	NTC2050 450-43 (c).		X			X		No están dotadas de barras antipánico
17.	La bóveda cuenta con las aberturas de ventilación suficientes y están apropiadamente ubicadas.	NTC2050 450-45		X			X		
18.	Todas las aberturas alrededor de cables que atraviesan los muros de la bóveda del transformador están protegidas contra el fuego mediante métodos adecuados.	NTC2050 300-21			X				
<b>CELDA DE MEDIA TENSION</b>									
1.	La celda de media tensión tiene adherida de manera clara, permanente y visible, la siguiente información: Tensión(es) nominal(es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Marca registrada del fabricante, El símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	17.9.3			X				
2.	El fabricante de tableros y celdas ha puesto a disposición del usuario, la siguiente información: grado de protección, diagrama unifilar del tablero, tipo de ambiente para el cual fue diseñado, rotulado para la identificación de circuitos individuales...	17.9.4			X				
<b>DISTANCIAS DE SEGURIDAD</b>									
1.	Las zonas dedicadas a circulación de personal son claramente identificables dentro de la subestación.	13.4 y Fig. 9		X		X			
2.	Se han instalado etiquetas donde se indica el nivel de riesgo que presenta un determinado equipo	13.4		X		X			
3.	Se utilizan los elementos de protección personal acordes con el nivel de riesgo.	13.4	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: \_\_\_\_\_ TENSION: \_\_\_\_\_ CAPACIDAD INSTALADA: \_\_\_\_\_ [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Se dan a conocer los límites de aproximación a partes energizadas de equipos.	13.4 tabla 20		X		X			
5.	El límite de aproximación restringida está señalado y facilita al personal no autorizado identificar el máximo acercamiento permitido.	13.4		X		X			
6.	La profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia las partes energizadas no debe ser inferior a la estipulada en la tabla 110-16.a) para 600 V nominales o menos (ver excepciones).	NTC2050 110-16.a).1)	X						
7.	El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico, es el ancho del equipo o 0,75 m, el q sea mayor.(600 V nominales o menos)	NTC2050 110-16.a).2)	X						
8.	La altura mínima hasta el techo de los espacio de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución es de 1,90 m.	NTC2050 110-16.e)	X						
9.	Los equipos se encuentran ubicados en espacios dedicados y están protegidos contra daños con las medidas adecuadas.	NTC2050 110-16.f).1)	X						
10.	Las entradas a todos los edificios, cuartos o encerramientos que contienen partes energizadas expuestas o conductores expuestos a más de 600 V nominales, se mantienen cerradas con llave.	NTC2050 110-34.c)	X						
11.	Cuando la tensión supera los 600 V nominales, existen señales de advertencia permanentes y bien a la vista, en los cuales se indica: "PELIGRO – ALTA TENSION – PROHIBIDA LA ENTRADA".	NTC2050 110-34.c)	X						
<b>TABLEROS DE BAJA TENSION</b>									
1.	Los encerramientos de estos tableros son resistentes a los efectos de la humedad y la corrosión.	17.9.1 (a)	X						
2.	Los tableros son resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tener un grado de protección contra sólidos no mayores de 12,5 mm, líquidos de acuerdo al lugar de operación y contacto directo.	17.9.1 (e)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: \_\_\_\_\_ TENSION: \_\_\_\_\_ CAPACIDAD INSTALADA: \_\_\_\_\_ [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Todo tablero tiene su respectivo diagrama unifilar actualizado.	17.9.1 (h)		X			X		
4.	Toda parte conductora de corriente es rígida y está construida en plata, una aleación de plata, cobre. No se debe utilizar hierro o acero en una parte que a conducir corriente.	17.9.1.1 (a)	X						
5.	Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se utilizan tornillos de acero, tuercas y clavijas de conexión.	17.9.1.1 (b)	X						
6.	La capacidad de corriente de los barrajes de fase no es menor que la proyectada para los conductores del alimentador del tablero. Todos los barrajes, incluido el del neutro y el de tierra se están montados sobre aisladores.	17.9.1.1 (c)	X						
7.	La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, es 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.	17.9.1.1 (d)	X						
8.	Todas las partes externas del panel están puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se identifican con el símbolo de puesta a tierra.	17.9.1.1 (e)		X		X			
9.	Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos están en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema.	17.9.1.1 (f)	X						
10.	Cada circuito de derivación dispone de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.	17.9.1.2 (b)		X		X			
11.	Se indica la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.	17.9.1.2 (d)		X		X			
12.	Se provee de un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los circuitos derivados.	17.9.1.2 (e)	X						
13.	No existe la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simular barrajes.	17.9.1.2 (f)		X					



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: \_\_\_\_\_ TENSION: \_\_\_\_\_ CAPACIDAD INSTALADA: \_\_\_\_\_ [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
14.	El tablero tiene un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados	17.9.1.2 (g)		X		X			No hay suficientes terminales de salida.
15.	La instalación del tablero tiene en cuenta el código de colores establecido en la tabla 13 del RETIE e identificar cada uno de los circuitos.	17.9.1.2 (h)		X		X			
SECCIÓN			SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y EQUIPOTENCIALIZACION						
ACOMETIDA									
1.	Los electrodos de puesta a tierra cumplen lo dispuesto en el artículo 15 del RETIE numeral 3,1 "electrodos de puesta a tierra". Tabla 23.	15.3.1	X						
2.	Existe un único puente equipotencial principal en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte y está lo más cerca posible a la acometida o al transformador.	37.2 (f)	X						
3.	El calibre del conductor puesto a tierra de la acometida es el adecuado.	NTC2050 250-23 (b)	X						
4.	Los sistemas derivados independientes están apropiadamente puestos a tierra, tienen puente de conexión equipotencial y conexión a un electrodo de puesta a tierra	NTC2050 250-26	X						
5.	Las canalizaciones y encerramientos metálicos de la acometida están correctamente equipotencializados.	NTC2050 250-72 250-75	X						
6.	El calibre de los puentes equipotenciales en el equipo de acometida son los adecuados.	NTC2050 250-72 250-94	X						
7.	El calibre, tipo e instalación del puente equipotencial principal es el adecuado.	NTC2050 250-79	X						
8.	Las tuberías metálicas de agua expuestas, en el área de los sistemas derivados independientes están equipotencializados	NTC2050 250-80			X				
9.	Las tuberías metálicas de agua expuestas dentro de la edificación están equipotencializadas.	NTC2050 250-80 (a)			X				



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: \_\_\_\_\_ TENSION: \_\_\_\_\_ CAPACIDAD INSTALADA: \_\_\_\_\_ [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
10.	Los miembros estructurales metálicos de la edificación están equipotencializados.	NTC2050 250-80 (c)	X						
11.	Los electrodos de puesta a tierra tienen las dimensiones adecuadas y se encuentran instalados de manera apropiada.	NTC2050 250-83 (c)	X						
12.	El conductor del electrodo de puesta a tierra no tiene empalmes o si los tiene están ejecutados con métodos probados o certificados.	NTC2050 250-91 (a)	X						
13.	El conductor del electrodo de puesta a tierra está protegido y asegurado.	NTC2050 250-92 (a)	X						
14.	La canalización metálica del conductor del electrodo de puesta a tierra esta equipotencializado en sus dos extremos.	NTC2050 250-92 (b)	X						
15.	El conductor del electrodo de puesta a tierra tiene el calibre adecuado.	NTC2050 250-94	X						
16.	La conexión al electrodo de puesta a tierra es accesible e inspeccionable (tiene caja de inspección es de 30x30 cm en instalaciones domiciliarias)	15.2 (d) NTC2050 250-112	X						
17.	La conexión al electrodo de puesta a tierra utiliza métodos aprobados o los conectores usados corresponden con los certificados de producto recibidos.	15.2 NTC2050 250-115	X						
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ETAPAS TRANSFORMACION Y DISTRIBUCION</b>									
1.	Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas no son incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra.	15.2	X						
2.	Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puesta a tierra deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conectores certificados para su uso.	15.2 NTC2050 250-81	X						
3.	Los electrodos de puesta a tierra no son de aluminio.	15.2 (e) NTC2050 250-	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: \_\_\_\_\_ TENSION: \_\_\_\_\_ CAPACIDAD INSTALADA: \_\_\_\_\_ [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART.RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Todos los componentes que forma parte del sistema de puesta a tierra de la subestación están debidamente equipotencializados.	15.2 NTC2050 250-83 (c)	X						
5.	Todos los electrodos se encuentra enterrados en su totalidad.	15.3 NTC2050 250-83 (c)	X						
6.	El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la tierra son accesibles, la parte superior del electrodo enterrado debe quedar mínimo a 15 cm de la superficie.	15.3.1 NTC2050 250-112	X						
7.	Los conductores de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalman, de emplean las técnicas adecuadas o métodos certificados.	15.3.3 (c) NTC2050 250-91 (a)	X						
8.	El valor de la resistencia de puesta a tierra no es mayor al indicado en la tabla 25 del Reglamento.	15.4	X						8.61 52

## A8. SUBESTACIÓN EDIFICIO LUIS A. CALVO



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

### LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Auditorio Luis A. Calvo TENSION: 13200/220-127V / 440-254V CAPACIDAD INSTALADA: 250 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	DISTRIBUCION						OBSERVACIONES
			CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			
			SI	NO	N.A	G	M	L	
1	Todo proyecto de distribución debe contar con un diseño, con memorias de cálculos y planos de construcción, con el nombre, firma y matrícula profesional del responsable del diseño.	31.2 (a)		X					
2	Toda transición de línea aérea a cable aislado de media, alta extra alta tensión, debe disponer de un DPS.	17.6.1 (a)	X						
<b>TIPO DE DISTRIBUCION : SUBTERRANEA</b>									
1.	Las canalizaciones o ductos de protección de cables de media y baja tensión reúnen las condiciones y grado de protección adecuados para su uso.	34.2 (a)		X			X		Se encuentra tubería PVC expuesta.
2.	La distancia útil entre el borde externo del conductor y cualquier otro servicio (gas, agua, entre otros) es mínima de 0,2 m. o se tomaron medidas adecuadas cuando dicha distancia no puede ser mantenida.	34.2 (c)			X				
3.	Se han tomado las medidas necesarias para que los conductores dentro de los ductos a lo largo de su recorrido mantengan la separación entre circuitos.	34.2 (d)	X						
4.	Los empalmes y derivaciones de los conductores son accesibles.	34.2 (e)	X						
5.	No existen canalizaciones sobre el nivel del suelo terminado.	34.2 (f)	X						
6.	Para cables de enterramiento directo, el fondo de la zanja es una superficie firme, libre de discontinuidades y sin obstáculos. Dicho fondo no es menor a 0,7 m y se han tomado las medidas adecuadas para su protección mecánica y señalización.	34.2 (g)			X				
7.	Los ductos se colocaron con una pendiente mínima de 0.1% hacia las cámaras de inspección, en una zanja de profundidad suficiente que permita un recubrimiento mínimo a 0,7 m de relleno sobre el ducto.	34.2 (h)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Auditorio Luis A. Calvo

TENSION: 13200/220-127V  
440-254V

CAPACIDAD INSTALADA: 250 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
8.	Las uniones entre conductores aseguran la máxima hermeticidad posible y no alteran su sección transversal interna.	34.2 (i)	X						
9.	Los ductos metálicos existentes son galvanizados en caliente y están conectados eléctricamente a tierra.	34.2 (i)	X						
10.	En los ductos metálicos se han instalado dentro de ellos todos los conductores de un circuito incluido su conductor de puesta a tierra de protección.	34.2 (i)	X						
11.	Los cables subterráneos instalados debajo de construcciones están alojados en un ducto que sale como mínimo 0,3 m del perímetro de la construcción.	34.2 (j)	X						
12.	Todas las transiciones entre tipos de cables, las conexiones a las cargas, o las derivaciones, se realizan en cámaras o cajas de inspección.	34.2 (k)	X						
13.	Las dimensiones internas útiles de las cajas o cámaras de paso, derivación, conexión o salida son las adecuadas para las funciones específicas.	34.2 (k)	X						
14.	Las cámaras de inspecciones están instaladas en tramos rectos, a distancias no mayores de 80 m entre sí.	34.2 (l)	X						
*	El color de los ductos subterráneos es de color verde	Res 224 SIC del 2001	X						
SECCIÓN			TRANSFORMACIÓN						
1.	El sistema de puesta a tierra es continuo y adecuado para la corriente de falla a tierra prevista.	15	X						
2.	Los transformadores refrigerados en aceite no están instalados en niveles o pisos que estén por encima de sitios de habitación, oficinas y en general lugares destinados a la ocupación permanentes de personas.	17.10.1 (b)	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Auditorio Luis A. Calvo TENSION: 13200/220-127V / 440-254V CAPACIDAD INSTALADA: 250 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A.	G	M	L	
3.	Los materiales utilizados para la construcción de la bóveda aseguran una resistencia al fuego mínimo de tres horas para un transformador aislado en aceite y una resistencia al fuego mínima de 1 hora para transformadores secos con potencia superior a 112,5 kVA.	17.10.1 (c)		X		X			No hay bóveda construida.
4.	El transformador está provisto de su respectiva placa de identificación.	17.10.2 (g)	X						
5.	Las celdas tienen puertas o tapas con un seguro para permanecer cerradas.	17.9.5		X		X			
6.	Se apropió del espacio adecuado para la construcción de la subestación y no está destinado a otros usos.	29.2		X			X		Usan el cuarto de la subestación para guardar sillas y equipos
7.	Existe una señal a la entrada de la subestación con el símbolo de riesgo eléctrico.	29.2 (c)		X					
8.	Los encerramientos utilizados por los equipos que conforman las subestaciones alojan en su interior los equipos de corte y seccionamiento.	29.2 (i)		X					No hay encerramientos.
9.	Las cubiertas, puertas o distancias apropiadas no permiten el acceso a personal no calificados a barrajes o elementos energizados.	29.2 (j)		X					No hay barreras
10.	En la subestación no cruzan canalizaciones de agua, gas natural, aire comprimido, gases industriales o combustibles, a no ser que sean necesarios para el funcionamiento de la subestación.	29.2 (t)	X						
<b>SALAS DE OPERACION MANDO Y CONTROL</b>									
1.	Los materiales de construcción tienen un alto punto de ignición.	29.3 (a)		X			X		Celdas viejas y oxidadas
2.	Las instalaciones están libres de materiales combustibles, polvo y humo, y no son utilizadas para reparación, fabricación o almacenamiento, excepto para partes menores esenciales en el mantenimiento del equipo instalado.	29.3 (b)		X		X			Polvo, oxido, mugre y almacenamiento.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Auditorio Luis A. Calvo TENSION: 13200/220 - 127V / 440 - 254V CAPACIDAD INSTALADA: 250 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Están suficientemente ventiladas, con el fin de mantener las temperaturas de operación dentro de los rangos debidos, regulados para minimizar la acumulación de contaminantes transportados por el aire, bajo cualquier condición de operación.	29.3 (c)	X						
4.	Las instalaciones están secas. En las estaciones externas o ubicadas en túneles mojados, pasos subterráneos u otros lugares húmedos o de alto grado de humedad, el equipo eléctrico debe ser diseñado para soportar las condiciones atmosféricas imperantes.	29.3 (d)	X						
5.	Todo equipo fijo debe ser soportado y asegurado de una manera consistente con las condiciones del servicio. Se debe prestar consideración al hecho de que algunos equipos pesados, tal como transformadores, puedan ser asegurados en el lugar; sin embargo, el equipo que genere fuerza dinámicas durante su operación, podrá requerir medidas adicionales.	29.3 (e)	X						
6.	Existe una indicación ligada directamente a la posición de contactos de los elementos de interrupción y seccionamiento.	29.3 (f)		X			X		
<b>SUBESTACION DE MEDIA TENSION TIPO INTERIOR O EN EDIFICACIONES</b>									
1.	El local de la subestación dentro de la edificación está ubicado en un sitio de fácil acceso desde exterior para personal calificado y a vehículos de transporte de equipos	30.2 (b)	X						
2.	La persona no puede acceder el contacto de la zona energizada ni tocándola de manera directa ni introduciendo objetos que lo puedan colocar en contacto con la línea.	30.2 (c)		X		X			No hay barreras
3.	Las subestaciones de distribución secundaria deben asegurar que una persona no pueda acceder a las partes vivas del sistema evitando que sobrepasen las distancias de seguridad, propias de los niveles de tensión.	30.2 (c)		X		X			No hay barreras



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Auditorio Luis A. Calvo TENSION: 13200/220-127V / 440-254V CAPACIDAD INSTALADA: 250 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Las celdas tienen medios para controlar los efectos de un arco mediante la evacuación de gases hacia arriba, hacia los costados, hacia atrás o dos metros por encima del frente.	30.2 (d)		X		X			Celda de seccionador M.T inadecuado.
5.	Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.	30.2 (d)		X		X			
6.	Las piezas susceptibles de desprenderse en las celdas están firmemente aseguradas.	30.2 (d)	X						
7.	Existen conexiones efectivas en el sistema de puesta a tierra.	30.2 (d)		X					
8.	La subestación dispone del numero y forma apropiada de salidas para evitar que un operador quede atrapado en caso de un accidente.	30.2 (e)		X			X		No hay puertas antipánico en la salida de la subestación
9.	Los transformadores mayores de 600V cuentan con dispositivos de protección de sobrecorriente en el primario y secundario y están adecuadamente dimensionadas.	NTC2050 tabla 450-3.a).1)	X						
10.	Los transformadores refrigerados en aceite para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-42		X		X			
11.	Los transformadores de tipo seco de más de 112,5 kVA para interiores están instalados en bóvedas de transformadores con resistencia al fuego de mínimo 3 h (ver excepciones).	NTC2050 450-21 (b)			X				
12.	Las Bóvedas para transformadores cuentan con la ventilación del aire exterior.	NTC2050 450-41		X				X	No hay bóveda en las trif.
13.	Los vanos de puertas que lleven desde el interior de la edificación hasta a la bóveda están protegidos con una puerta cortafuego con resistencia al fuego de tres horas.	NTC2050 450-43 (a)		X		X			
14.	Los vanos de puertas cuentan con umbrales adecuados para recoger dentro de la bóveda el aceite de transformador más grande que pudiere haber.	NTC2050 450-43 (b)		X		X			



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Auditorio Luis A. Calvo TENSION: 13200/220-127V / 440-254V CAPACIDAD INSTALADA: 250 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
15.	Se han tomado las medidas adecuadas en la bóveda del transformador para confinar el posible derrame de aceite dieléctrico en la bóveda cuando las regulaciones ambientales no permitan su drenaje.	NTC2050 450-27		X		X			
16.	Las puertas tienen cerraduras y se mantienen cerradas, permitiéndose el acceso solo a personas calificadas además tienen apertura hacia fuera y están dotadas de barras antipánico.	NTC2050 450-43 (c).		X		X			
17.	La bóveda cuenta con las aberturas de ventilación suficientes y están apropiadamente ubicadas.	NTC2050 450-45	X					X	
18.	Todas las aberturas alrededor de cables que atraviesan los muros de la bóveda del transformador están protegidas contra el fuego mediante métodos adecuados.	NTC2050 300-21		X			X		
<b>CELDA DE MEDIA TENSION</b>									
1.	La celda de media tensión tiene adherida de manera clara, permanente y visible, la siguiente información: Tensión(es) nominal(es) de operación, Corriente nominal de operación, Número de fases, Marca registrada del fabricante, El símbolo de riesgo eléctrico, Cuadro para identificar los circuitos.	17.9.3		X			X		Celda M.T inadecuada.
2.	El fabricante de tableros y celdas ha puesto a disposición del usuario, la siguiente información: grado de protección, diagrama unifilar del tablero, tipo de ambiente para el cual fue diseñado, rotulado para la identificación de circuitos individuales...	17.9.4		X			X		Celda M.T inadecuada.
<b>DISTANCIAS DE SEGURIDAD</b>									
1.	Las zonas dedicadas a circulación de personal son claramente identificables dentro de la subestación.	13.4 y Fig. 9		X			X		No están identificadas
2.	Se han instalado etiquetas donde se indica el nivel de riesgo que presenta un determinado equipo	13.4		X		X			
3.	Se utilizan los elementos de protección personal acordes con el nivel de riesgo.	13.4		X		X			No hay ni extintor.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Auditorio Luis A. Calvo TENSION: 13200/220-127V / 440-754V CAPACIDAD INSTALADA: 250 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Se dan a conocer los límites de aproximación a partes energizadas de equipos.	13.4 tabla 20		X		X			No estan limitados
5.	El límite de aproximación restringida está señalado y facilita al personal no autorizado identificar el máximo acercamiento permitido.	13.4		X		X			No estan limitados
6.	La profundidad del espacio de trabajo en la dirección del acceso hacia las partes energizadas no debe ser inferior a la estipulada en la tabla 110-16.a) para 600 V nominales o menos (ver excepciones).	NTC2050 110-16.a).1)	X						
7.	El ancho del espacio de trabajo en el frente del equipo eléctrico, es el ancho del equipo o 0,75 m, el q sea mayor.(600 V nominales o menos)	NTC2050 110-16.a).2)	X						
8.	La altura mínima hasta el techo de los espacio de trabajo alrededor de los equipos de acometida, cuadros de distribución, paneles de distribución es de 1,90 m.	NTC2050 110-16.e)	X						
9.	Los equipos se encuentran ubicados en espacios dedicados y están protegidos contra daños con las medidas adecuadas.	NTC2050 110-16.f).1)		X				X	Equipo expuesto a daño.
10.	Las entradas a todos los edificios, cuartos o encerramientos que contienen partes energizadas expuestas o conductores expuestos a más de 600 V nominales, se mantienen cerradas con llave.	NTC2050 110-34.c)		X		X			No hay cerradura al cuarto de transformación.
11.	Cuando la tensión supera los 600 V nominales, existen señales de advertencia permanentes y bien a la vista, en los cuales se indica: "PELIGRO – ALTA TENSION – PROHIBIDA LA ENTRADA".	NTC2050 110-34.c)		X			X		
<b>TABLEROS DE BAJA TENSION</b>									
1.	Los encerramientos de estos tableros son resistentes a los efectos de la humedad y la corrosión.	17.9.1 (a)		X			X		Esta oxidado.
2.	Los tableros son resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tener un grado de protección contra sólidos no mayores de 12,5 mm, líquidos de acuerdo al lugar de operación y contacto directo.	17.9.1 (e)		X			X		Esta deteriorado el tablero B.T.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Auditorio Luis A. Calvo TENSION: 13200/220-127V / 440-254V CAPACIDAD INSTALADA: 250 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
3.	Todo tablero tiene su respectivo diagrama unifilar actualizado.	17.9.1 (h)		X			X		
4.	Toda parte conductora de corriente es rígida y está construida en plata, una aleación de plata, cobre. No se debe utilizar hierro o acero en una parte que a conducir corriente.	17.9.1.1 (a)	X						
5.	Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se utilizan tornillos de acero, tuercas y clavijas de conexión.	17.9.1.1 (b)	X						
6.	La capacidad de corriente de los barrajes de fase no es menor que la proyectada para los conductores del alimentador del tablero. Todos los barrajes, incluido el del neutro y el de tierra se están montados sobre aisladores.	17.9.1.1 (c)	X						
7.	La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, es 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.	17.9.1.1 (d)	X						
8.	Todas las partes externas del panel están puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se identifican con el símbolo de puesta a tierra.	17.9.1.1 (e)		X					
9.	Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos están en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema.	17.9.1.1 (f)		X			X		
10.	Cada circuito de derivación dispone de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.	17.9.1.2 (b)	X						
11.	Se indica la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.	17.9.1.2 (d)		X					
12.	Se provee de un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los circuitos derivados.	17.9.1.2 (e)	X						
13.	No existe la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simular barrajes .	17.9.1.2 (f)		X					



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Auditorio Luis A. Calvo TENSION: 13200 / 220 - 127V / 440 - 254V CAPACIDAD INSTALADA: 250 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
14.	El tablero tiene un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados	17.9.1.2 (g)	X						
15.	La instalación del tablero tiene en cuenta el código de colores establecido en la tabla 13 del RETIE e identificar cada uno de los circuitos.	17.9.1.2 (h)		X					
SECCIÓN		SISTEMA DE PUESTA A TIERRA Y EQUIPOTENCIALIZACIÓN							
ACOMETIDA									
1.	Los electrodos de puesta a tierra cumplen lo dispuesto en el artículo 15 del RETIE numeral 3,1 "electrodos de puesta a tierra". Tabla 23.	15.3.1	X						
2.	Existe un único puente equipotencial principal en el origen de la instalación y antes de los dispositivos de corte y está lo más cerca posible a la acometida o al transformador.	37.2 (f)	X						
3.	El calibre del conductor puesto a tierra de la acometida es el adecuado.	NTC2050 250-23 (b)	X						
4.	Los sistemas derivados independientes están apropiadamente puestos a tierra, tienen puente de conexión equipotencial y conexión a un electrodo de puesta a tierra	NTC2050 250-26	X						
5.	Las canalizaciones y encerramientos metálicos de la acometida están correctamente equipotencializados.	NTC2050 250-72 250-75	X						
6.	El calibre de los puentes equipotenciales en el equipo de acometida son los adecuados.	NTC2050 250-72 250-94	X						
7.	El calibre, tipo e instalación del puente equipotencial principal es el adecuado.	NTC2050 250-79	X						
8.	Las tuberías metálicas de agua expuestas, en el área de los sistemas derivados independientes están equipotencializados	NTC2050 250-80			X				
9.	Las tuberías metálicas de agua expuestas dentro de la edificación están equipotencializadas.	NTC2050 250-80 (a)			X				



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Auditorio Luis A. Calvo TENSION: 13200/220-127V  
440-254V CAPACIDAD INSTALADA: 250 [KVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
10.	Los miembros estructurales metálicos de la edificación están equipotencializados.	NTC2050 250-80 (c)	X						
11.	Los electrodos de puesta a tierra tienen las dimensiones adecuadas y se encuentran instalados de manera apropiada.	NTC2050 250-83 (c)	X						
12.	El conductor del electrodo de puesta a tierra no tiene empalmes o si los tiene están ejecutados con métodos probados o certificados.	NTC2050 250-91 (a)	X						
13.	El conductor del electrodo de puesta a tierra está protegido y asegurado.	NTC2050 250-92 (a)	X						
14.	La canalización metálica del conductor del electrodo de puesta a tierra esta equipotencializado en sus dos extremos.	NTC2050 250-92 (b)	X						
15.	El conductor del electrodo de puesta a tierra tiene el calibre adecuado.	NTC2050 250-94	X						
16.	La conexión al electrodo de puesta a tierra es accesible e inspeccionable (tiene caja de inspección es de 30x30 cm en instalaciones domiciliarias)	15.2 (d) NTC2050 250-112	X						
17.	La conexión al electrodo de puesta a tierra utiliza métodos aprobados o los conectores usados corresponden con los certificados de producto recibidos.	15.2 NTC2050 250-115	X						
<b>SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ETAPAS TRANSFORMACION Y DISTRIBUCION</b>									
1.	Los elementos metálicos que no forman parte de las instalaciones eléctricas no son incluidos como parte de los conductores de puesta a tierra.	15.2	X						
2.	Las conexiones que van bajo el nivel del suelo en puesta a tierra deben ser realizadas mediante soldadura exotérmica o conectores certificados para su uso.	15.2 NTC2050 250-81	X						
3.	Los electrodos de puesta a tierra no son de aluminio.	15.2 (e) NTC2050 250-	X						



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
 ESCUELA DE INGENIERIA ELECTRICA, ELECTRONICA Y TELECOMUNICACIONES

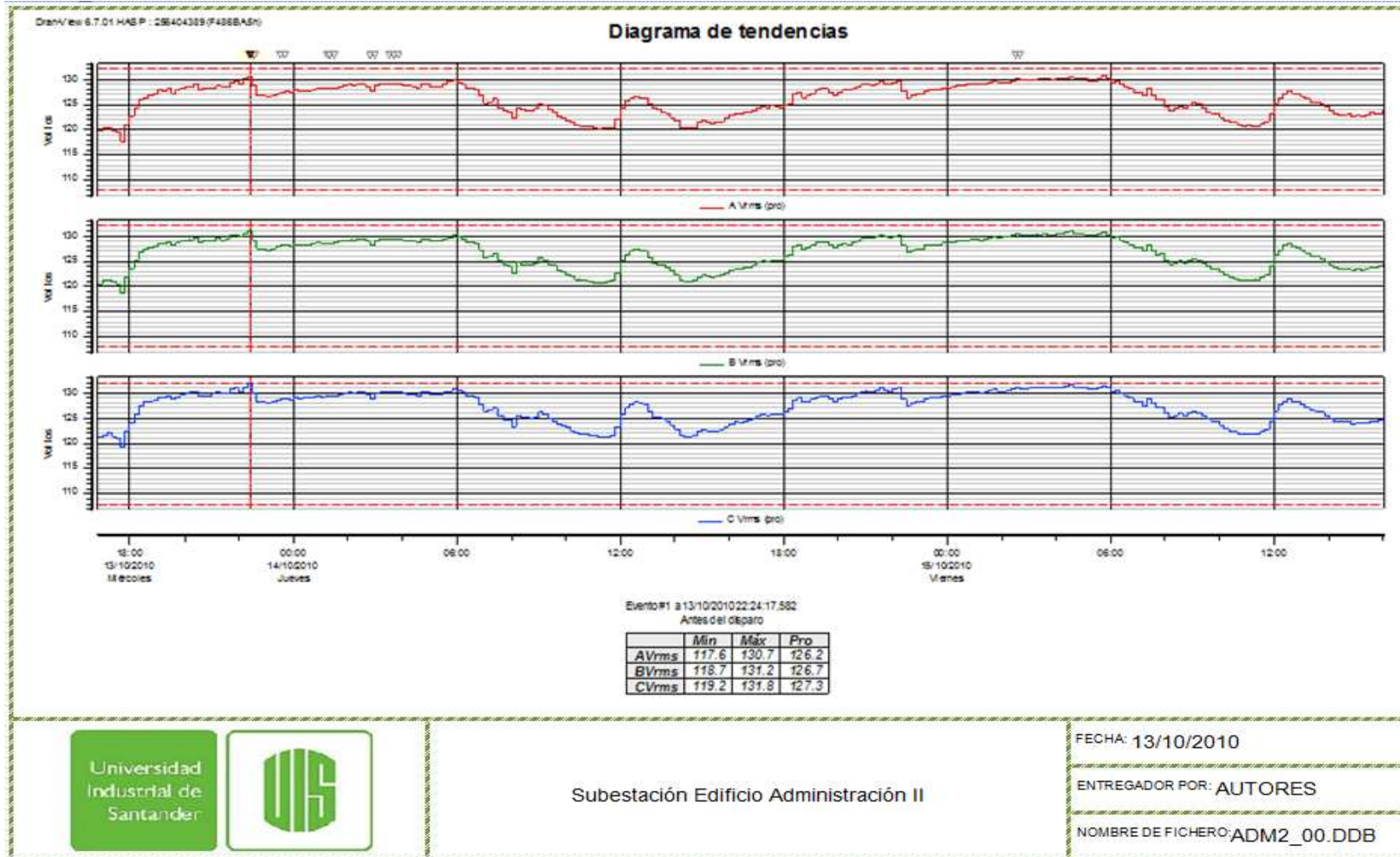
LISTA DE VERIFICACION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS

EDIFICIO: Auditorio Luis A. Calvo TENSION: 13200/220-127V / 440-254V CAPACIDAD INSTALADA: 250 [kVA]

ITEM	ASPECTO A EVALUAR	ART RETIE / NTC	CUMPLE			NIVEL NO CONFORMIDAD			OBSERVACIONES
			SI	NO	N.A	G	M	L	
4.	Todos los componentes que forma parte del sistema de puesta a tierra de la subestación están debidamente equipotencializados.	15.2 NTC2050 250-83 (c)		X			X		
5.	Todos los electrodos se encuentra enterrados en su totalidad.	15.3 NTC2050 250-83 (c)		X					
6.	El punto de unión entre el conductor del electrodo de puesta a tierra y la tierra son accesibles, la parte superior del electrodo enterrado debe quedar mínimo a 15 cm de la superficie.	15.3.1 NTC2050 250-112		X					
7.	Los conductores de puesta a tierra deben ser continuos, sin interruptores o medios de desconexión y cuando se empalman, de emplean las técnicas adecuadas o métodos certificados.	15.3.3 (c) NTC2050 250-91 (a)	X						
8.	El valor de la resistencia de puesta a tierra no es mayor al indicado en la tabla 25 del Reglamento.	15.4	X						3,88 Ω

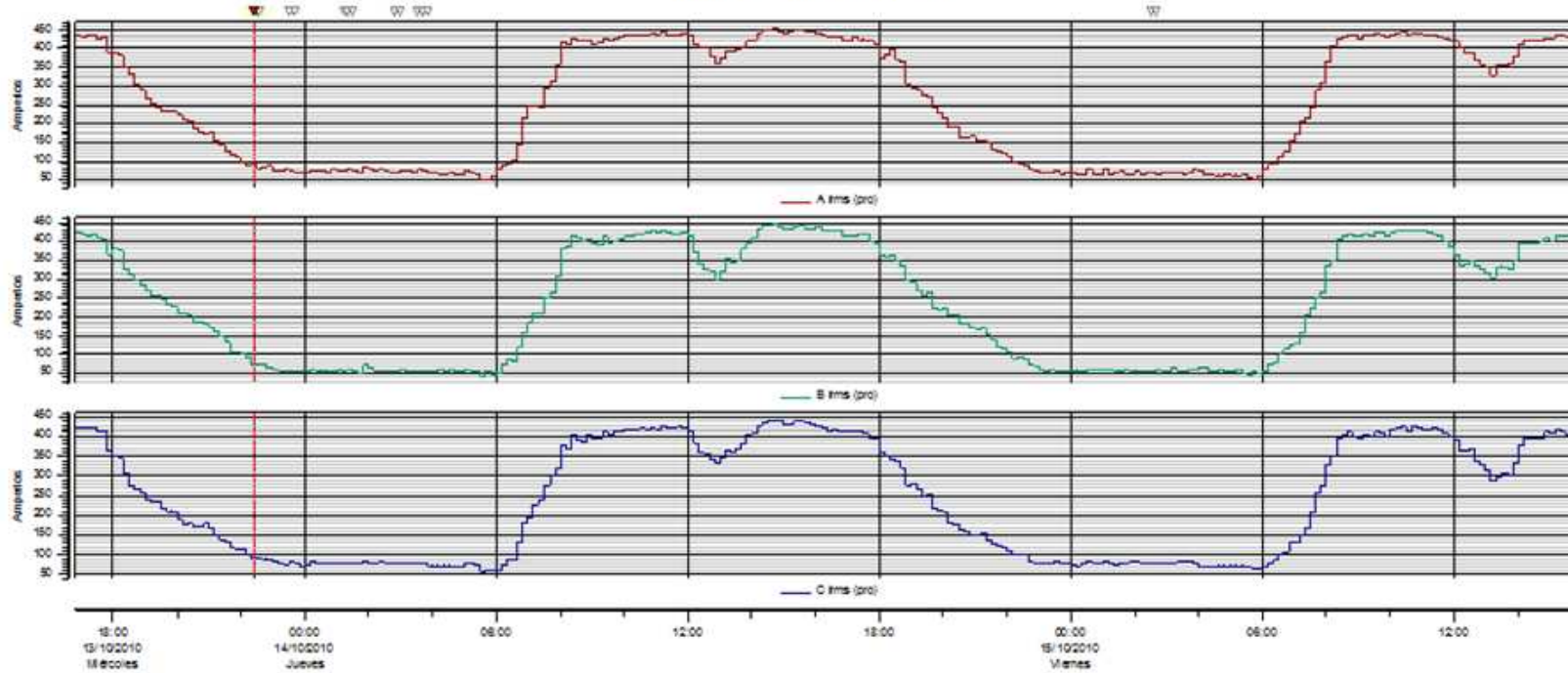
## ANEXO B. ANÁLISIS DE ARMÓNICOS, CURVAS DE DEMANDA Y VARIABLES ELÉCTRICAS.

### B1. SUBESTACIÓN EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II.



DianV/ew 6.7.01 HAS P - 28404389 (7438BA5R)

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 13/10/2010 22:24:17.582  
Antes del disparo

	Min	Máx	Pro
A rms	49.20	451.2	252.0
B rms	45.33	443.3	236.6
C rms	59.52	441.2	239.9



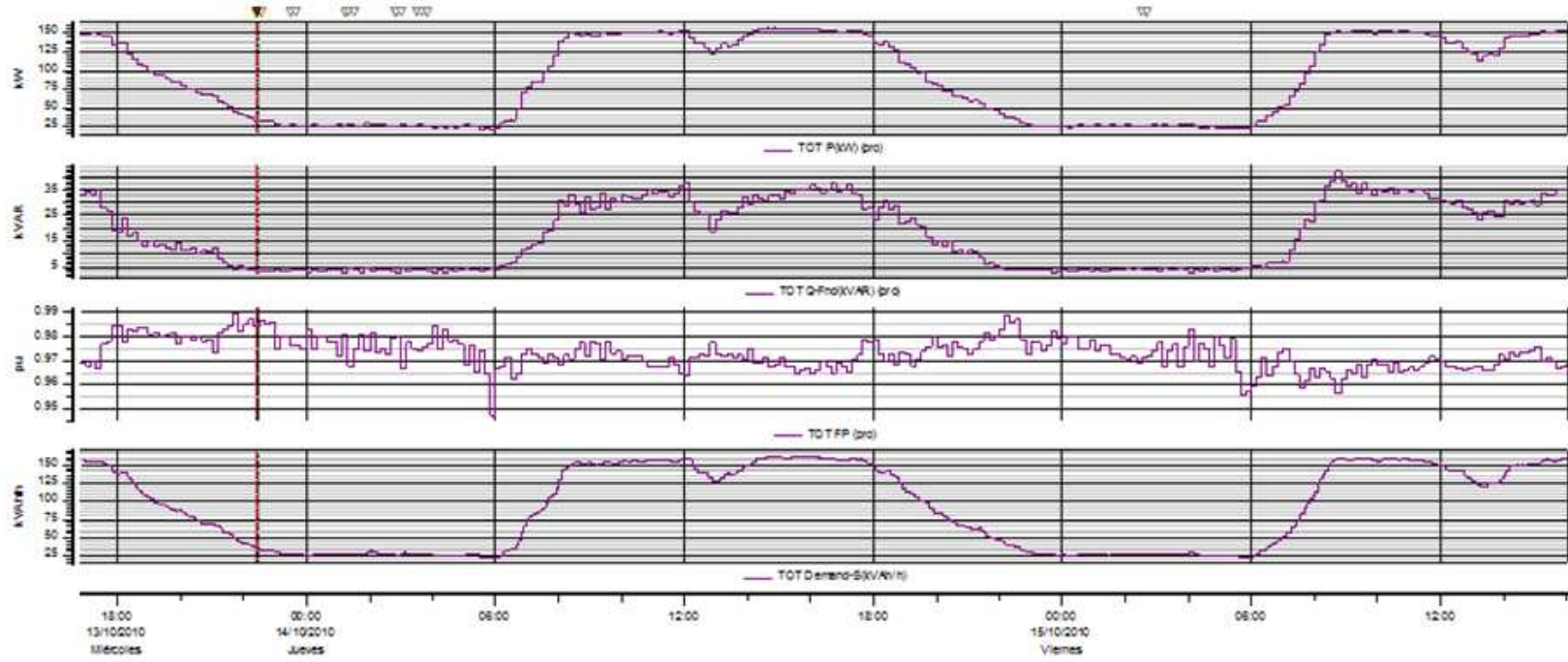
Subestación Edificio Administración II

FECHA: 13/10/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: ADM2\_00.DDB

### Diagrama de tendencias



Evento #1 a 13/10/2010 22:24:17.582  
Antes del disparo

	Mín	Máx	Pro
TOTP(kW)	19.53	156.6	88.45
TOTQ-Fnd(kVAR)	2.471	42.62	17.71
TOTFP	0.9469	0.9897	0.9729
TOTDemand-S(kVAh/h)	20.82	162.1	90.85



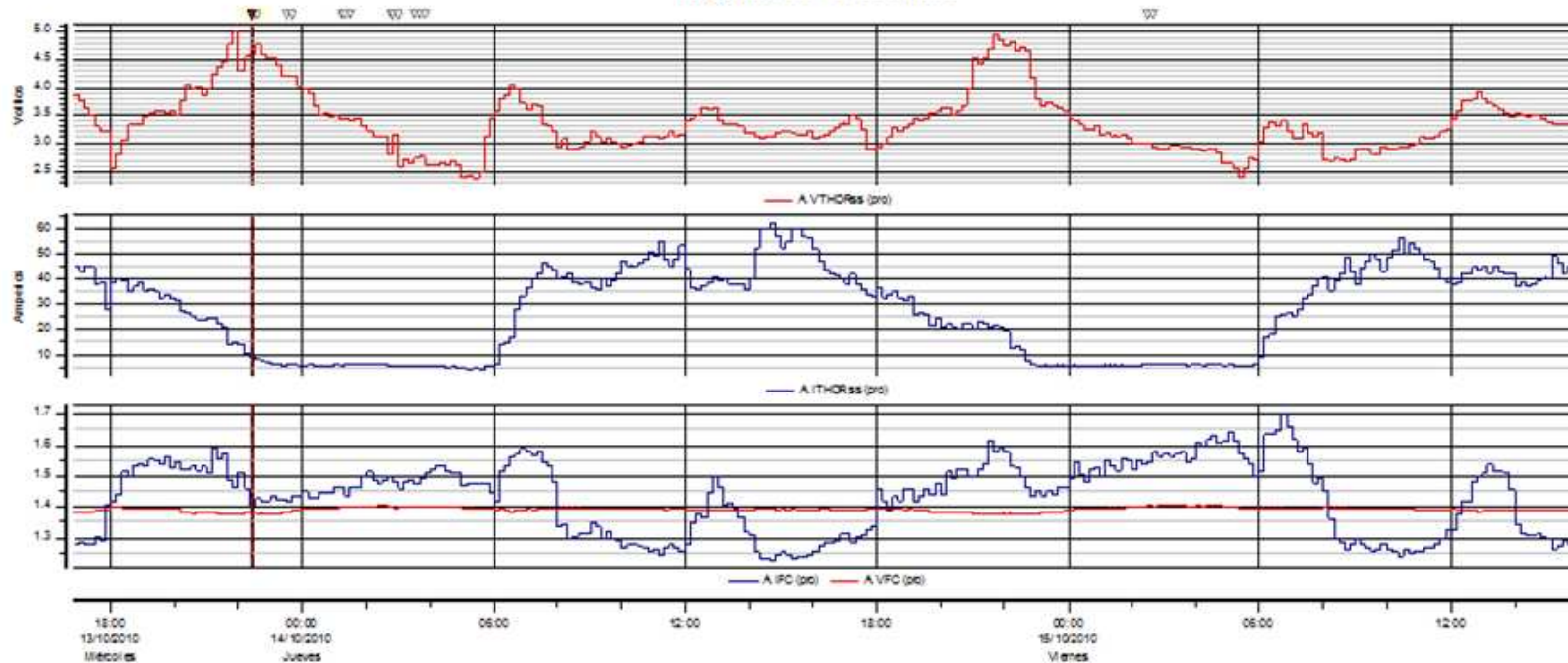
Subestación Edificio Administración II

FECHA: 13/10/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: ADM2\_00.DDB

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 13/10/2010 22:24:17.582  
Antes del disparo

	Mín	Máx	Pro
AVTHDRss	2.373	4.980	3.361
AITHDRss	4.356	62.67	27.33
AIFC	1.228	1.700	1.431
AVFC	1.374	1.405	1.391



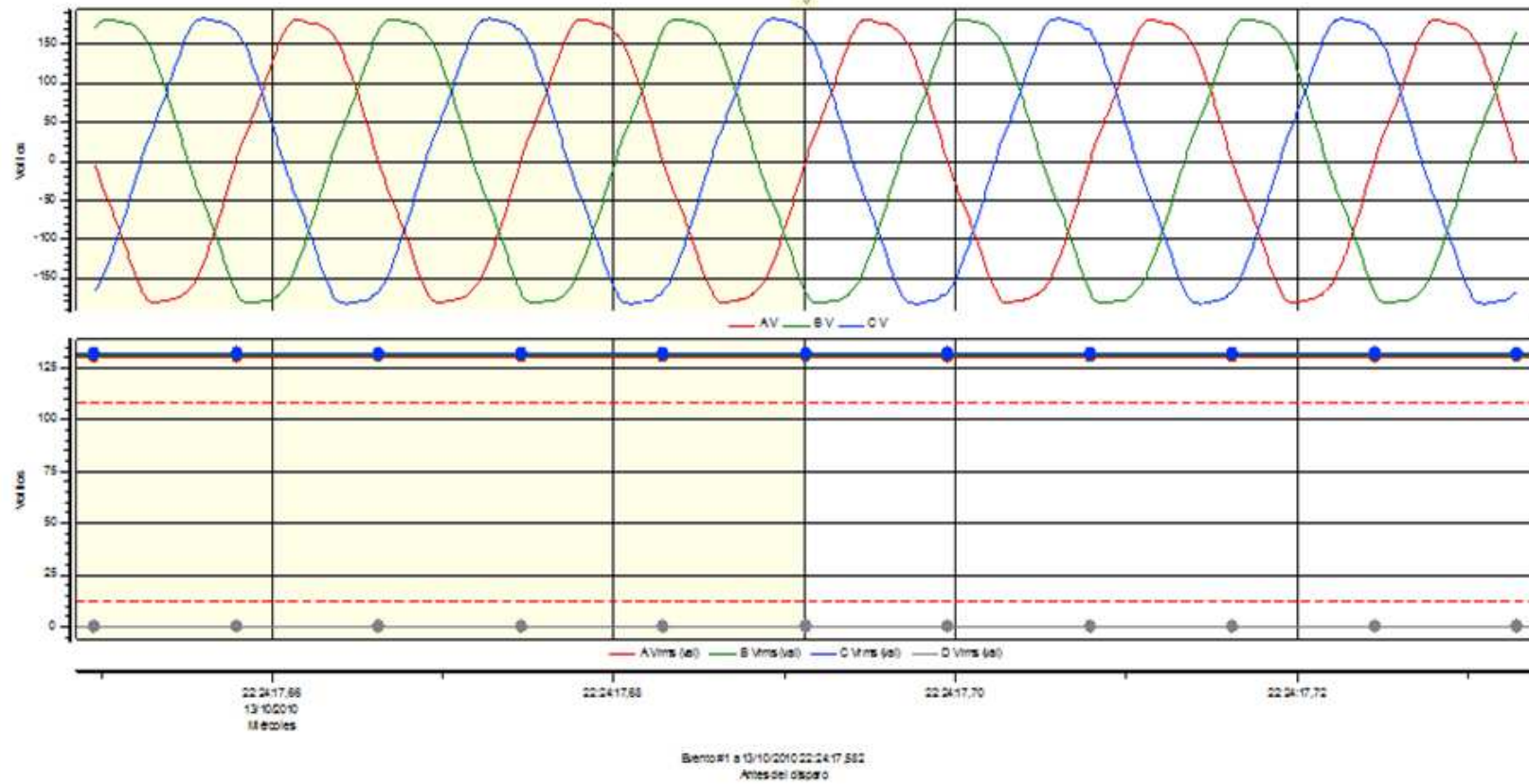
Subestación Edificio Administración II

FECHA: 13/10/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: ADM2\_00.DDB

### Diagrama de forma de onda/detalles



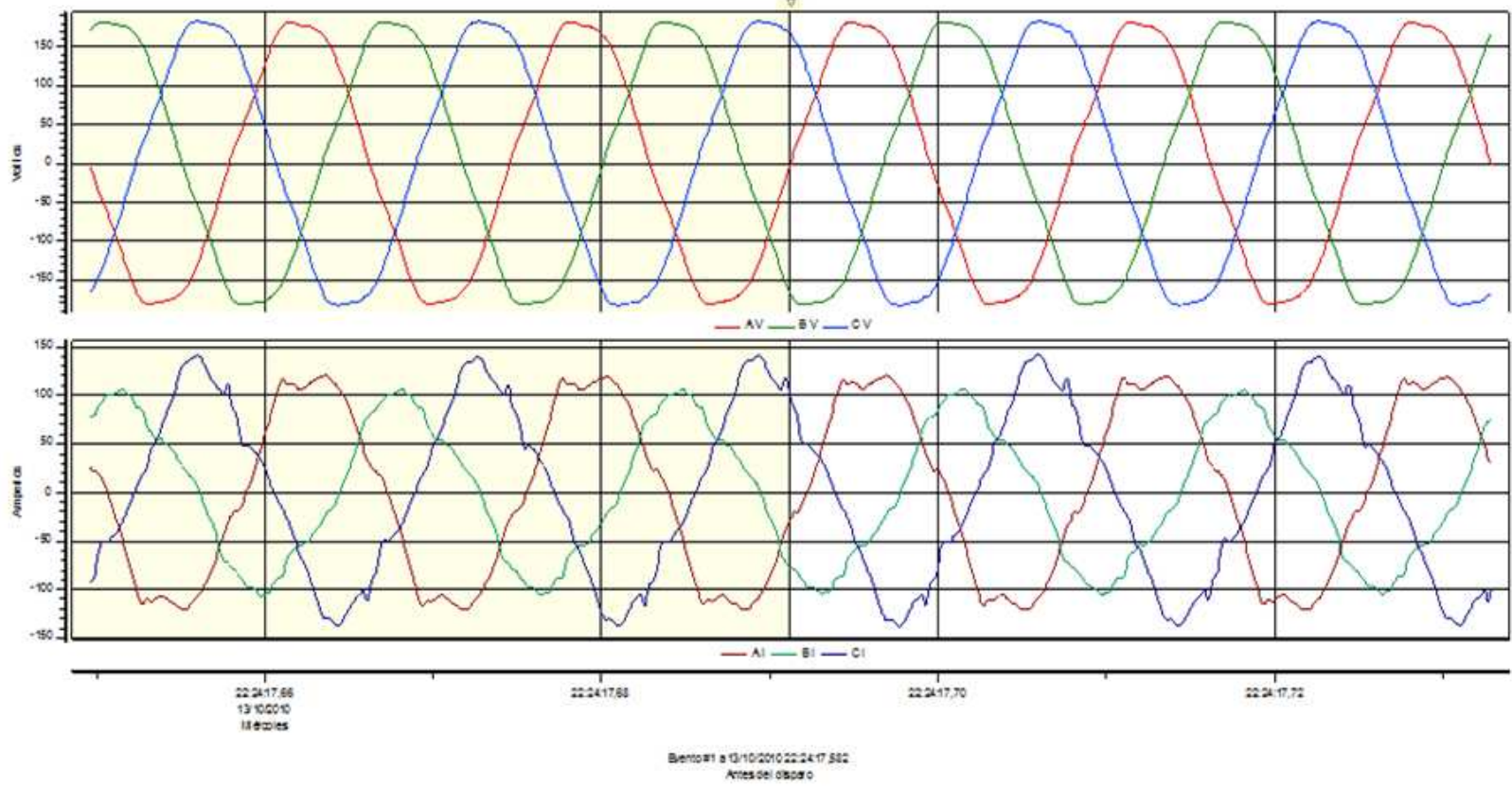
Subestación Edificio Administración II

FECHA: 13/10/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

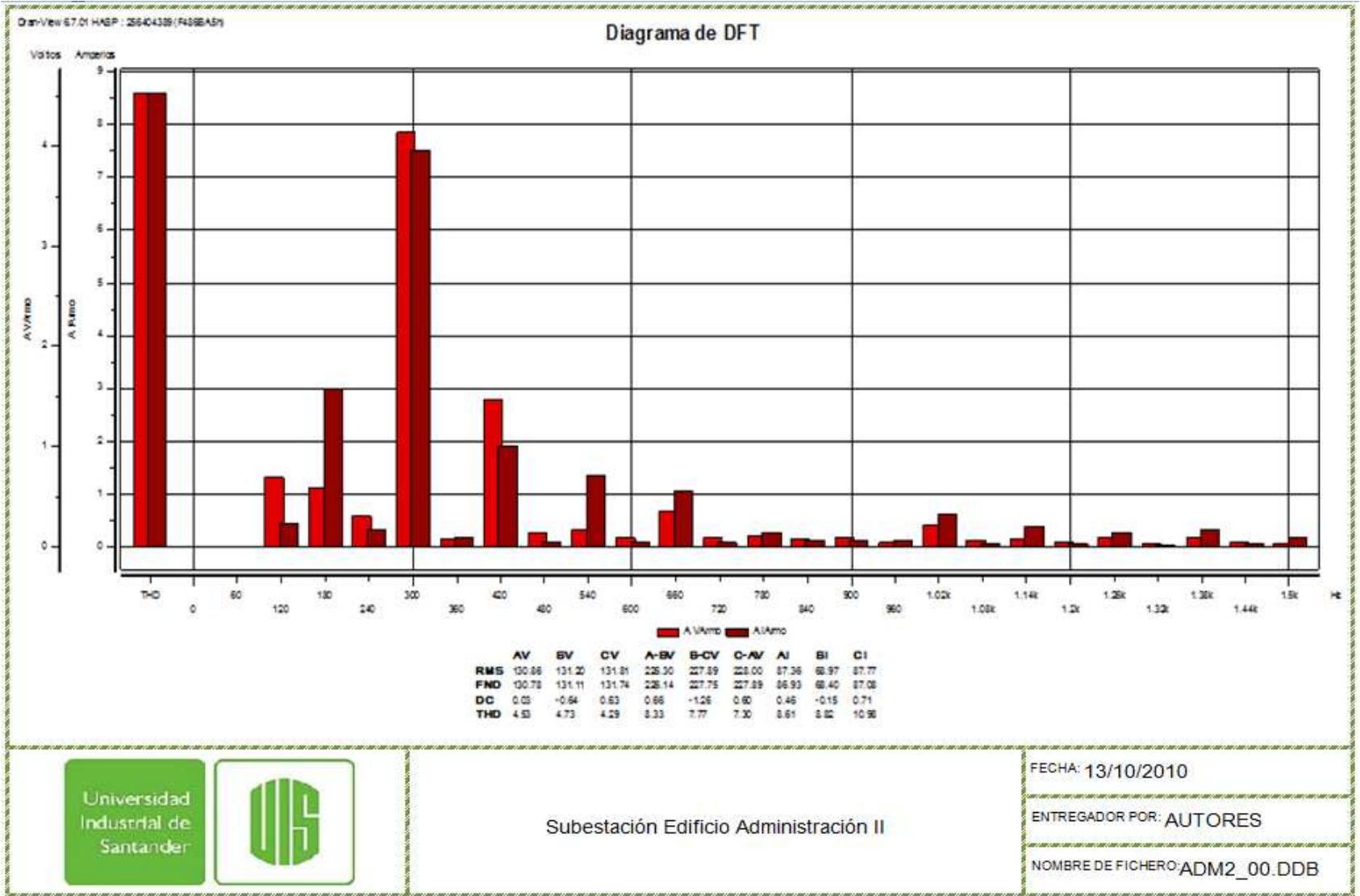
NOMBRE DE FICHERO: ADM2\_00.DDB

### Diagrama de forma de onda/detalles



Subestación Edificio Administración II

FECHA: 13/10/2010  
ENTREGADOR POR: AUTORES  
NOMBRE DE FICHERO: ADM2\_00.DDB



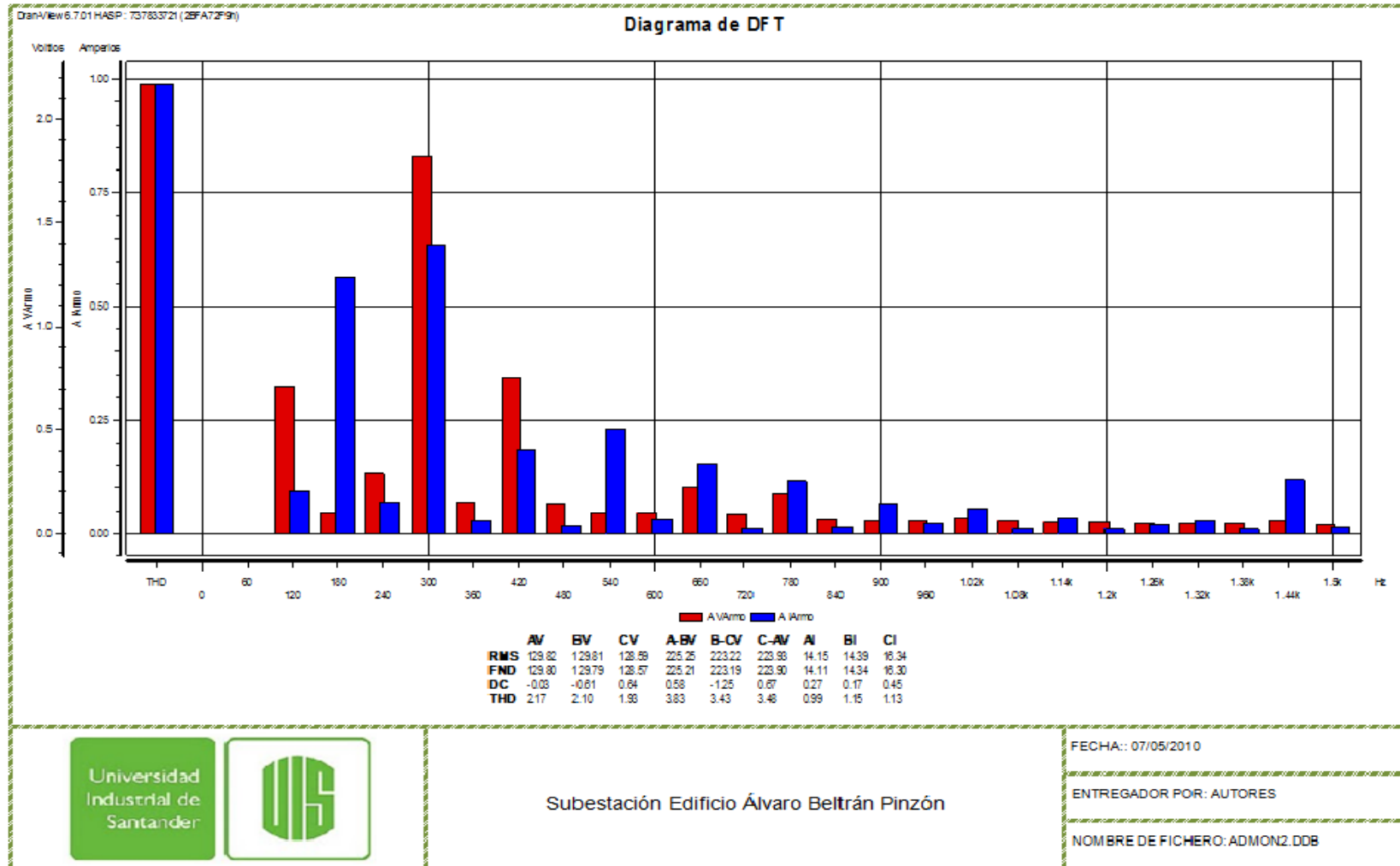
Subestación Edificio Administración II

FECHA: 13/10/2010

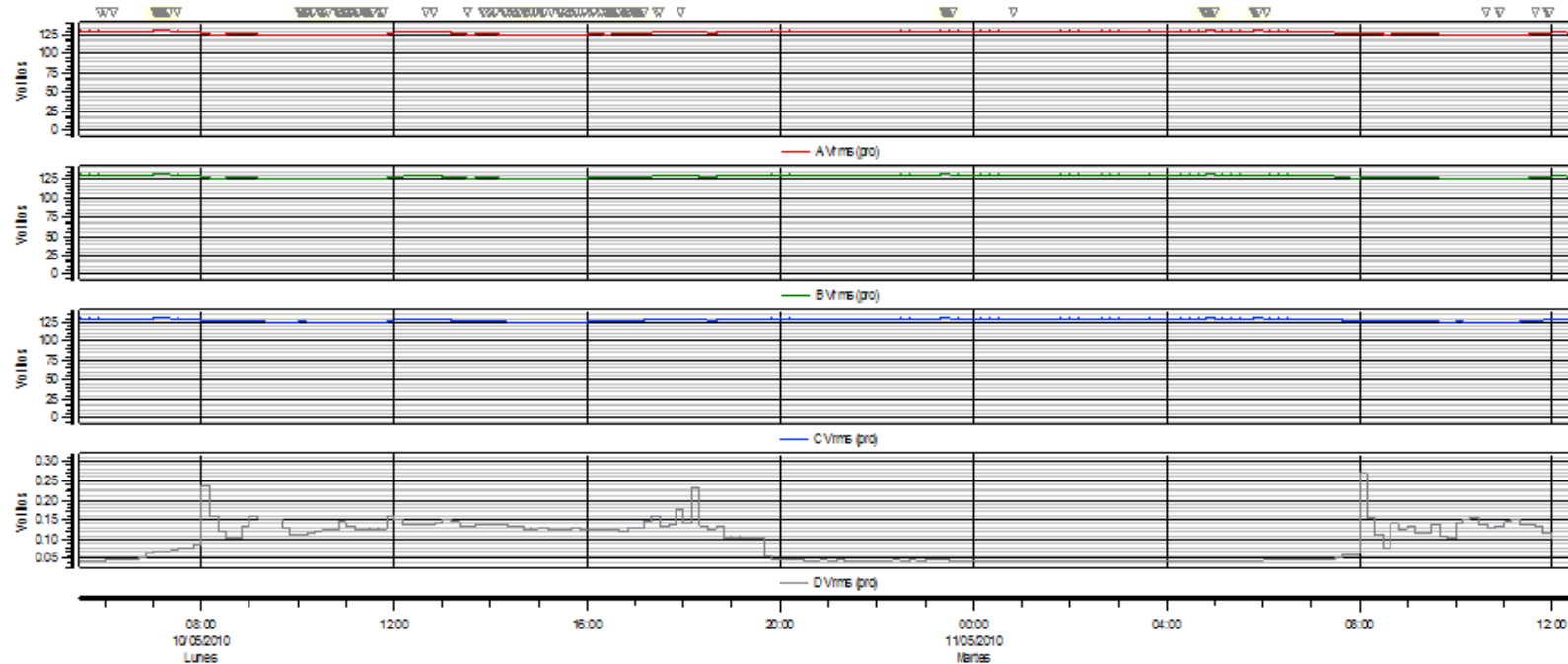
ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: ADM2\_00.DDB

## B2. SUBESTACIÓN EDIFICIO ALVARÓ BELTRÁN PINZÓN



### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 07/05/2010 15:32:49.000  
 A rms Intensidad Disparo (Lecturas de tendencias) Normal a Alto

	Min	Máx	Pro
A Vrms	124.2	132.0	128.0
B Vrms	124.5	132.4	128.4
C Vrms	123.8	131.5	127.4
D Vrms	0.04346	0.2693	0.09292

Universidad  
Industrial de  
Santander



Subestación Edificio Álvaro Beltrán Pinzón

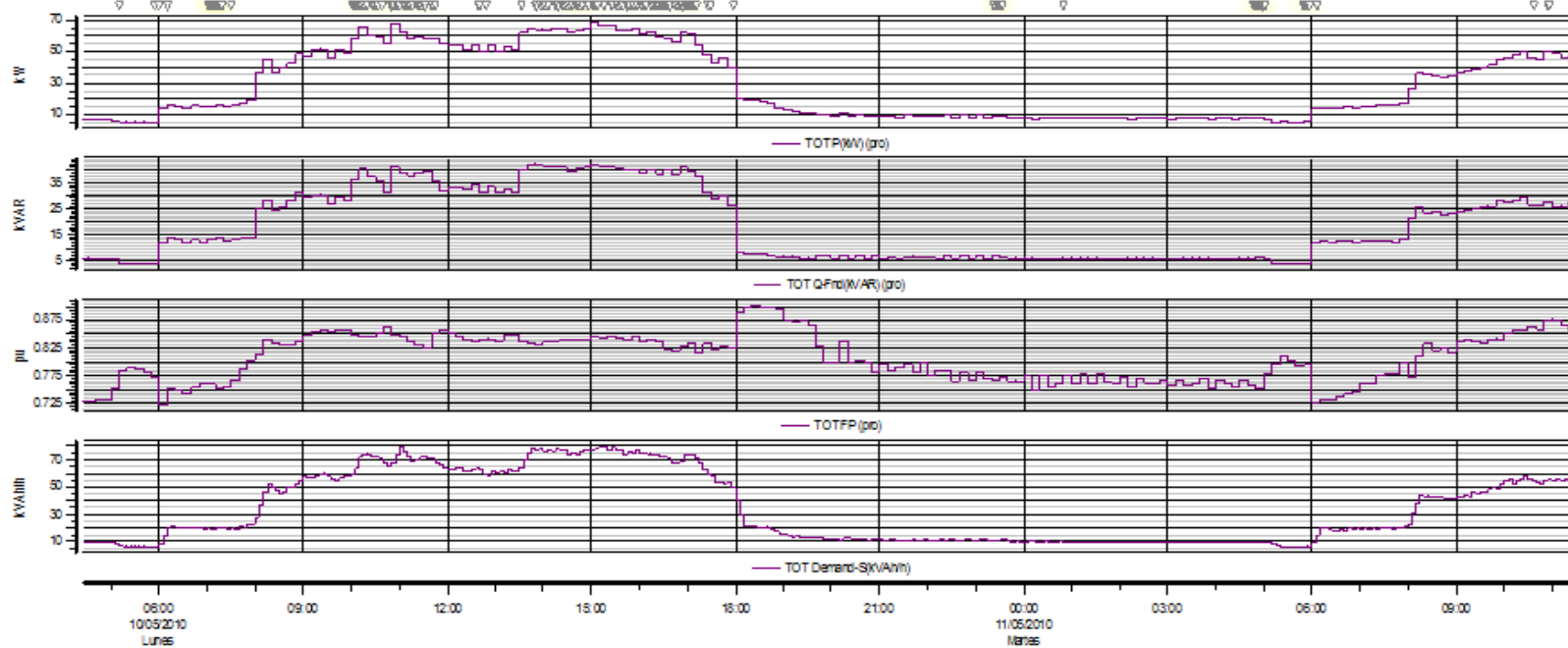
FECHA: 07/05/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: ADMON2.DDB



### Diagrama de tendencias



Evento #1 a 07/05/2010 15:32:49.000  
 Alarma: Intensidad 0 (Lecturas de tendencias) Normal a Alto

	Min	Máx	Pro
TOTP(kW)	4.654	68.53	28.21
TOT Q-Fnd(kVAR)	3.572	42.34	18.45
TOTFP	0.7215	0.9023	0.8071
TOT Demand-S(kVAh/h)	5.909	79.65	33.82



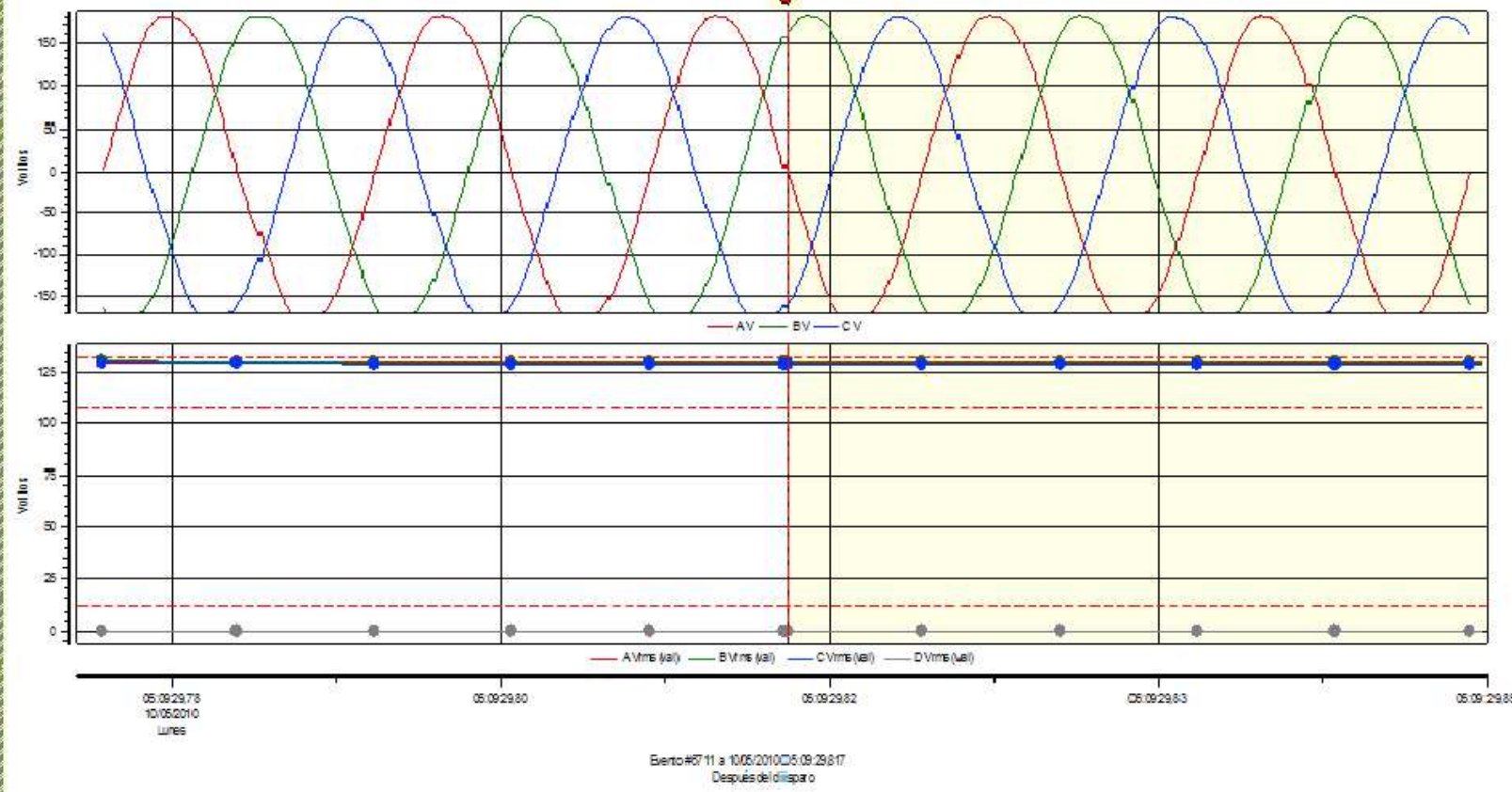
Subestación Edificio Álvaro Beltrán Pinzón

FECHA: 07/05/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: ADMON2.DDB

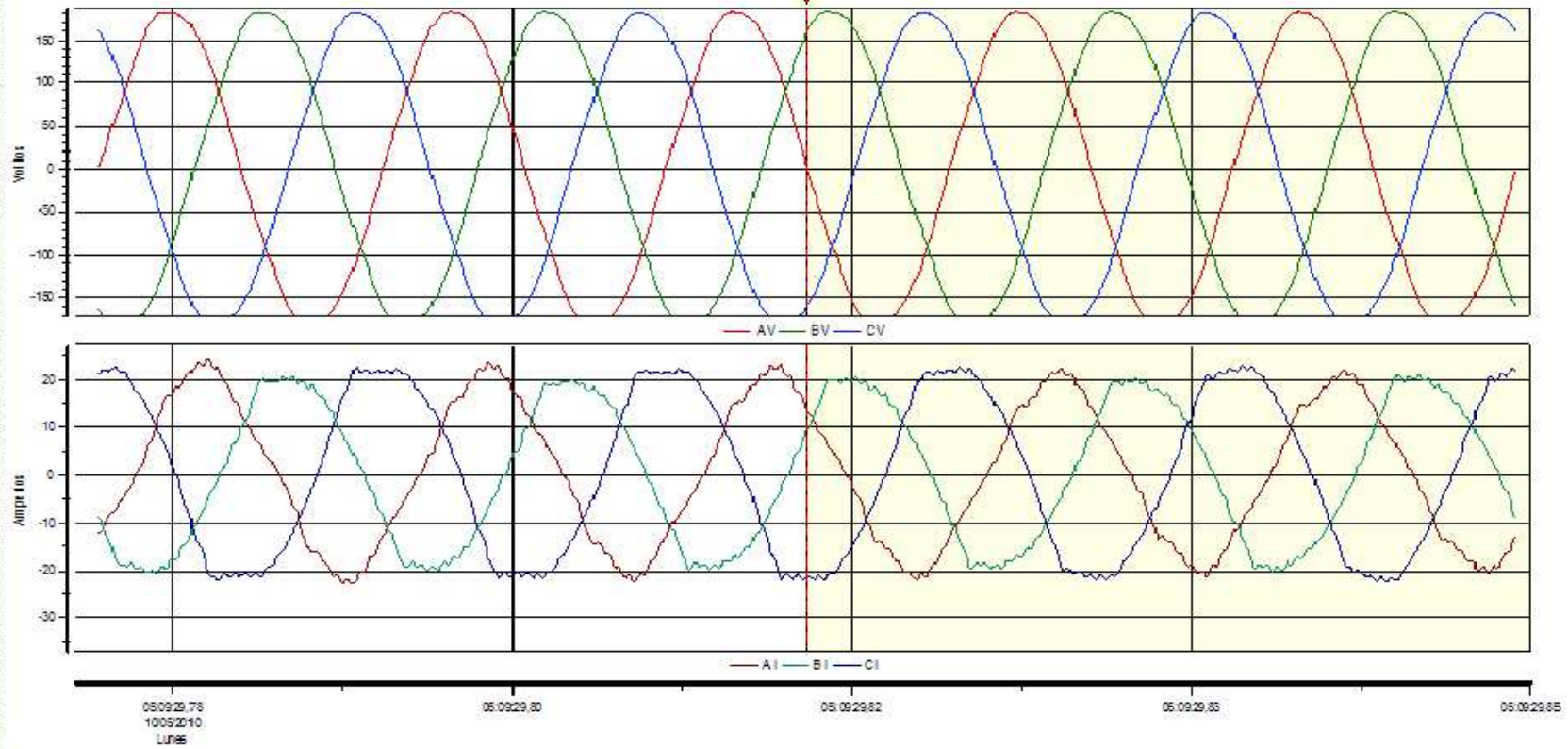
### Diagrama de forma de onda/detalles



Subestación Edificio Álvaro Beltrán Pinzón

FECHA: 07/05/2010  
ENTREGADOR POR: AUTORES  
NOMBRE DE FICHERO: ADMON2.DDB

### Diagrama de forma de onda/detalles



Evento#6711 a 10/05/2010 05:09:23.817  
Después del disparo



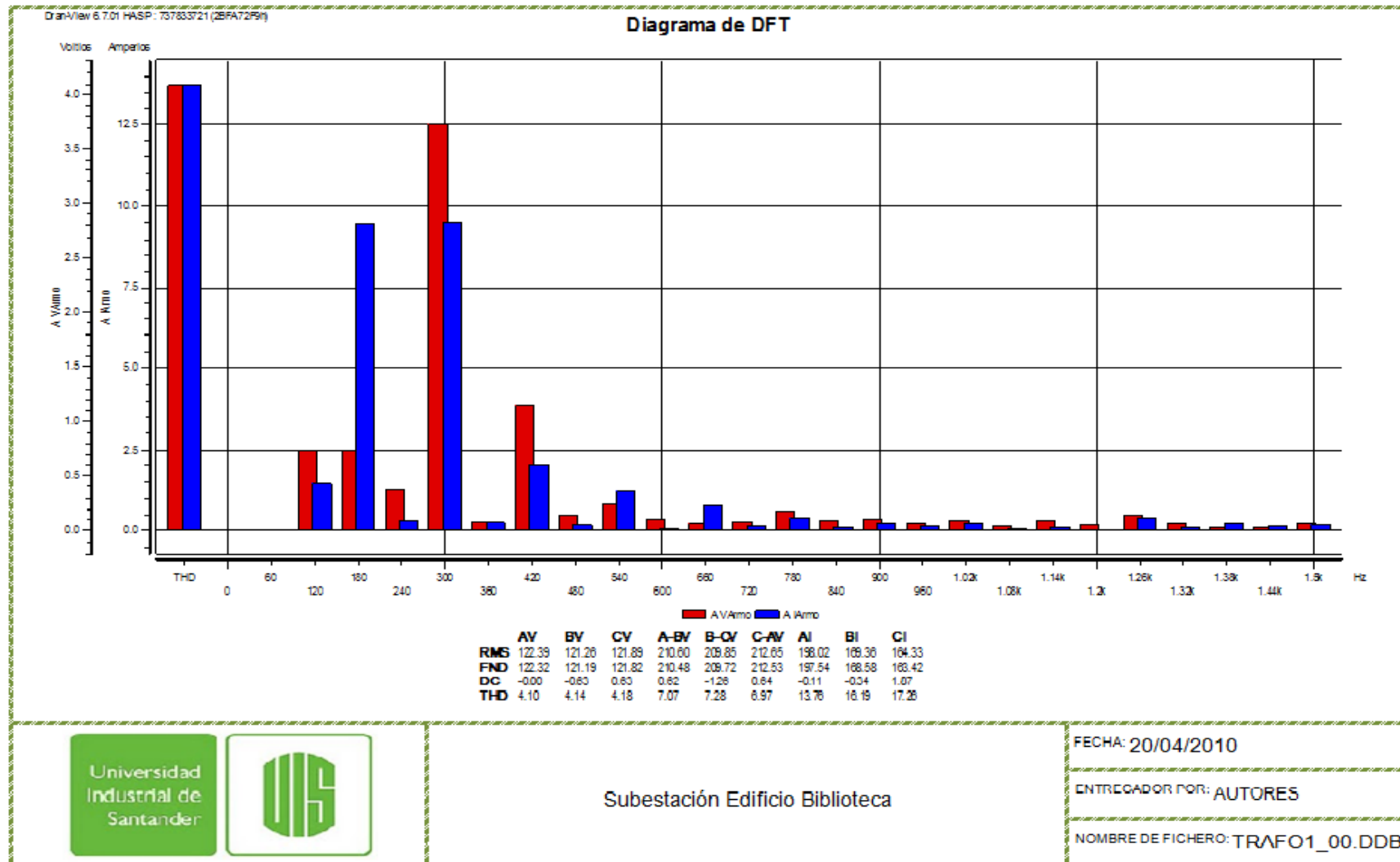
Subestación Edificio Álvaro Beltrán Pinzón

FECHA: 07/05/2010

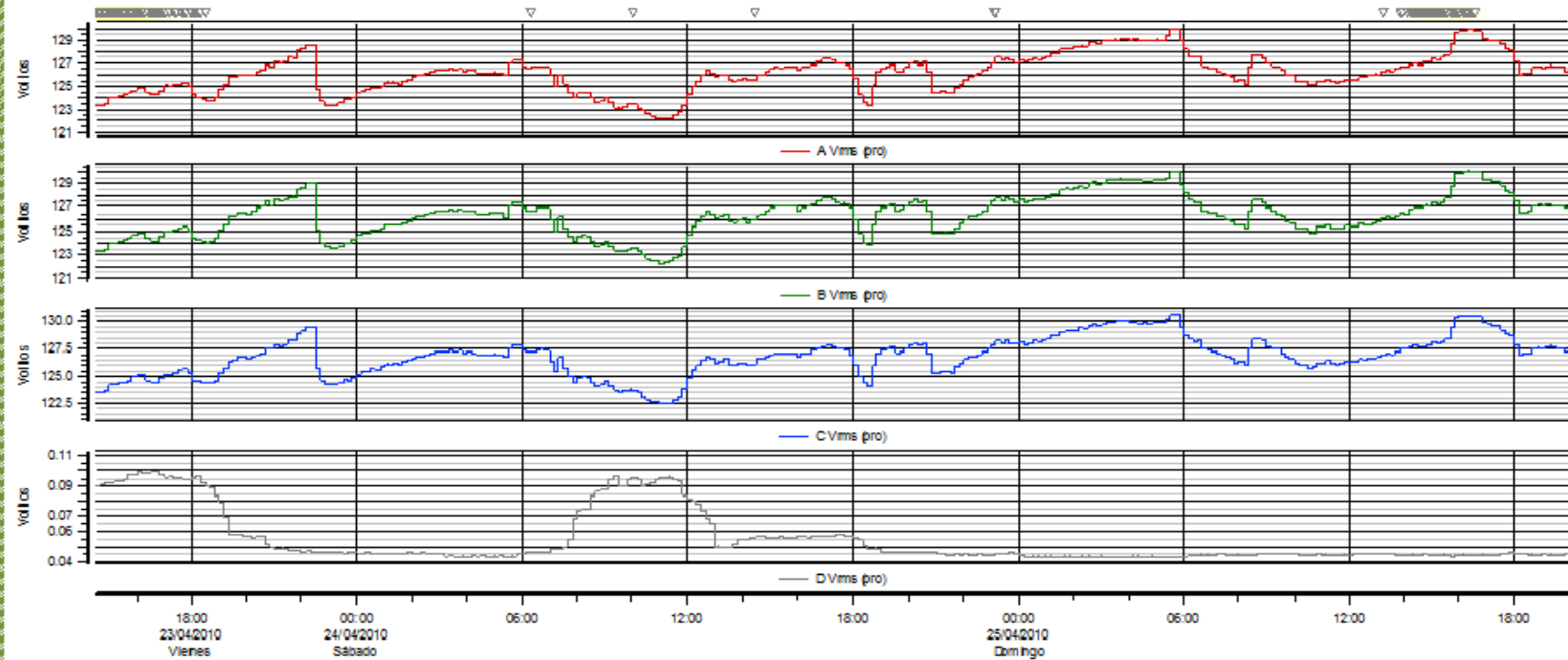
ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: ADMON2.DDB

### B3. SUBESTACIÓN EDIFICIO BIBLIOTECA



### Diagrama de tendencias



Bienio#1 a 23/04/2010 13:36: 41.000  
 Birms: Intensidad Disparo (Lecturas de tendencias) Normal a Ato

	Min	Max	Pro
<b>AVrms</b>	122.1	130.0	126.2
<b>BVrms</b>	122.3	130.1	126.4
<b>CVrms</b>	122.4	130.6	126.8
<b>DVrms</b>	0.04263	0.09917	0.05479



Subestación Edificio Biblioteca

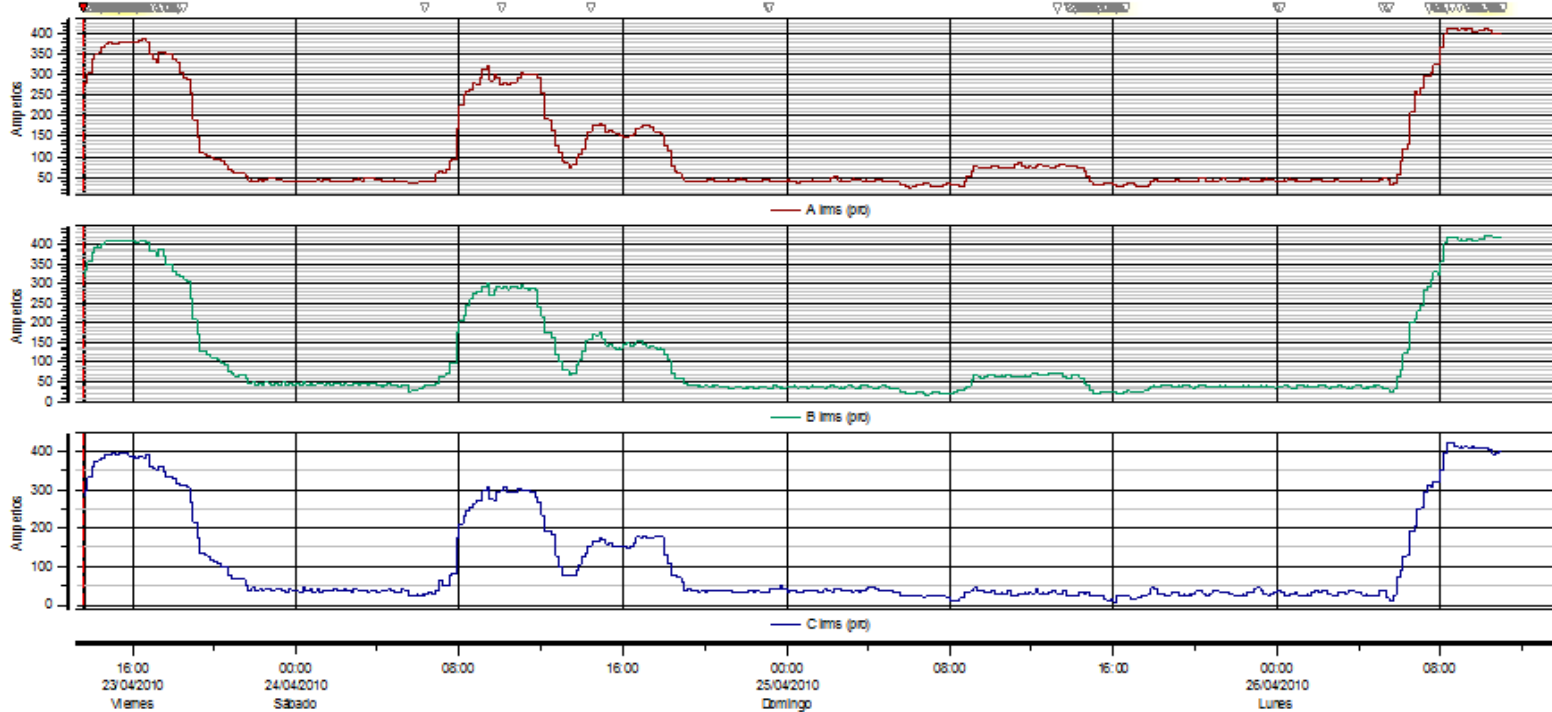
FECHA: 20/04/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRAF01\_00.DDB

Distri/lev 6.7.01 HASP : 737633721 (2BFA72F9)

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 23/04/2010 13:36:41.000  
Blms Intensidad Disparo (Le cturas de tendencias) Normal aAlto

	Min	Max	Pro
Alms	25.33	416.7	115.0
Blms	18.67	424.0	113.9
Clms	10.44	424.5	109.2



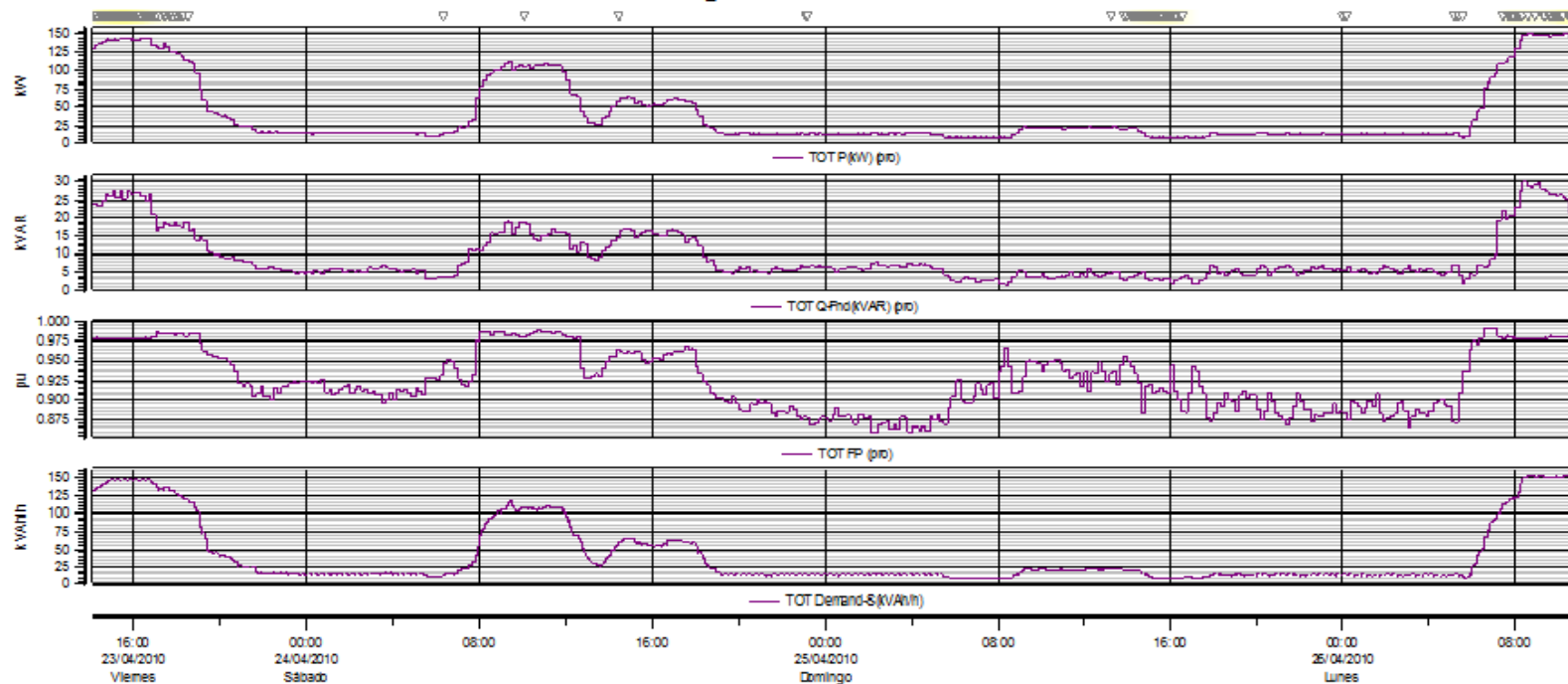
Subestación Edificio Biblioteca

FECHA: 20/04/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRAF01\_00.DDB

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 23/04/2010 13:36:41.000  
 Bilms Intensidad D isparo (Lecturas de tendencias) Normal a Ato

	Min	Max	Pro
TOTP(kW)	7.653	151.2	39.94
TOT Q-Fnd(kVAR)	1.397	30.30	9.130
TOT FP	0.8585	0.9924	0.9253
TOT Deman d-S(kVAh/h)	8.205	154.0	41.81

Created by Dmi on 07/1



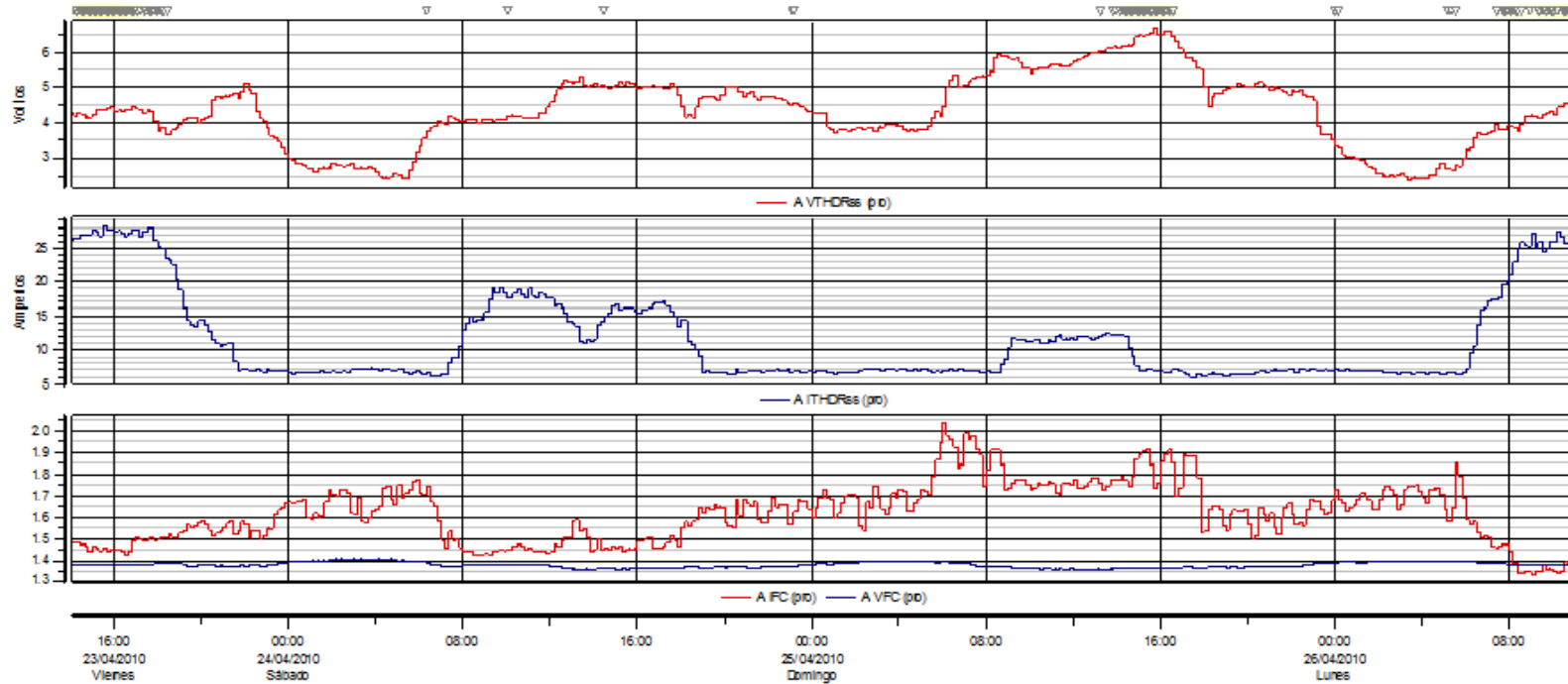
Subestación Edificio Biblioteca

FECHA: 20/04/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRAF01\_00.DDB

### Diagrama de tendencias



Evento #1 a 23/04/2010 13:36:41,000  
 Elims: Intensidad D isparo (Lecturas de tendencias) Normal a Alto

	Min	Máx	Pro
AVTHDRss	2.371	6.665	4.332
AITHDRss	6.015	28.18	11.24
AIFC	1.332	2.038	1.616
AVFC	1.358	1.404	1.376



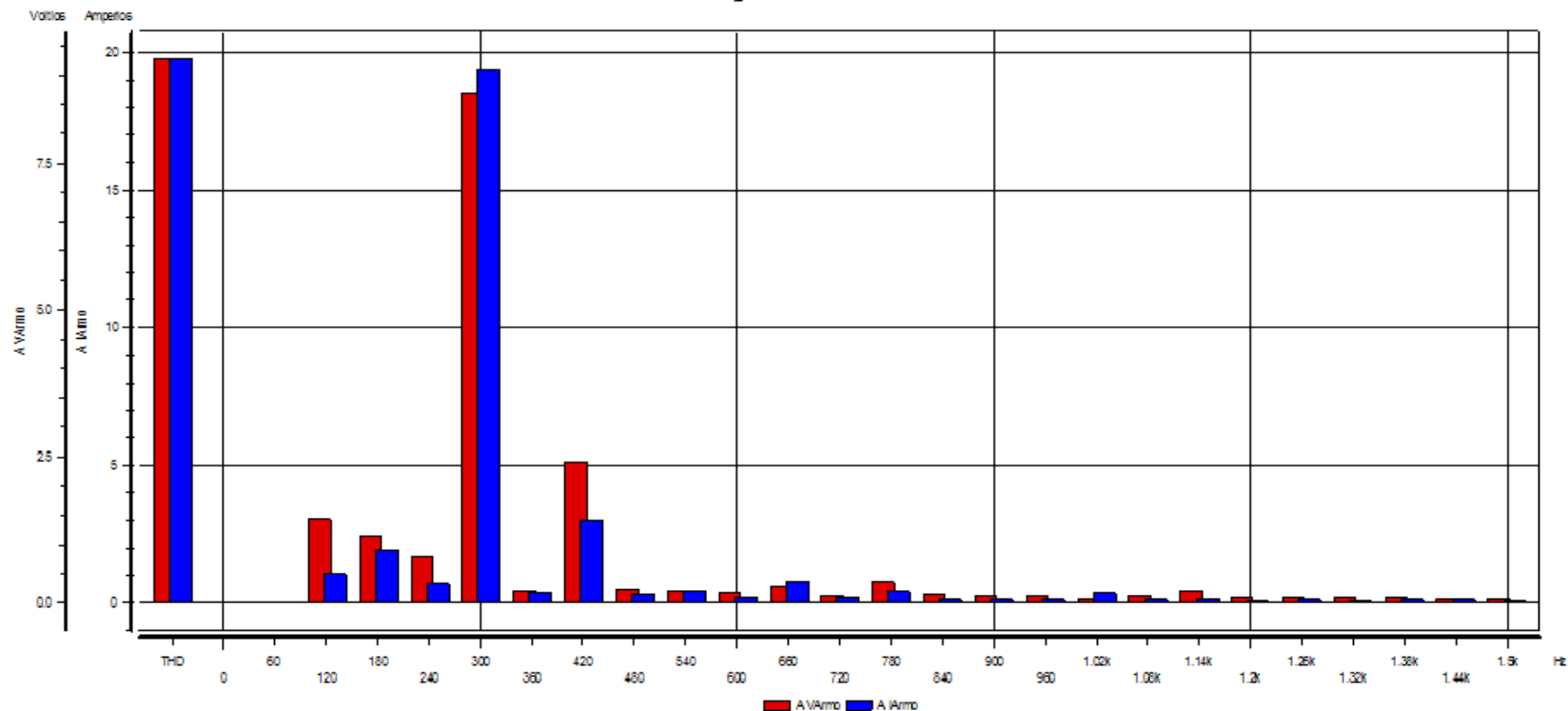
Subestación Edificio Biblioteca

FECHA: 20/04/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRAF01\_00.DDB

### Diagrama de DFT



	AV	BV	CV	A-BV	B-CV	C-AV	AI	BI	CI
<b>RMS</b>	264.39	262.00	262.64	455.65	462.67	458.31	225.25	225.82	214.53
<b>FND</b>	264.23	261.81	262.46	455.35	462.34	458.03	224.38	224.90	213.46
<b>DC</b>	0.05	-1.34	1.31	1.39	-2.65	1.26	-0.03	1.41	-0.36
<b>THD</b>	9.26	9.81	9.61	16.57	17.13	15.97	19.75	20.26	21.36



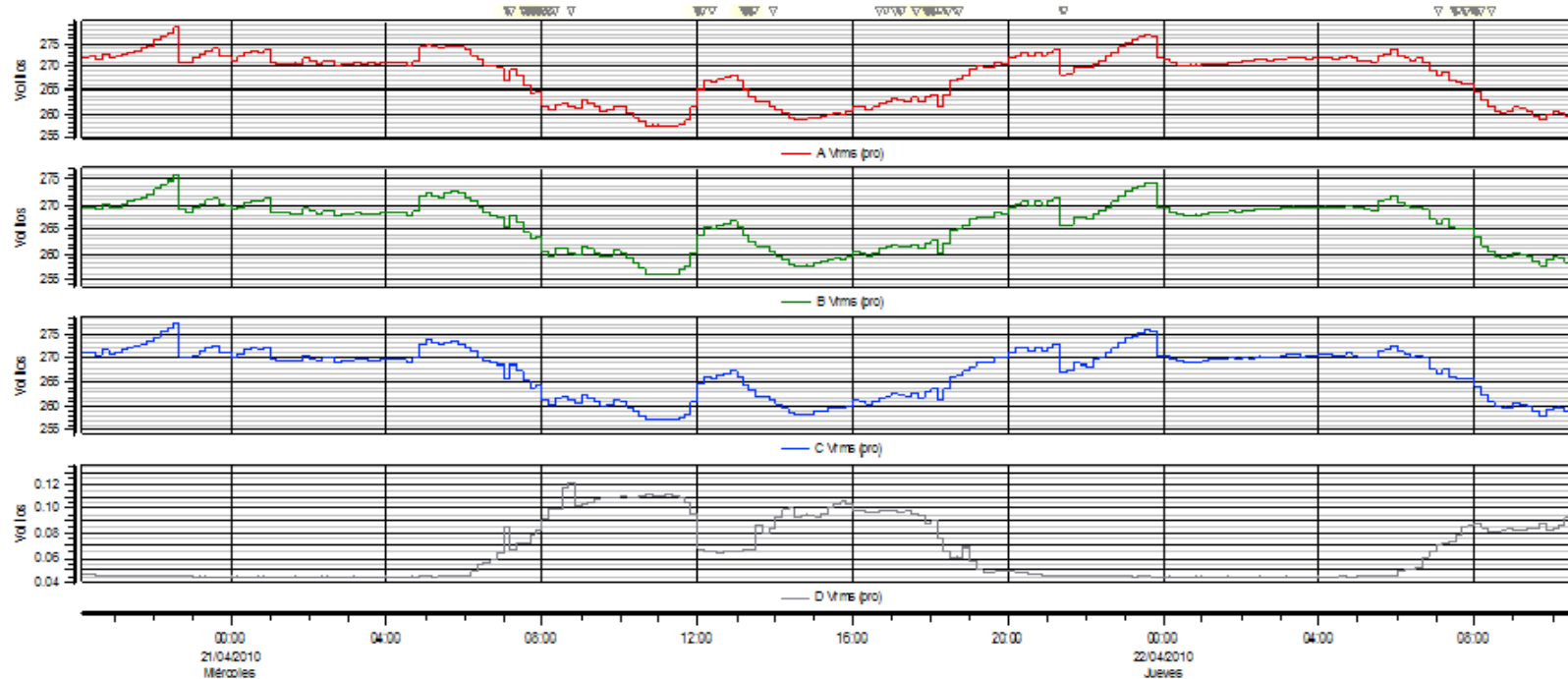
Subestación Edificio Biblioteca

FECHA: 23/04/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRAF02\_00.DDB

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 20/04/2010 13:45:32,708  
 AVrms, CVrms Sobre tensión

	Min	Máx	Pro
AVrms	257.4	278.6	268.1
BVrms	256.1	276.0	266.1
CVrms	257.0	277.3	267.1
DVrms	0.04421	0.1210	0.06397

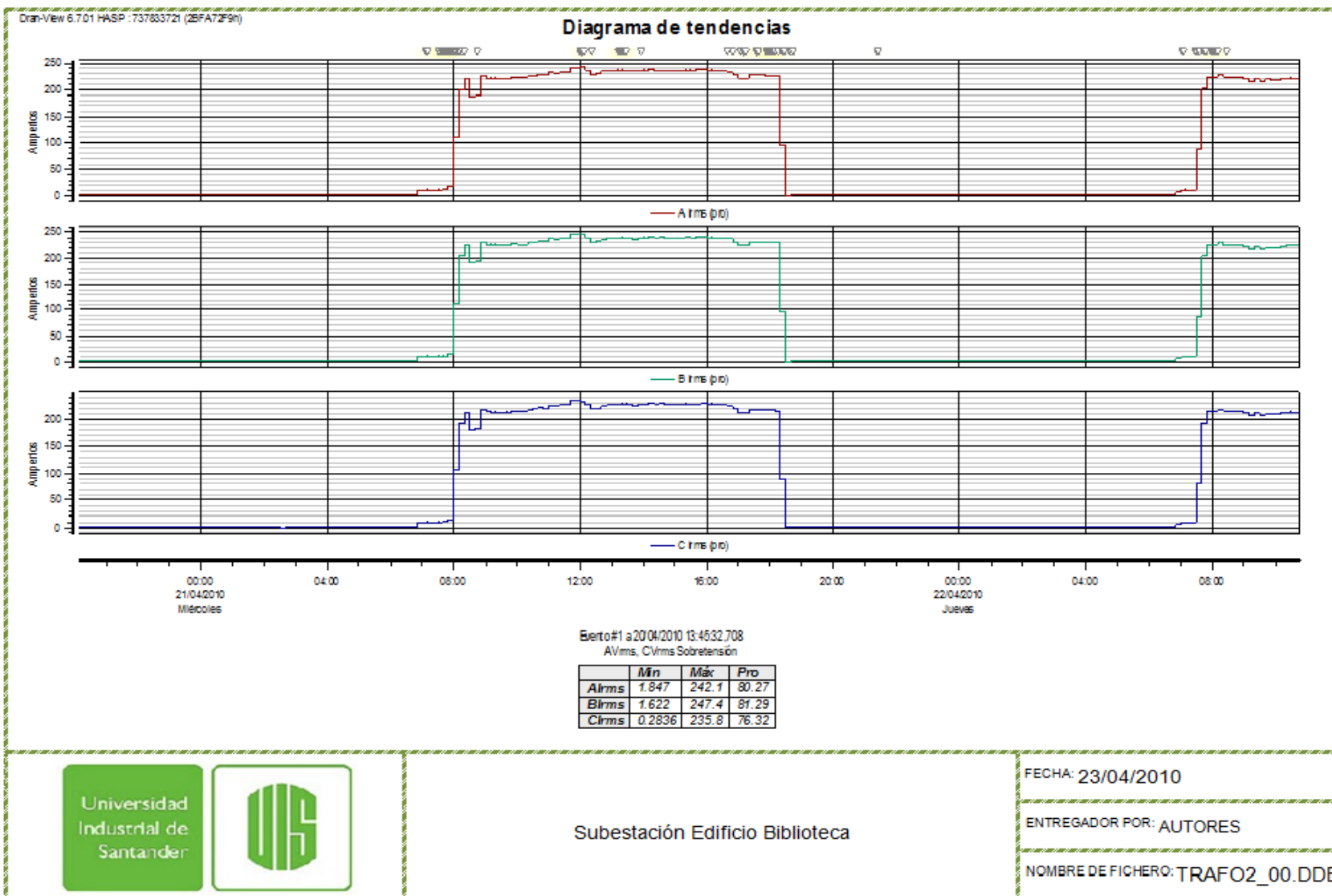


Subestación Edificio Biblioteca

FECHA: 23/04/2010

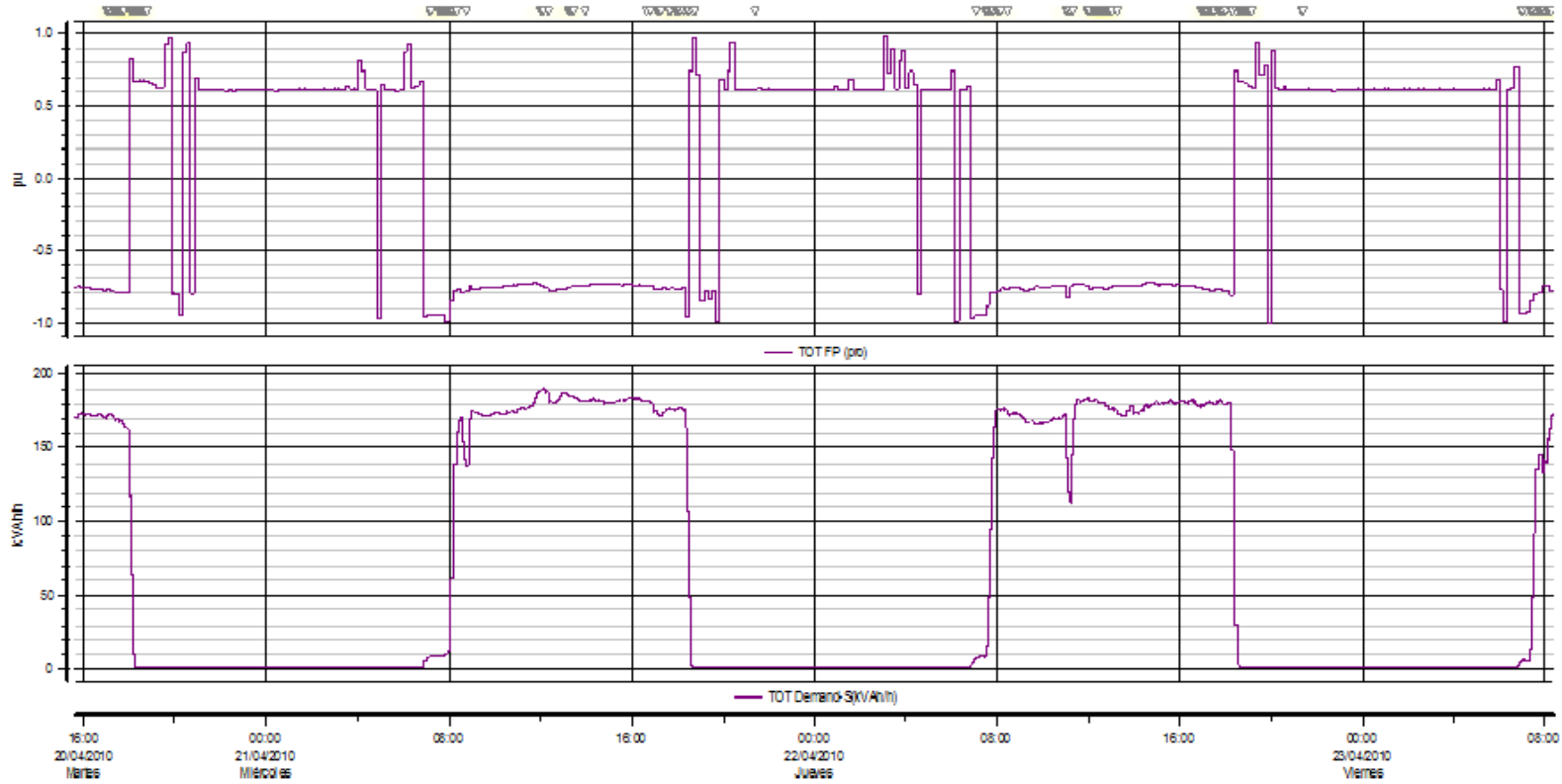
ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRAF02\_00.DDB



Drat-View 6.7.01 HASP : 737833721 (2BFA72F9)

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 20/04/2010 13:45:32,708  
AV rms, CVrms Sobre tensión



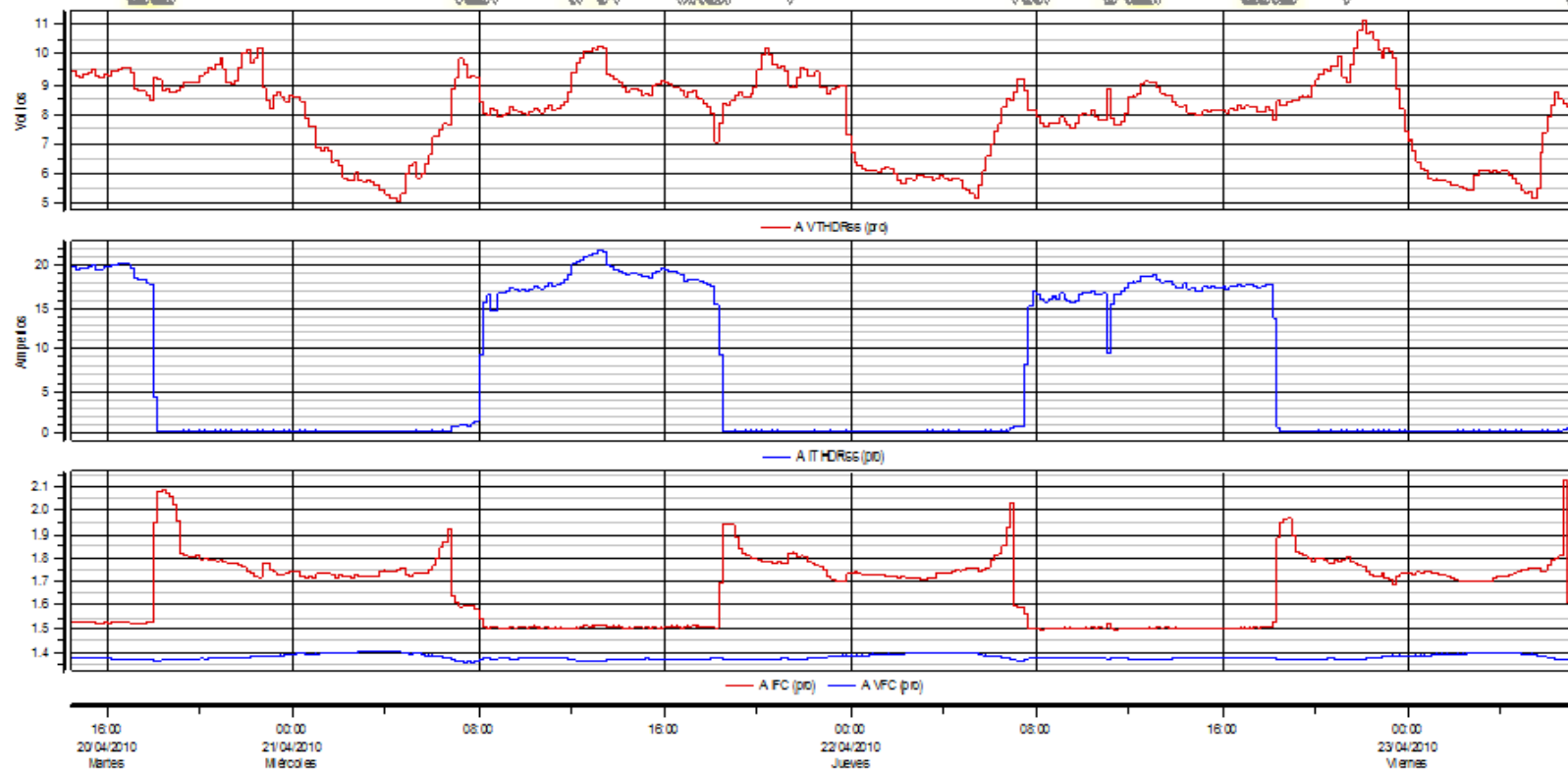
Subestación Edificio Biblioteca

FECHA: 23/04/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRAF02\_00.DDB

### Diagrama de tendencias

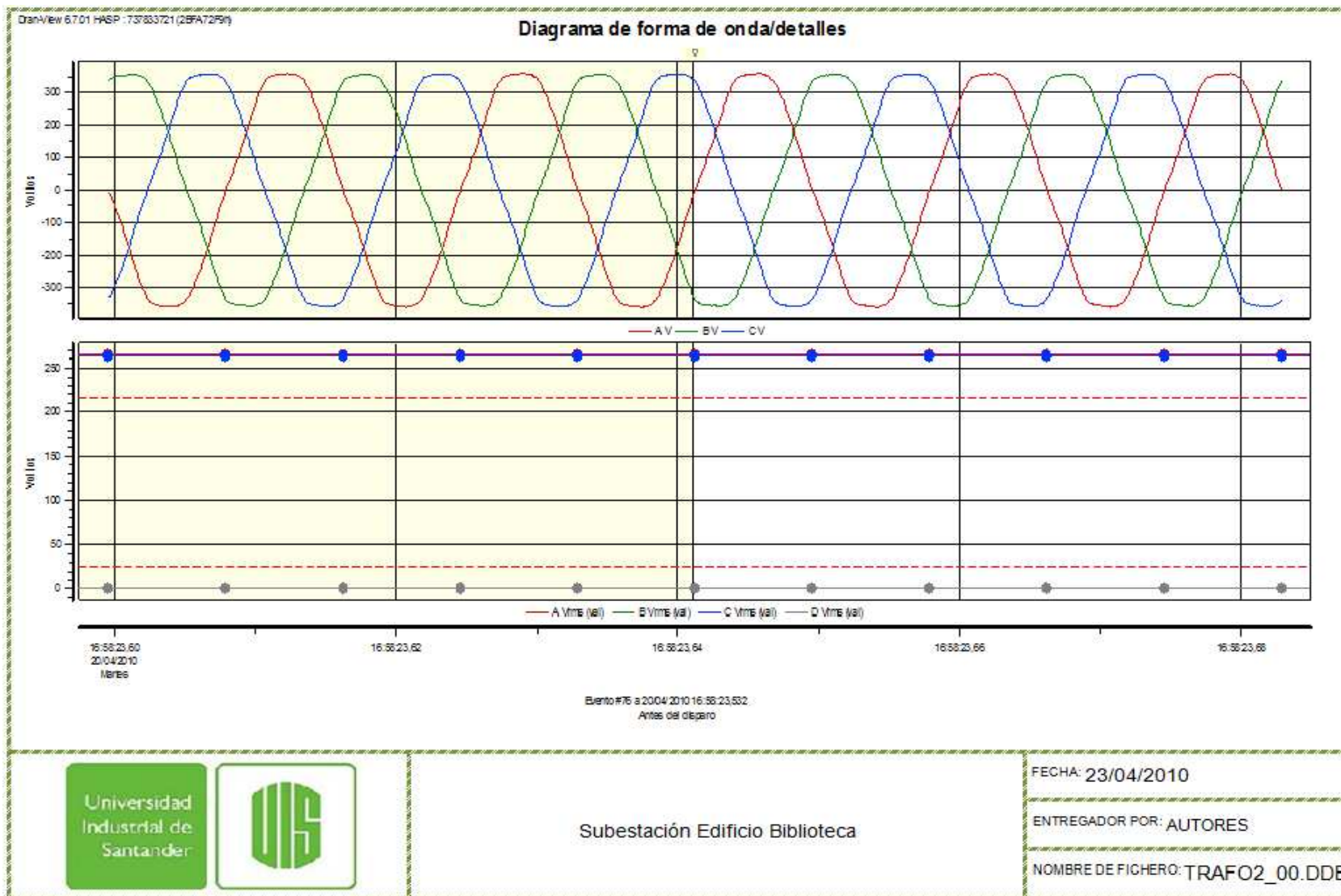


Bento#1 a 20/04/2010 13:45:32.708  
AVrms, CVrms Sobretenión



Subestación Edificio Biblioteca

FECHA: 23/04/2010  
ENTREGADOR POR: AUTORES  
NOMBRE DE FICHERO: TRAF02\_00.DDB



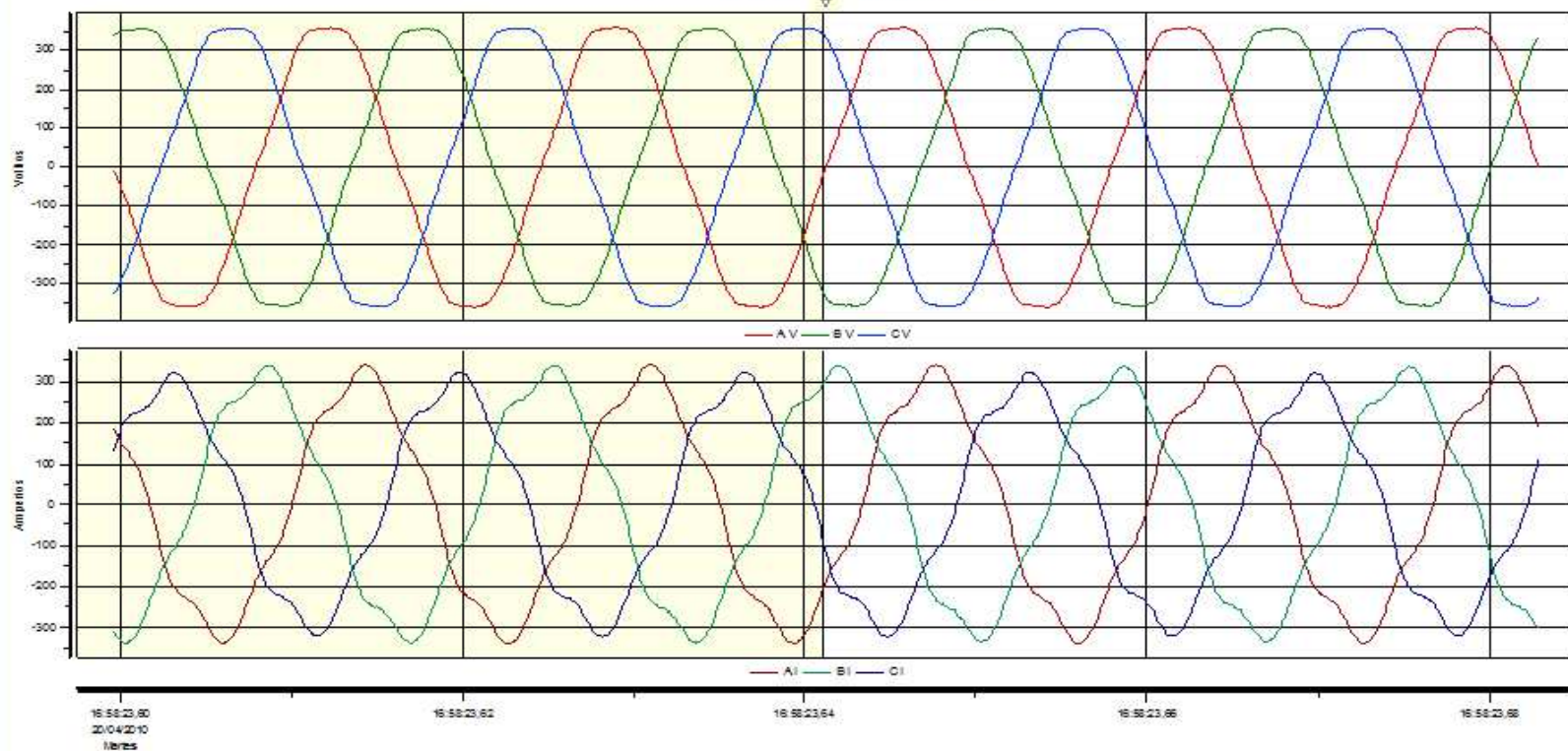
Subestación Edificio Biblioteca

FECHA: 23/04/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRAF02\_00.DDB

### Diagrama de forma de onda/detalles



Buerto #76 a 2004/2010 16:58:23.832  
Antes del disparo



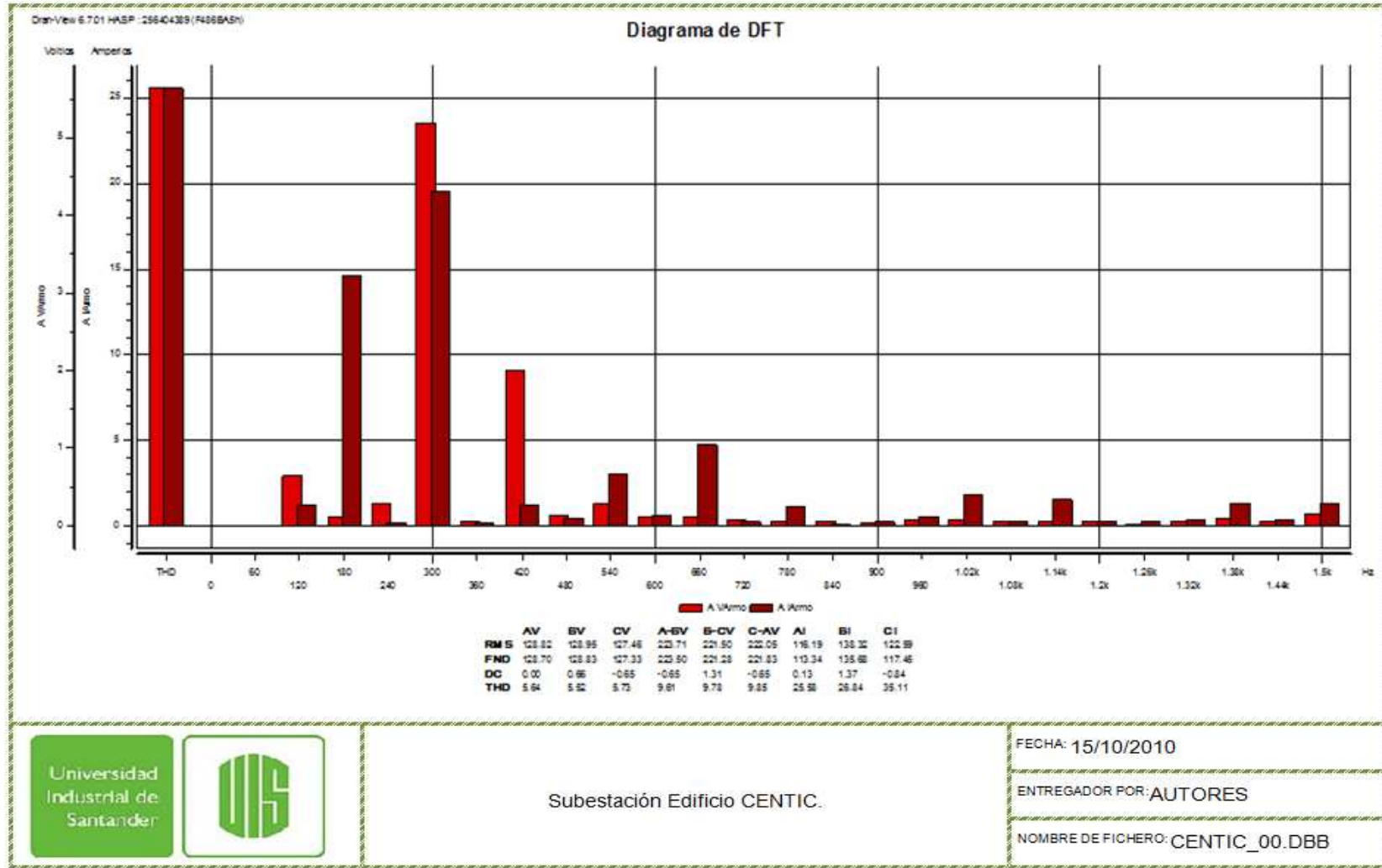
Subestación Edificio Biblioteca

FECHA: 23/04/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRAF02\_00.DDB

## B4. SUBESTACIÓN EDIFICIO CENTIC



Universidad Industrial de Santander



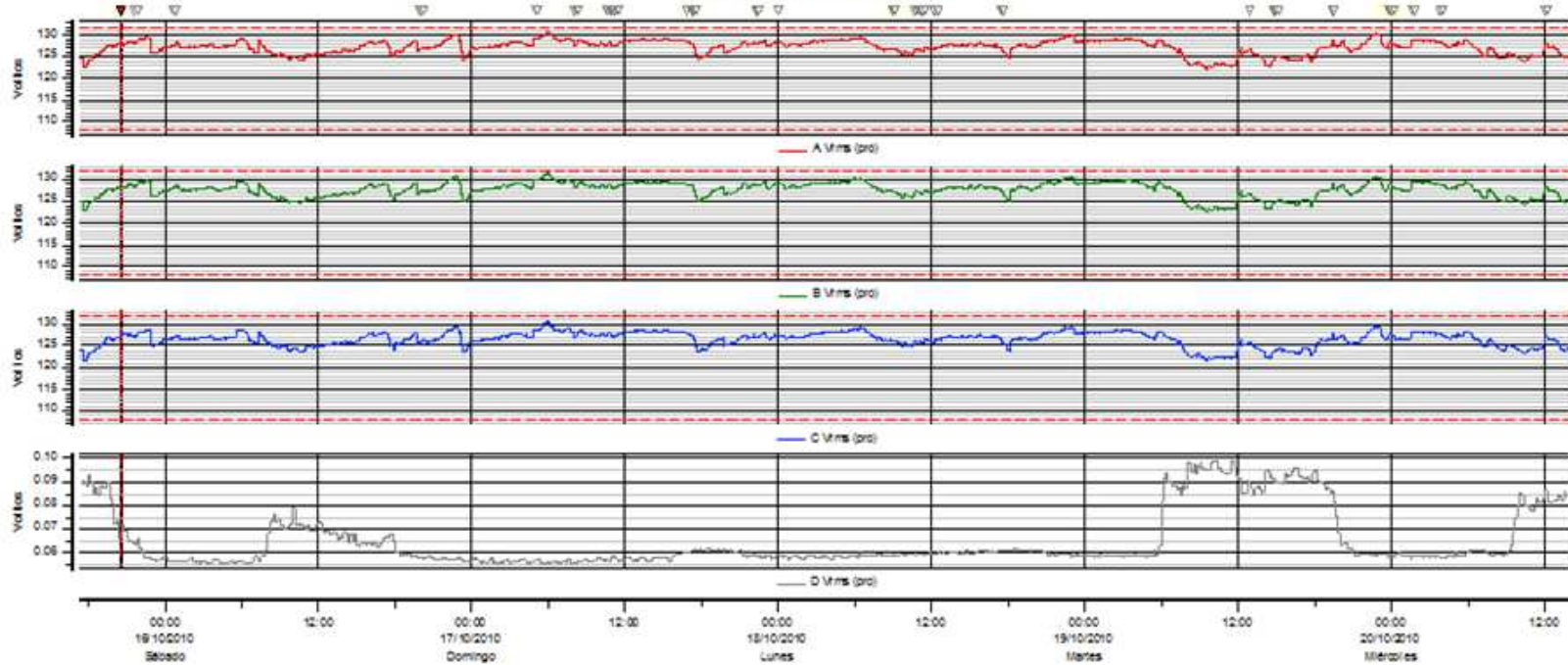
Subestación Edificio CENTIC.

FECHA: 15/10/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: CENTIC\_00.DBB

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 15/10/2010 20:28:23.450  
Antes del disparo

	Min	Max	Pro
AVrms	122.4	130.9	127.3
BVrms	122.6	131.6	127.7
CVrms	121.7	130.6	126.6
DVrms	0.05524	0.09900	0.06506



Subestación Edificio CENTIC.

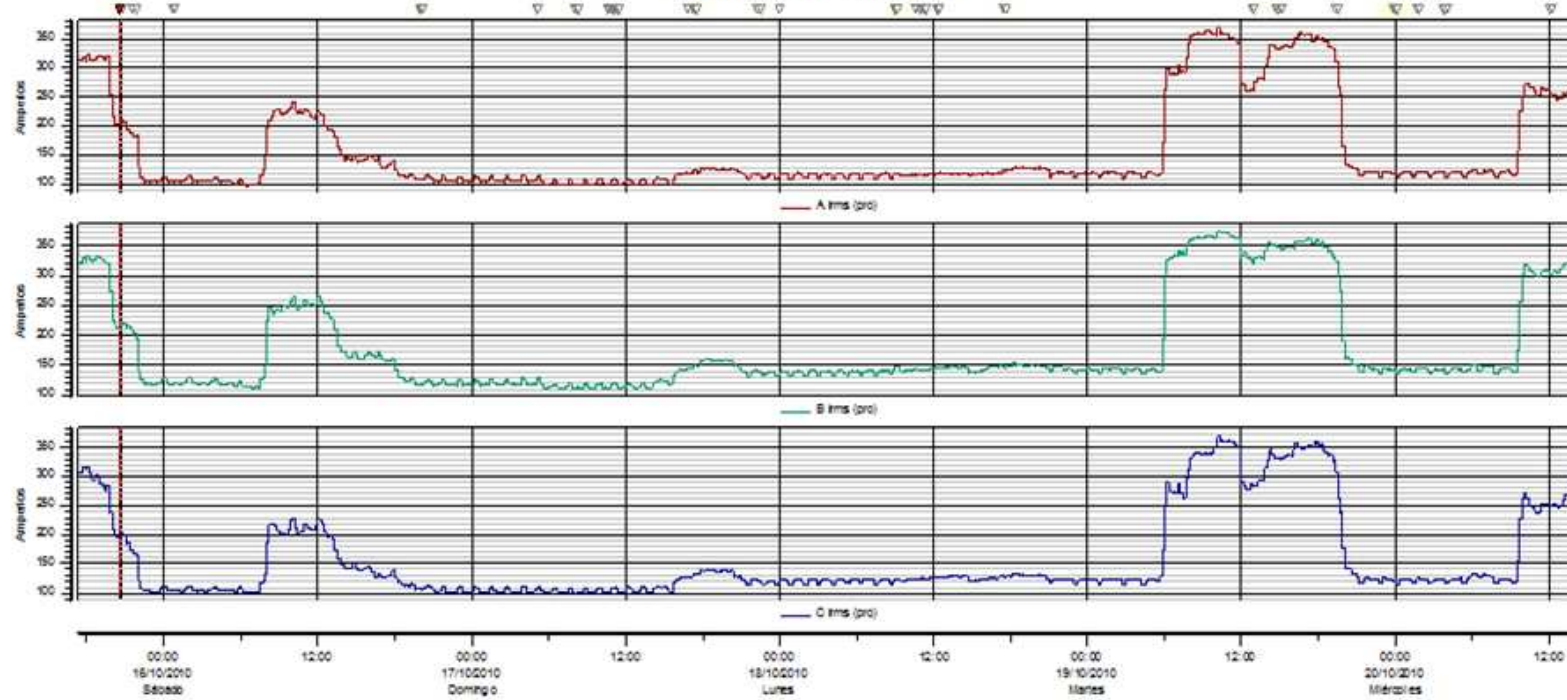
FECHA: 15/10/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: CENTIC\_00.DBB

DistView 6.7.01 HASP: 226404369(7488BAS)

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 15/10/2010 20:28:23,450  
Antes del disparo

	Mín	Máx	Pro
A rms	98.09	368.6	157.4
B rms	110.3	371.8	178.7
C rms	100.9	369.5	158.4



Subestación Edificio CENTIC.

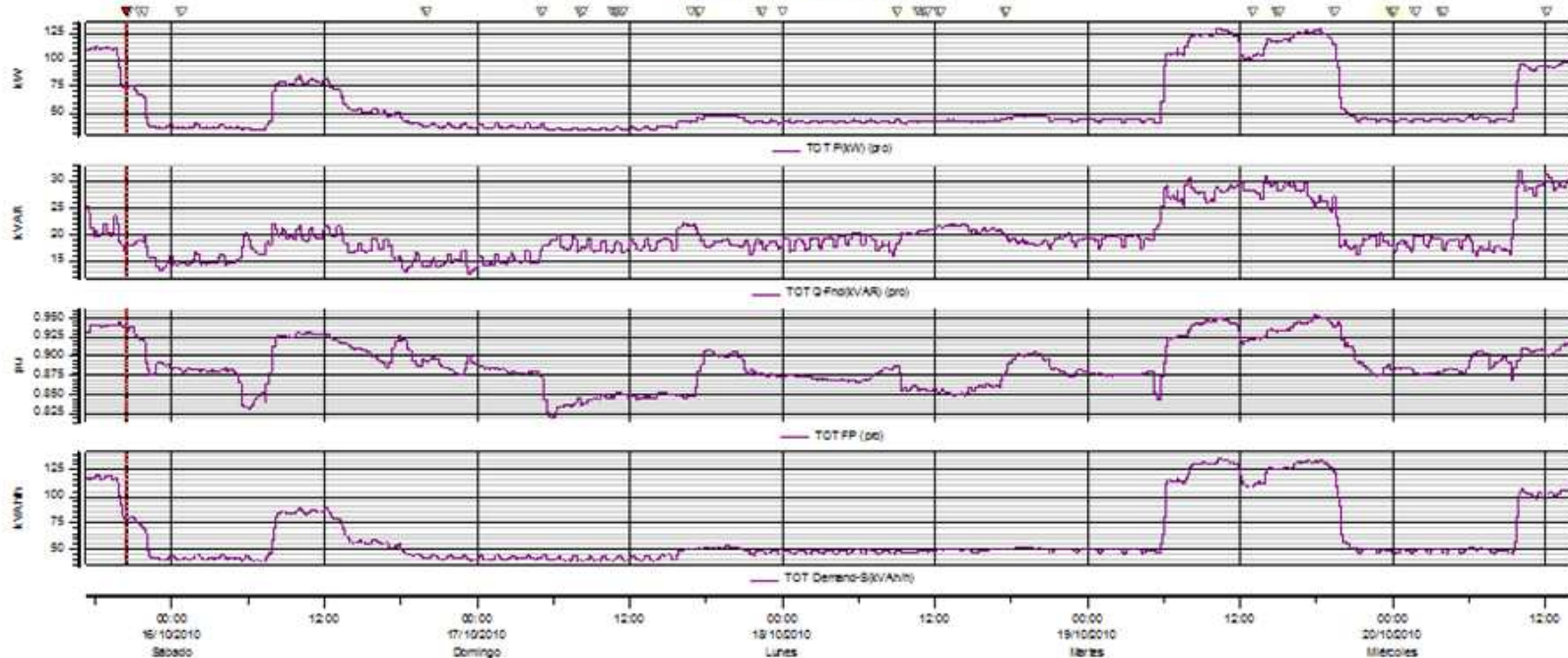
FECHA: 15/10/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: CENTIC\_00.DBB

DraView 6.7.01 HABP : 28404389 (F436BAS)

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 15/10/2010 20:28:23.450  
Antes del disparo

	Mín	Máx	Pro
TOT P(kW)	33.55	129.9	56.48
TOT Q-Fnd(kVAR)	12.66	31.94	19.82
TOT FP	0.8212	0.9551	0.8901
TOT Demand-S(kVAh/h)	39.50	136.2	62.61



Subestación Edificio CENTIC.

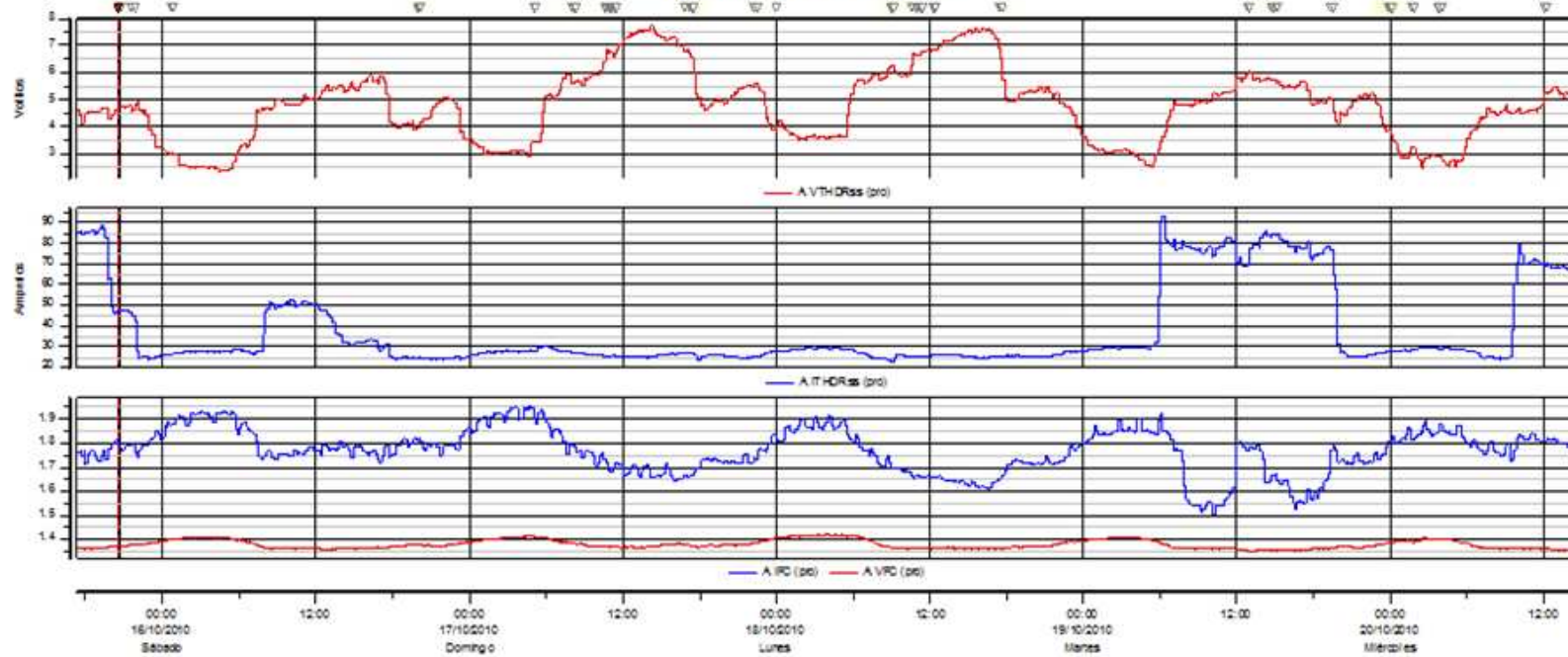
FECHA: 15/10/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: CENTIC\_00.DBB

DrawView 6.7.01 HAS P: 296404389/F4368A5n

### Diagrama de tendencias



Bento#15 a 15/10/2010 20:28:23642  
AV Suave Trans. Imp. Unipol. Pos 1/S C/c

	Mín	Máx	Pro
AVTHDRss	2.361	7.712	4.761
AITHDRss	23.13	93.38	37.76
AIFC	1.505	1.953	1.768
AVFC	1.350	1.421	1.378

Universidad  
Industrial de  
Santander

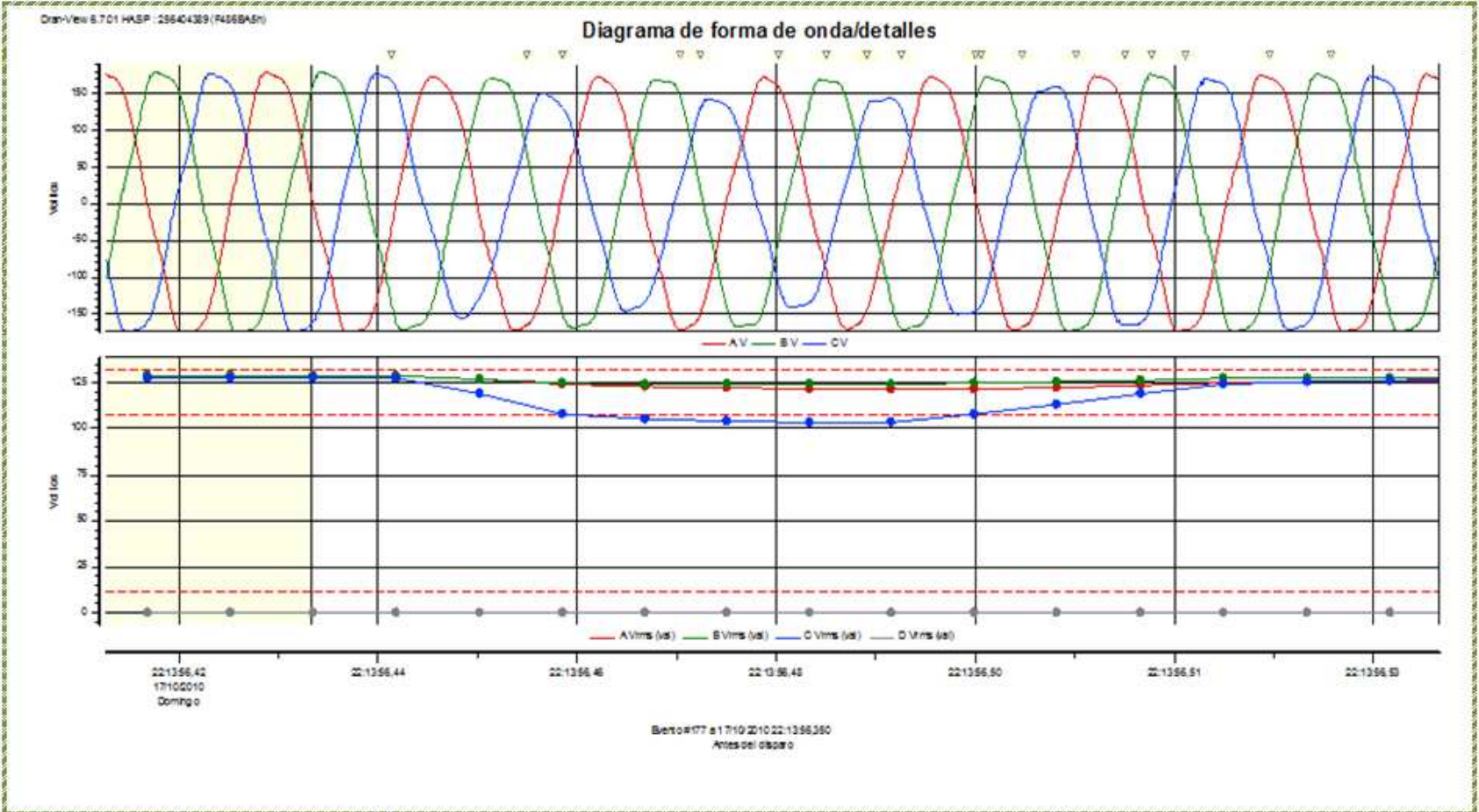


Subestación Edificio CENTIC.

FECHA: 15/10/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: CENTIC\_00.DBB

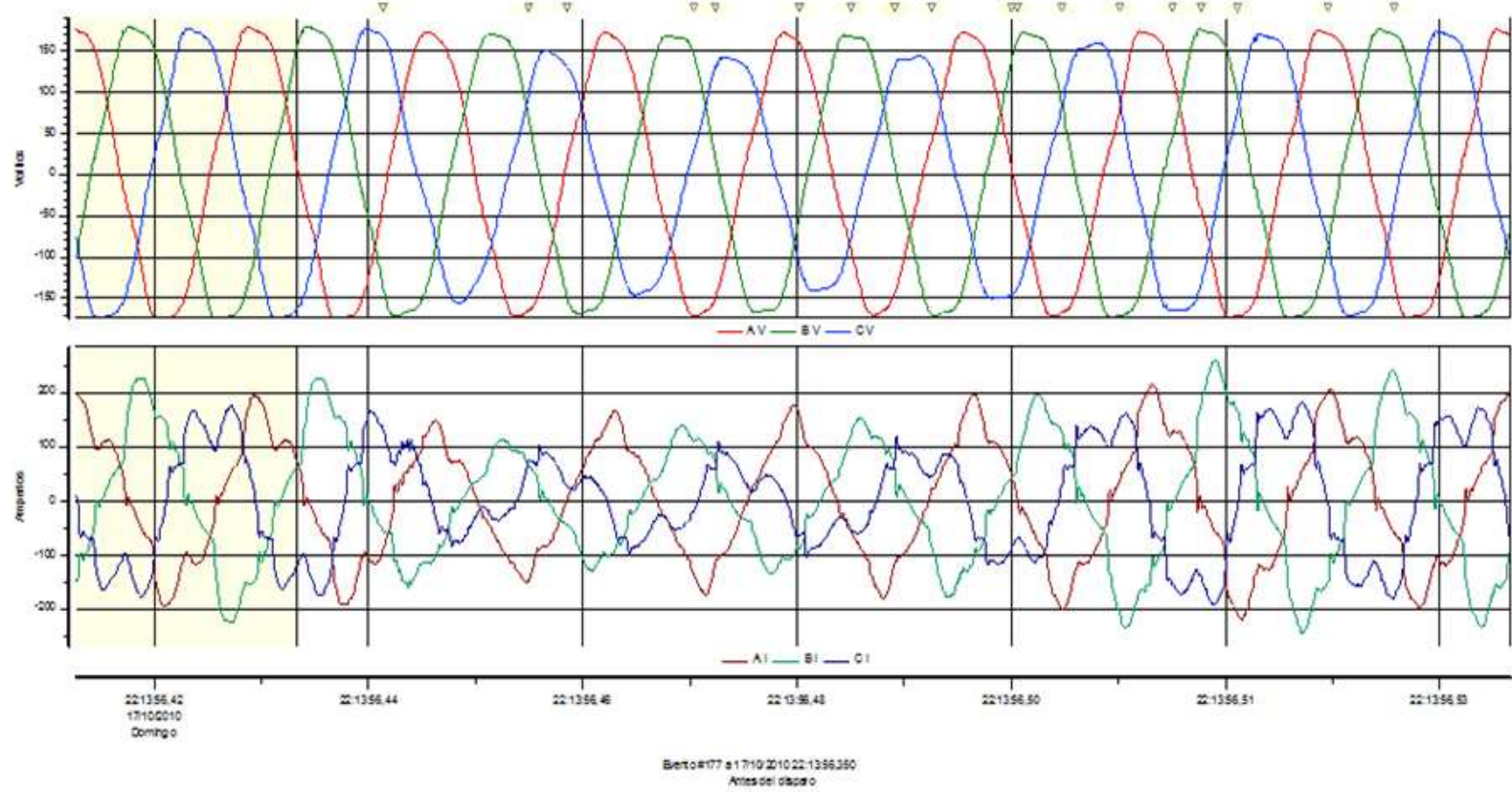


Subestación Edificio CENTIC.

FECHA: 15/10/2010
ENTREGADOR POR: AUTORES
NOMBRE DE FICHERO: CENTIC_00.DBB

DrawView: 6.701 HASP - 256404389 (R4068A5H)

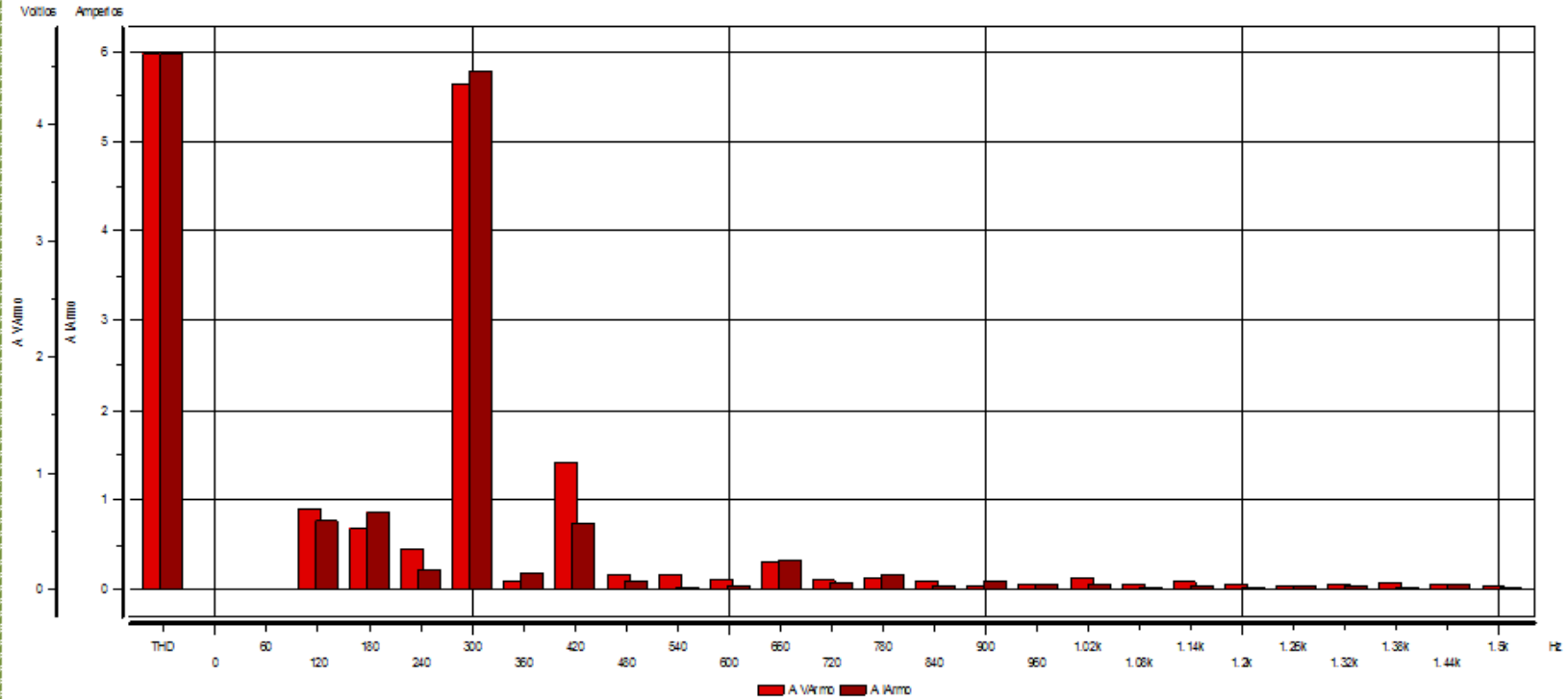
### Diagrama de forma de onda/detalles



Subestación Edificio CENTIC.

FECHA: 15/10/2010  
ENTREGADOR POR: AUTORES  
NOMBRE DE FICHERO: CENTIC\_00.DBB

### Diagrama de DFT



	AV	BV	CV	A-BV	B-CV	C-AV	AI	BI	CI
<b>RMS</b>	132.25	130.99	131.05	228.37	226.81	227.77	98.03	143.36	98.95
<b>FND</b>	132.17	130.89	130.98	228.21	226.65	227.63	97.84	143.05	98.80
<b>DC</b>	-0.02	-0.65	0.64	0.63	-1.29	0.66	0.70	-0.42	0.51
<b>THD</b>	4.61	4.91	4.66	8.29	8.28	7.97	5.97	9.16	9.38



Subestación Edificio CENTIC

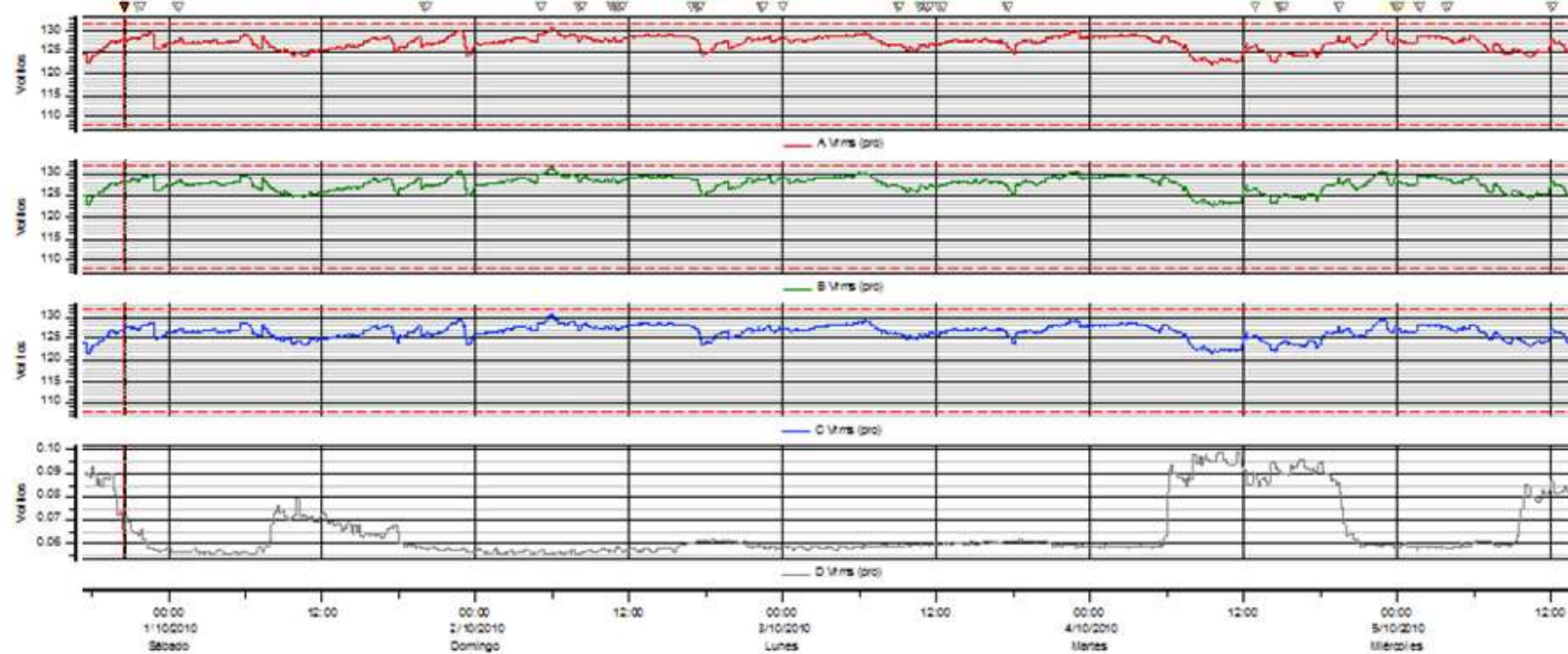
FECHA: 01/10/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRANSF CENTIC\_01

Distri/ev/6.7.01 HAS P: 296404329/(7488BAS)

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 1/10/2010 18:40:50.000  
Antes del disparo

	Min	Máx	Pro
A Vrms	128.0	131.7	129.4
B Vrms	127.3	131.0	128.9
C Vrms	127.2	130.9	128.6
D Vrms	0.08241	0.5147	0.3875



Subestación Edificio CENTIC

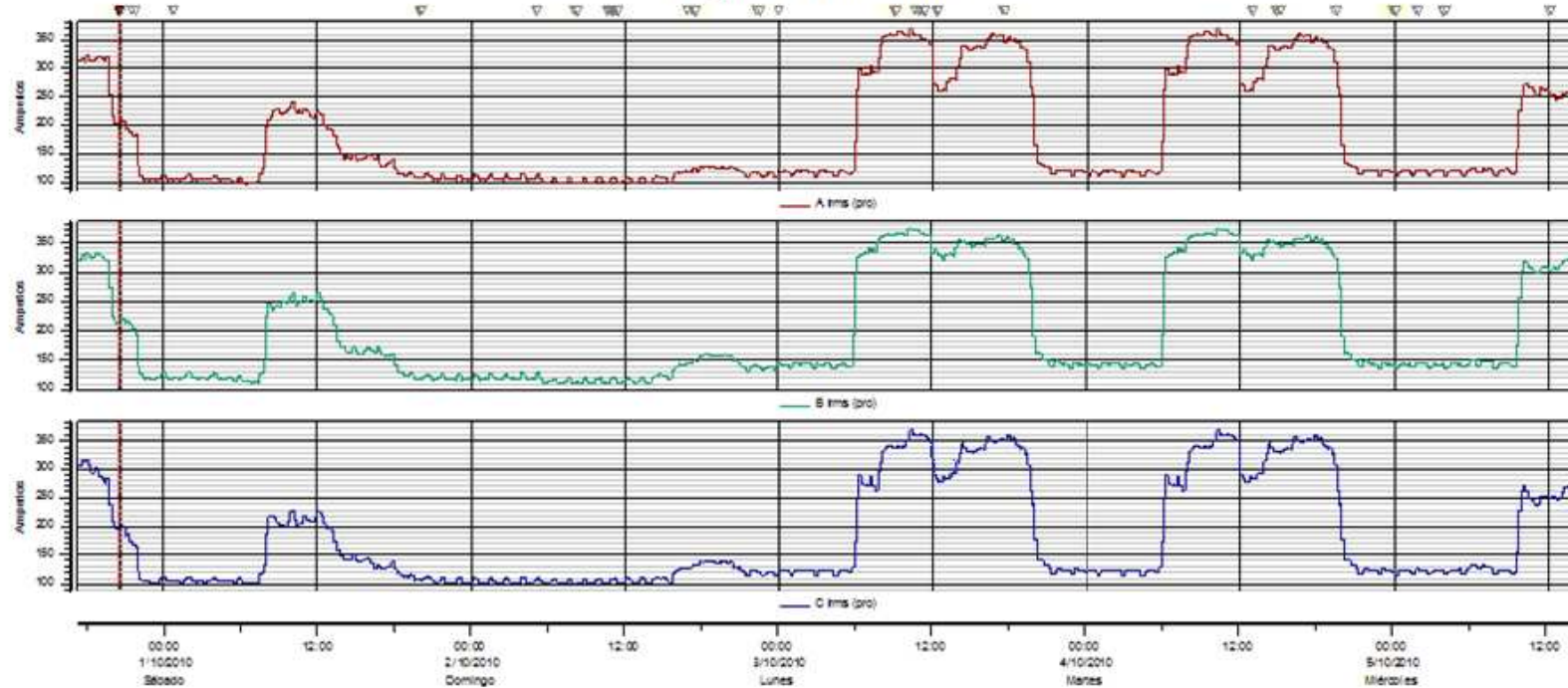
FECHA: 01/10/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRANSFCENTIC\_01

Driv/ev 6.7.01 HAS P - 236404359 (F488BAS)

### Diagrama de tendencias



Evento #1 a 15/10/2010 20:28:23.450  
Antes del disparo

	Min	Máx	Pro
Arms	98.09	368.6	156.8
Brms	110.3	371.8	168.7
Crms	100.9	369.5	157.4

Universidad  
Industrial de  
Santander



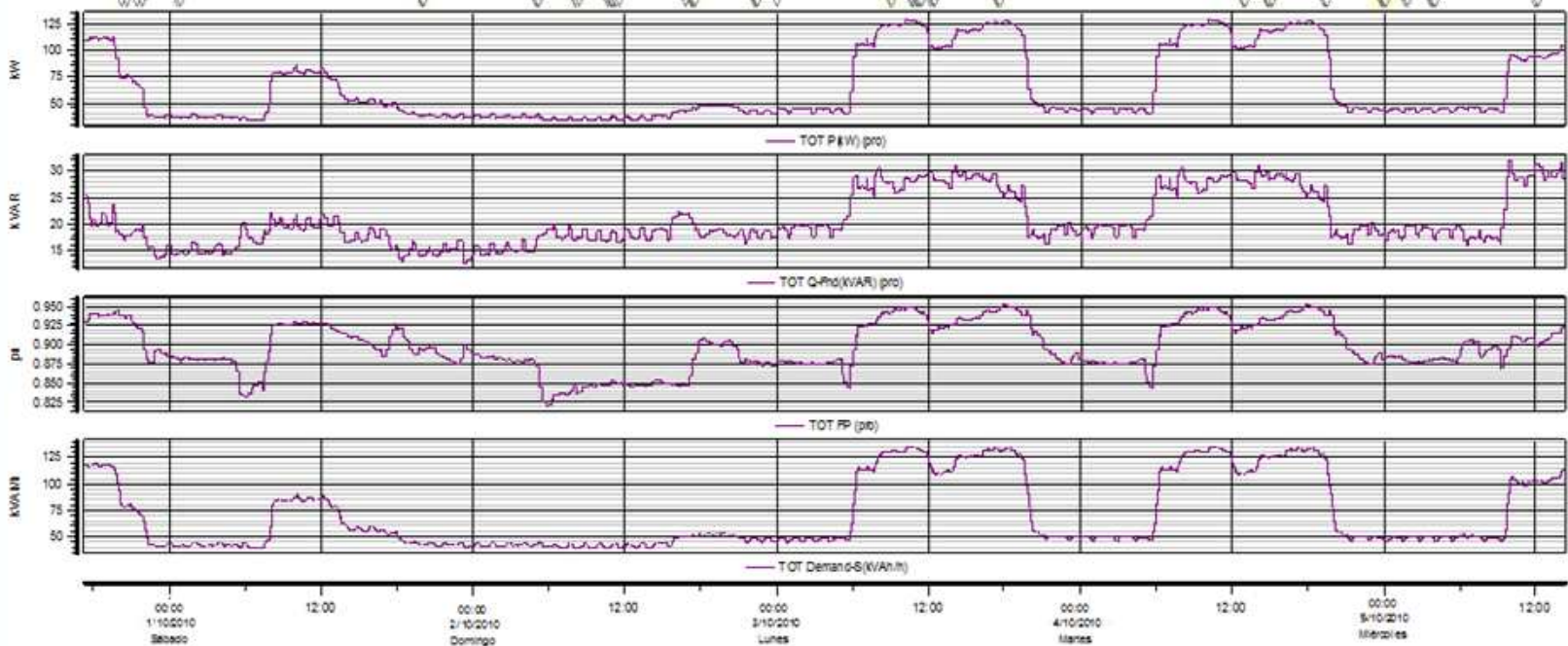
Subestación Edificio CENTIC

FECHA: 01/10/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRANSFCENTIC\_01

### Diagrama de tendencias



Evento #1 a 15/10/2010 20:28:23.450  
Antes del disparo

	Min	Máx	Pro
TOTP(kW)	33.55	120.9	56.48
TOTQ-Fnd(kVAR)	12.66	30.94	19.82
TOTFP	0.8212	0.9551	0.8901
TOTDemand-S(kVAh/h)	39.50	130.2	62.61

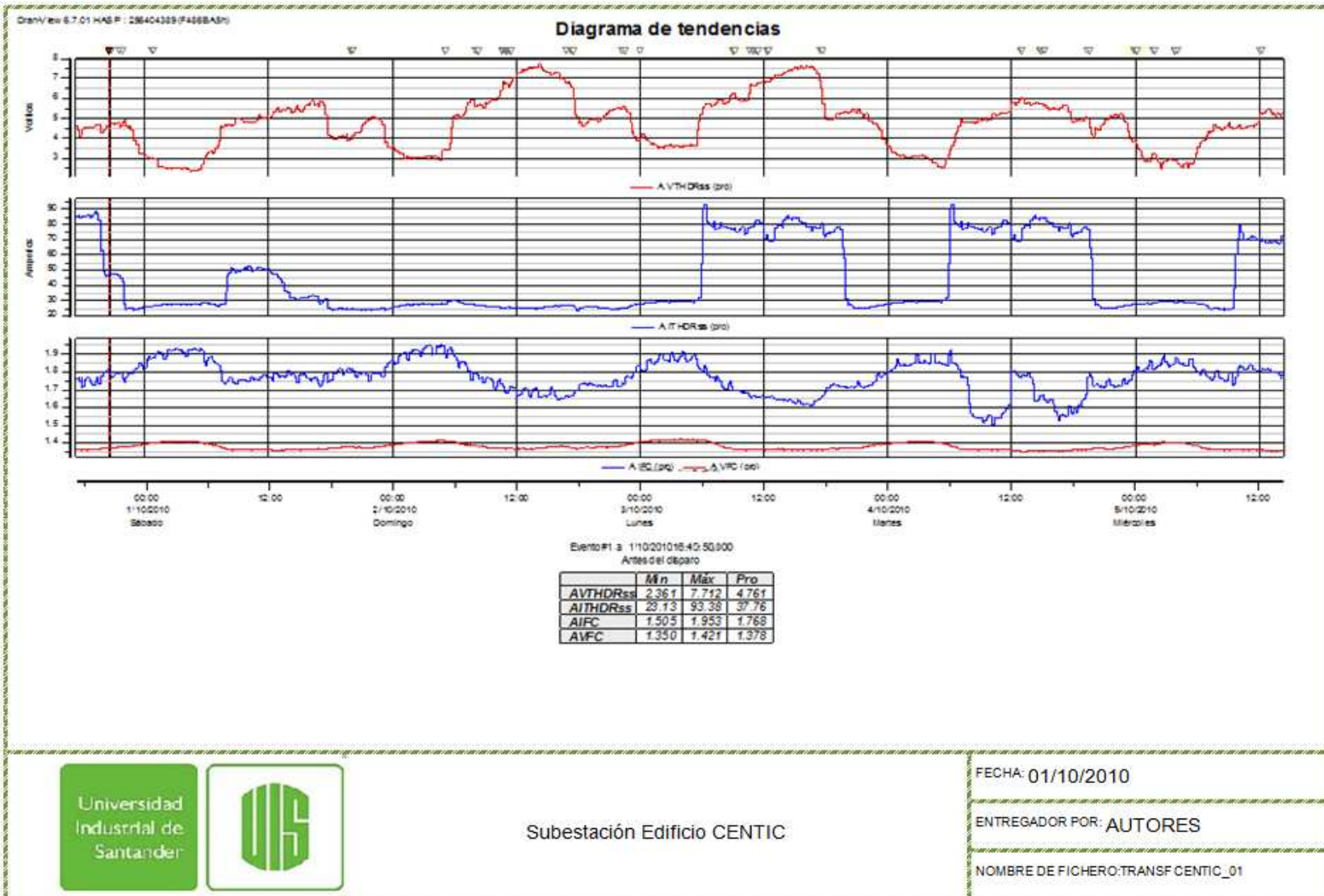


Subestación Edificio CENTIC

FECHA: 01/10/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRANSF\_CENTIC\_01

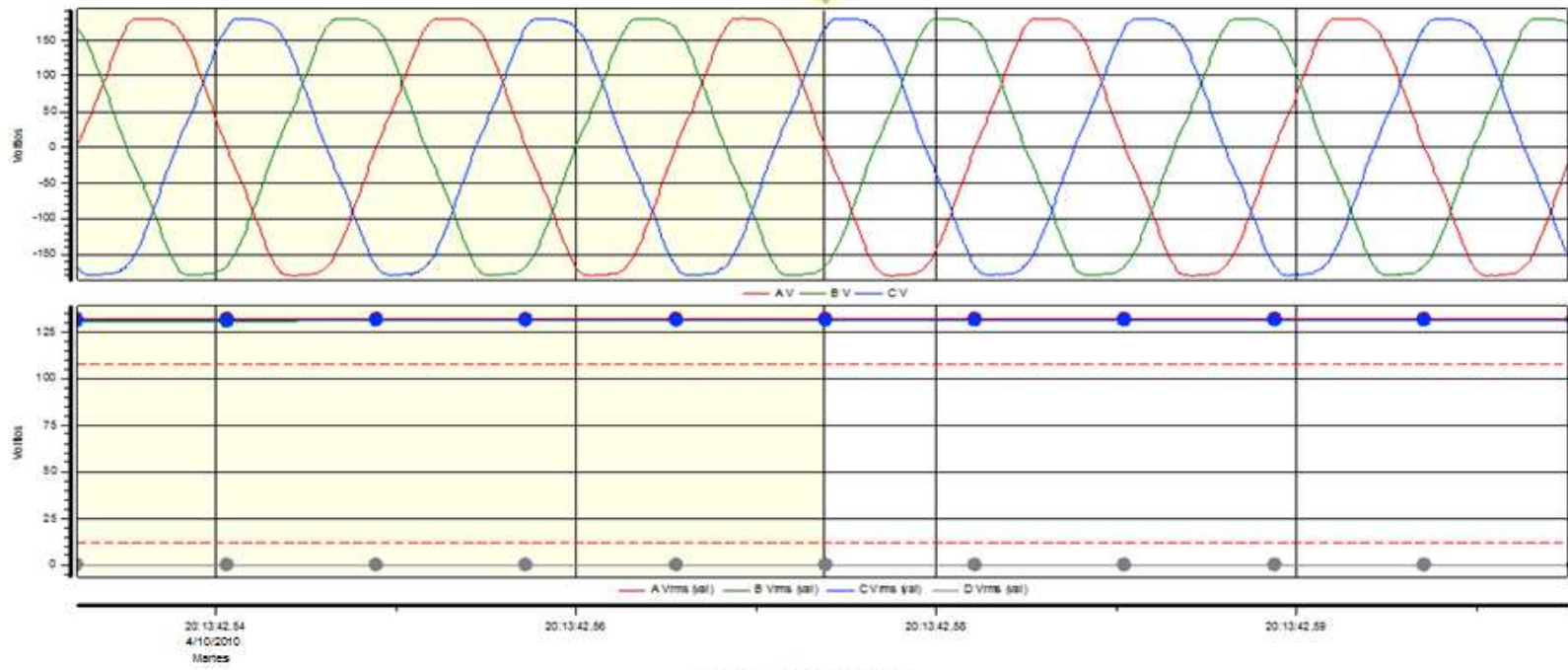


Subestación Edificio CENTIC

FECHA: 01/10/2010  
 ENTREGADOR POR: AUTORES  
 NOMBRE DE FICHERO: TRANSFCENTIC\_01

DraView 6.7.01 HASP : 737633721 (28FA72F56)

### Diagrama de forma de onda/de talles



Evento#9 a 04/10/2010 14:04:46  
Antes del disparo

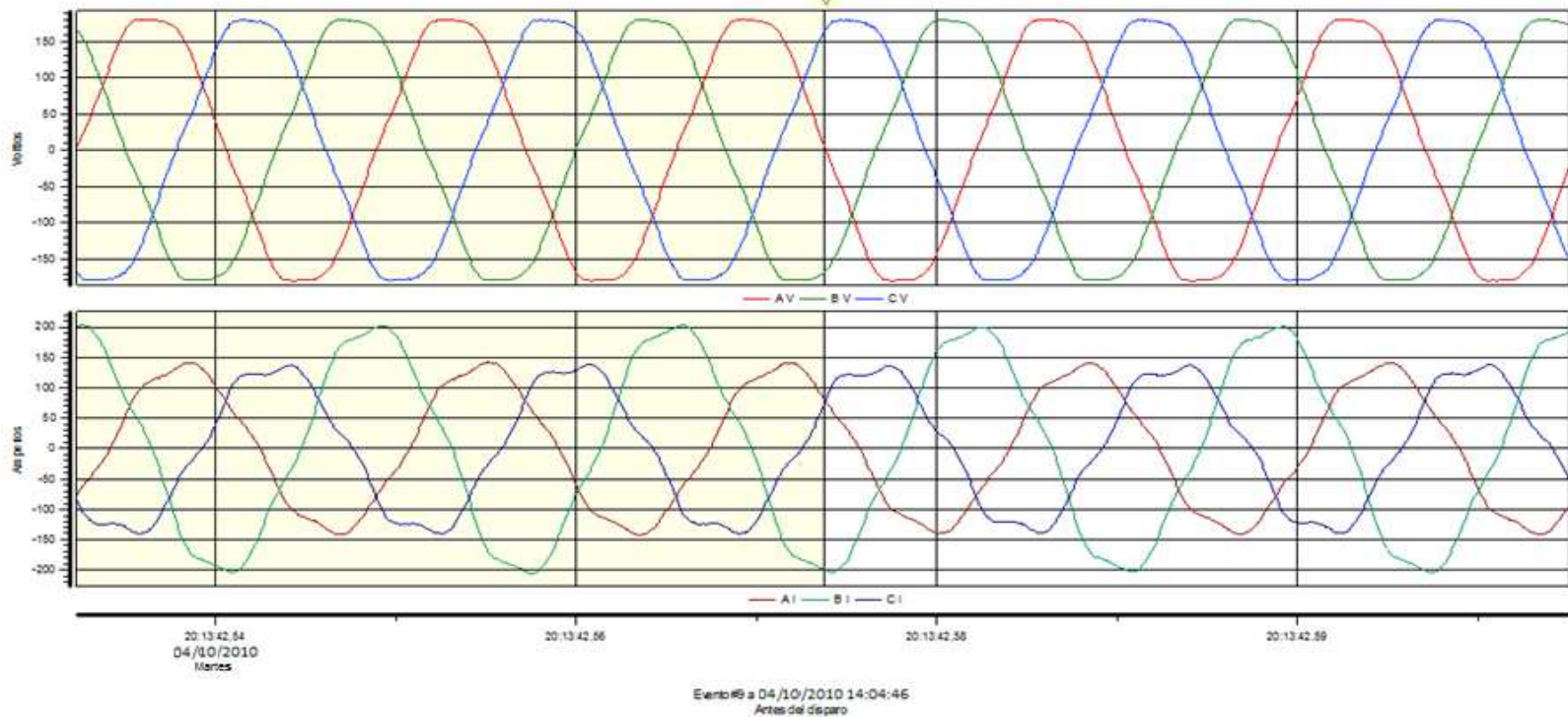


Subestación Edificio CENTIC

FECHA: 01/10/2010  
ENTREGADOR POR: AUTORES  
NOMBRE DE FICHERO: TRANSF CENTIC\_01

DrawView 6.7.01 HASP : 737833721 (SFA725n)

### Diagrama de forma de onda/detalles



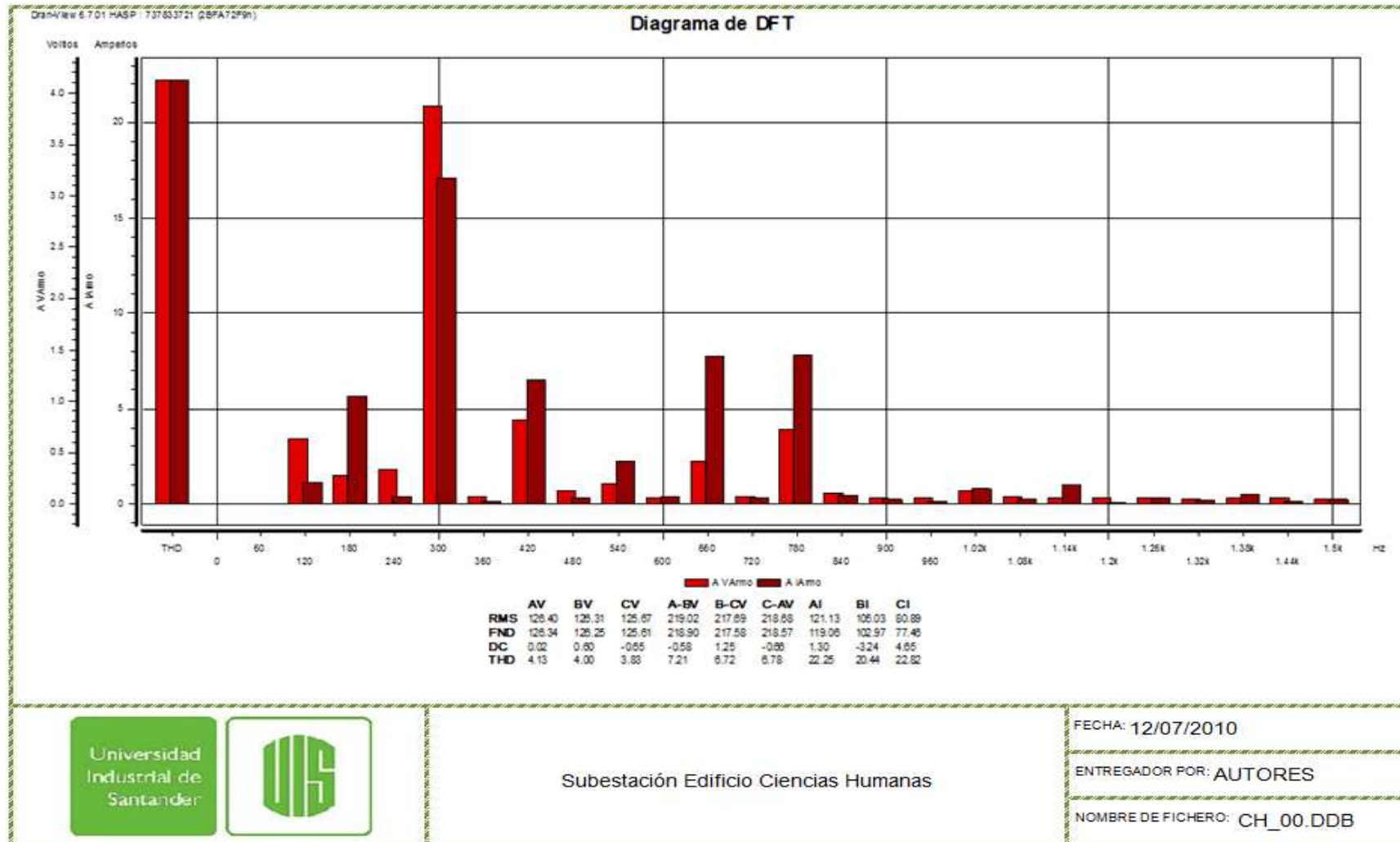
Subestación Edificio CENTIC

FECHA: 01/10/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

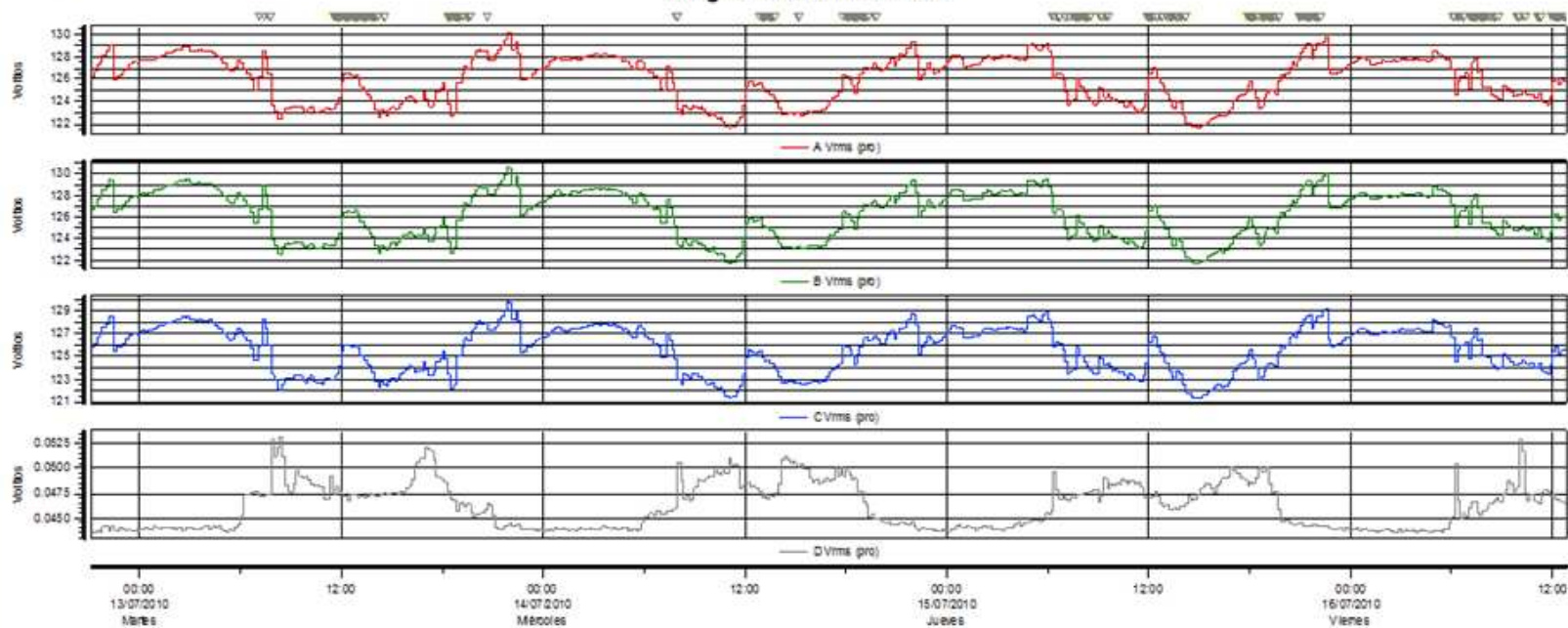
NOMBRE DE FICHERO: TRANSF CENTIC\_01

## B5. SUBESTACIÓN EDIFICIO CIENCIAS HUMANAS



Draw/Rev 6.7.01 HASP : 7.37533721 (28FA729n)

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 12/07/2010 16:51:46,000  
A Vrms, C Vrms (Intensidad Disparo) (Lecturas de tendencias) Alto a Normal

	Min	Max	Pro
A Vrms	121.6	130.2	126.0
B Vrms	121.7	130.7	126.2
C Vrms	121.3	129.8	125.6
D Vrms	0.04348	0.05322	0.04622



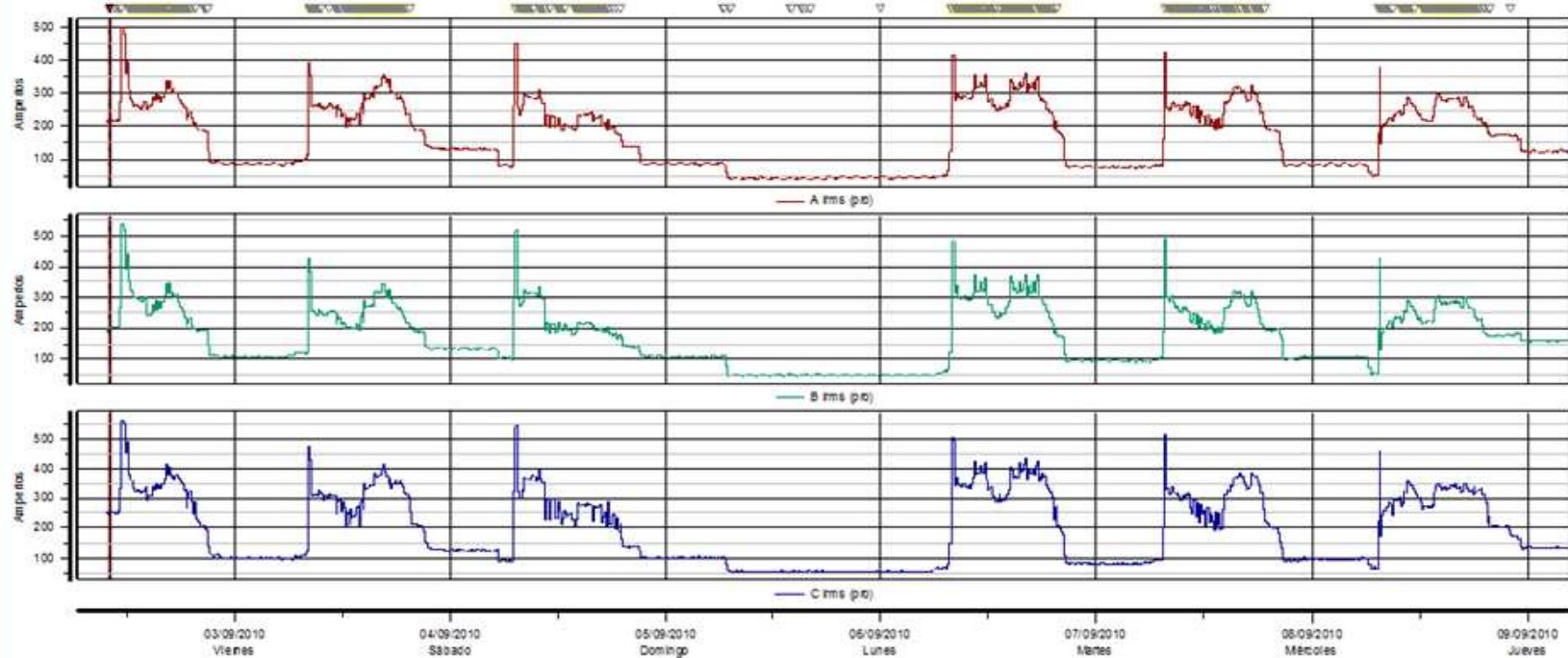
Subestación Edificio Ciencias Humanas

FECHA: 12/07/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: CH\_00.DDB

### Diagrama de tendencias



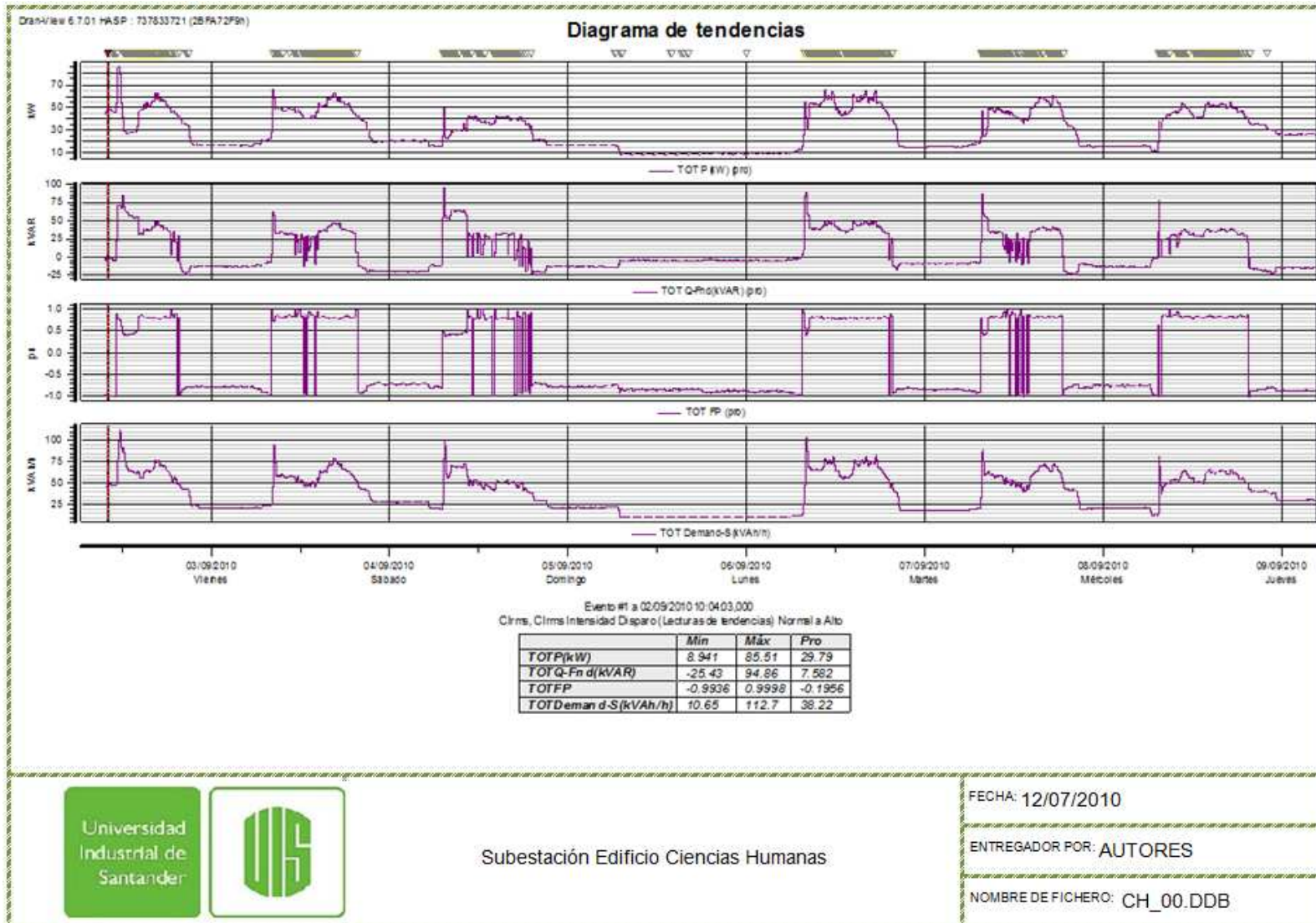
Evento #1 a 02/09/2010 10:04:03,000  
C rms, C rms Intensidad Disparo (Lecturas de tendencias) Normal a Alto

	Min	Máx	Pro
A rms	40.97	501.2	164.1
B rms	47.83	538.3	172.0
C rms	52.26	562.9	193.2



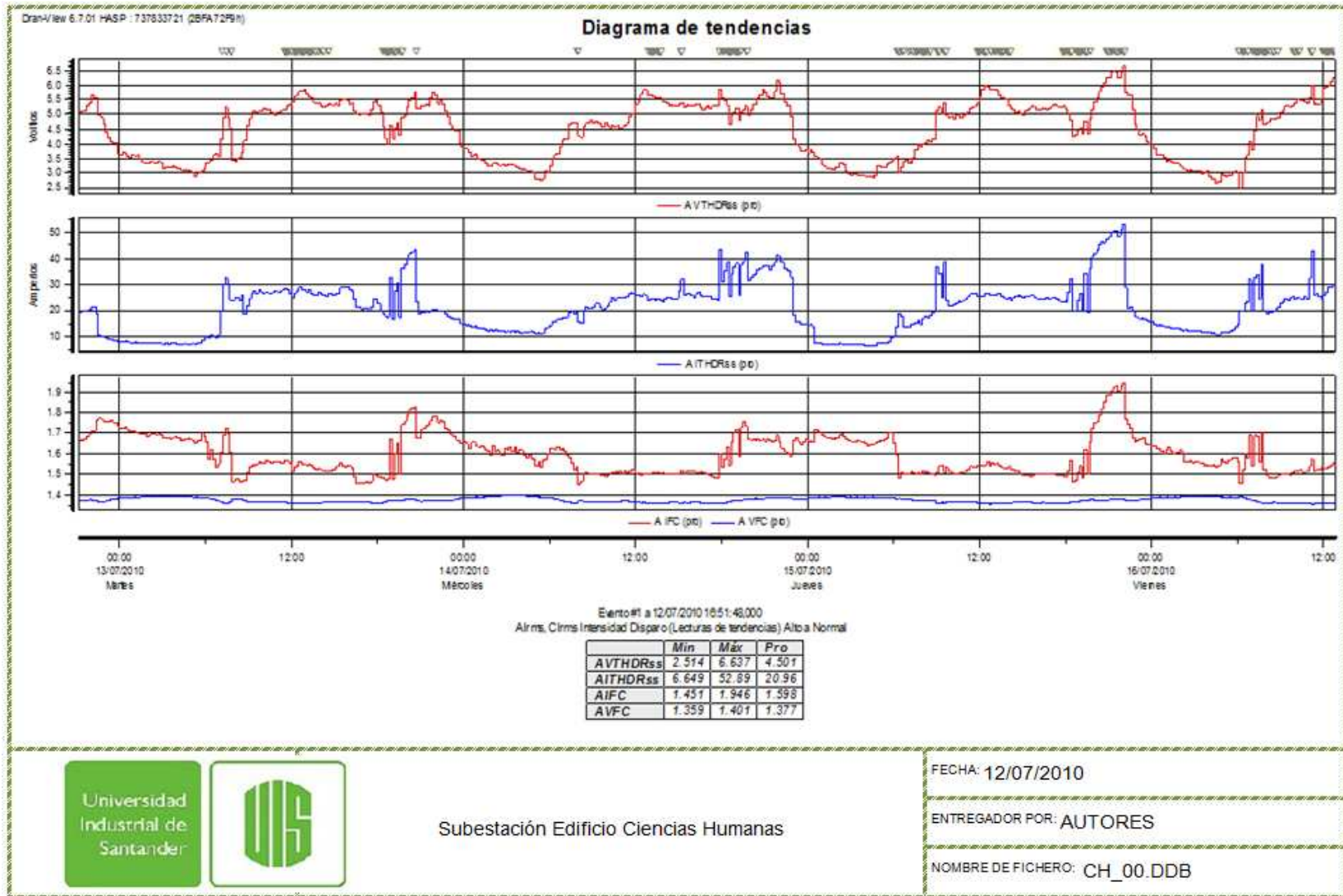
Subestación Edificio Ciencias Humanas

FECHA: 12/07/2010  
ENTREGADOR POR: AUTORES  
NOMBRE DE FICHERO: CH\_00.DDB

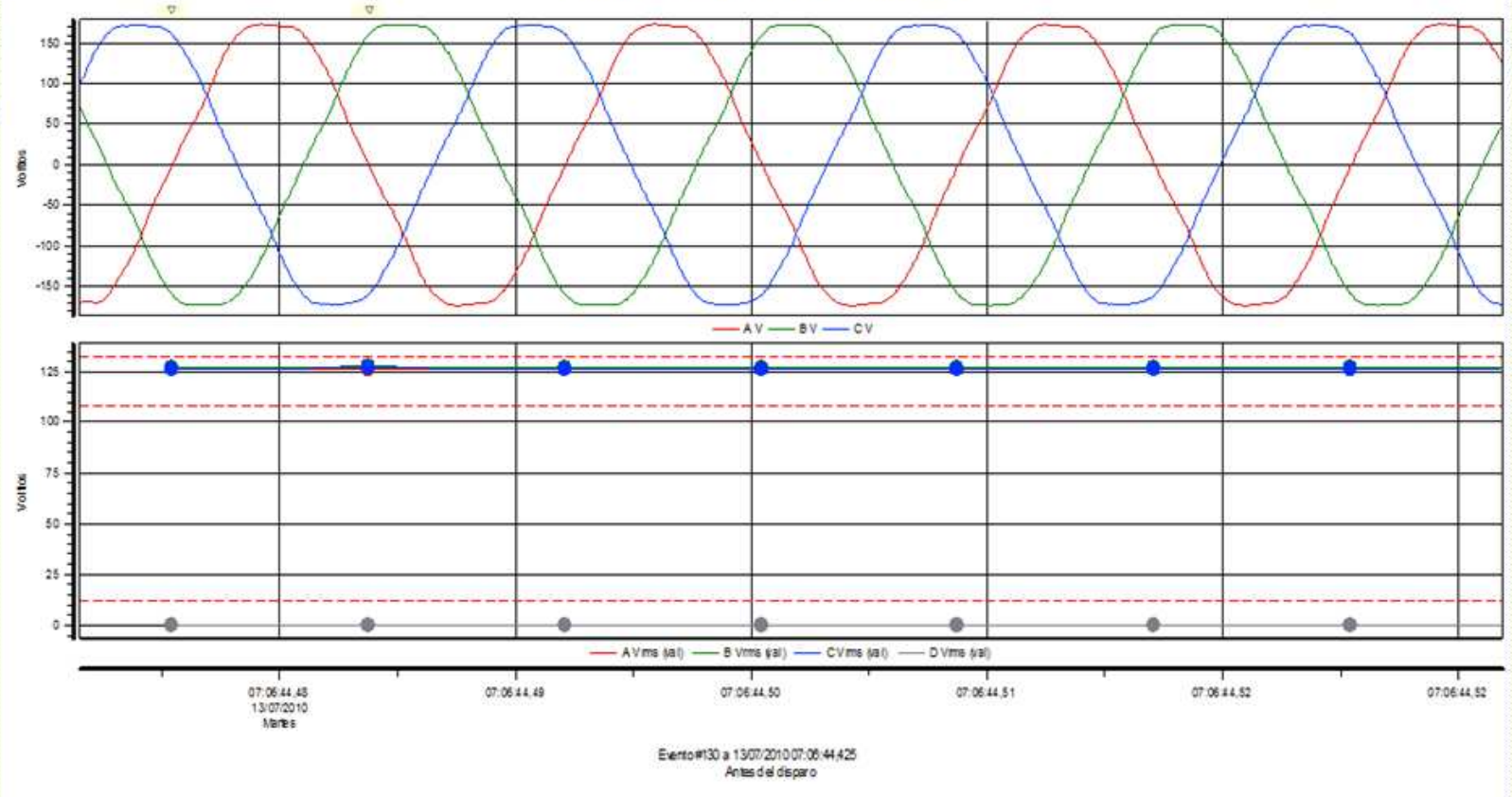


Subestación Edificio Ciencias Humanas

FECHA: 12/07/2010  
 ENTREGADOR POR: AUTORES  
 NOMBRE DE FICHERO: CH\_00.DDB



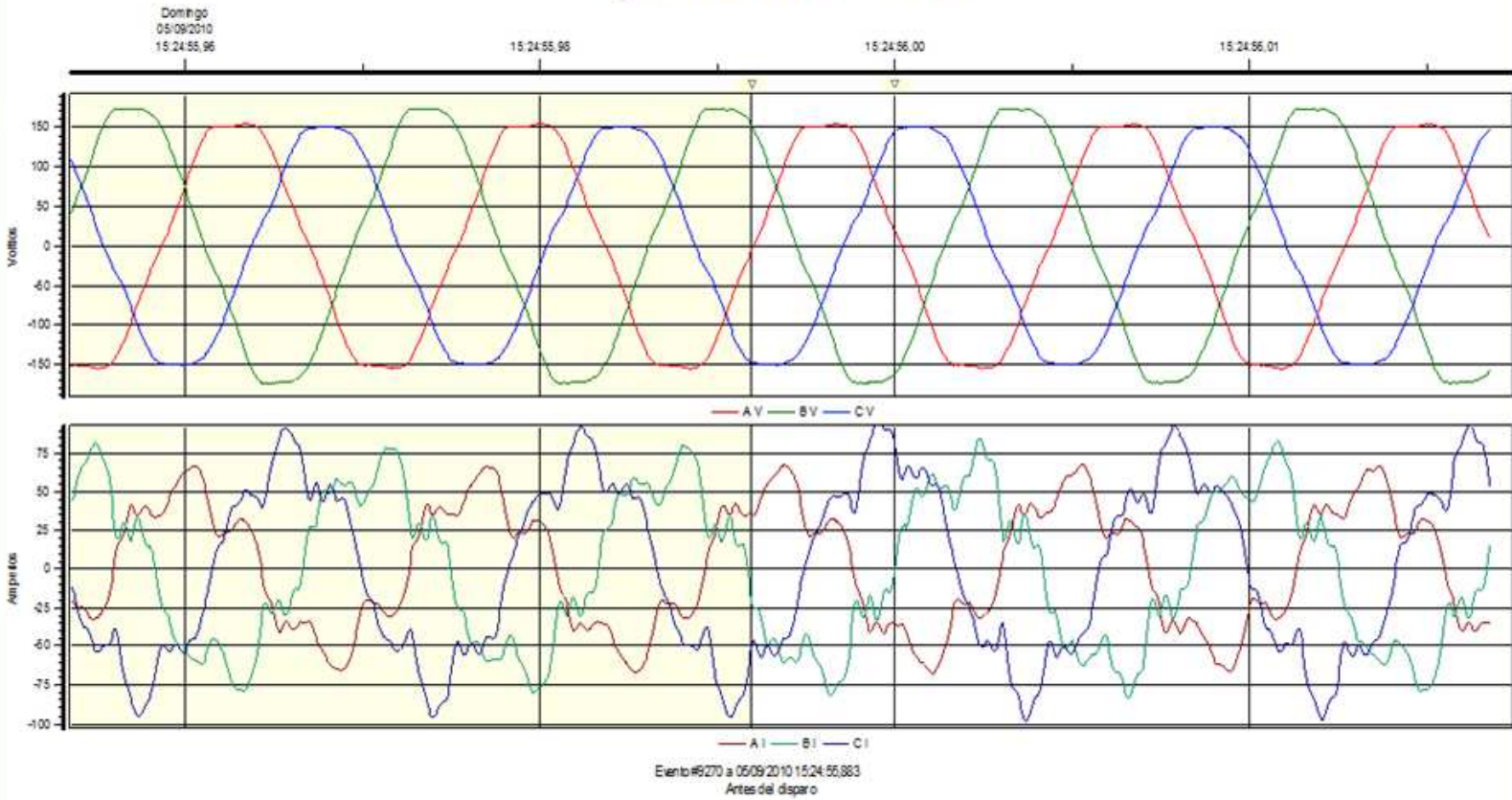
### Diagrama de forma de onda/detalles



Subestación Edificio Ciencias Humanas

FECHA: 12/07/2010  
ENTREGADOR POR: AUTORES  
NOMBRE DE FICHERO: CH\_00.DDB

### Diagrama de forma de onda/detalles



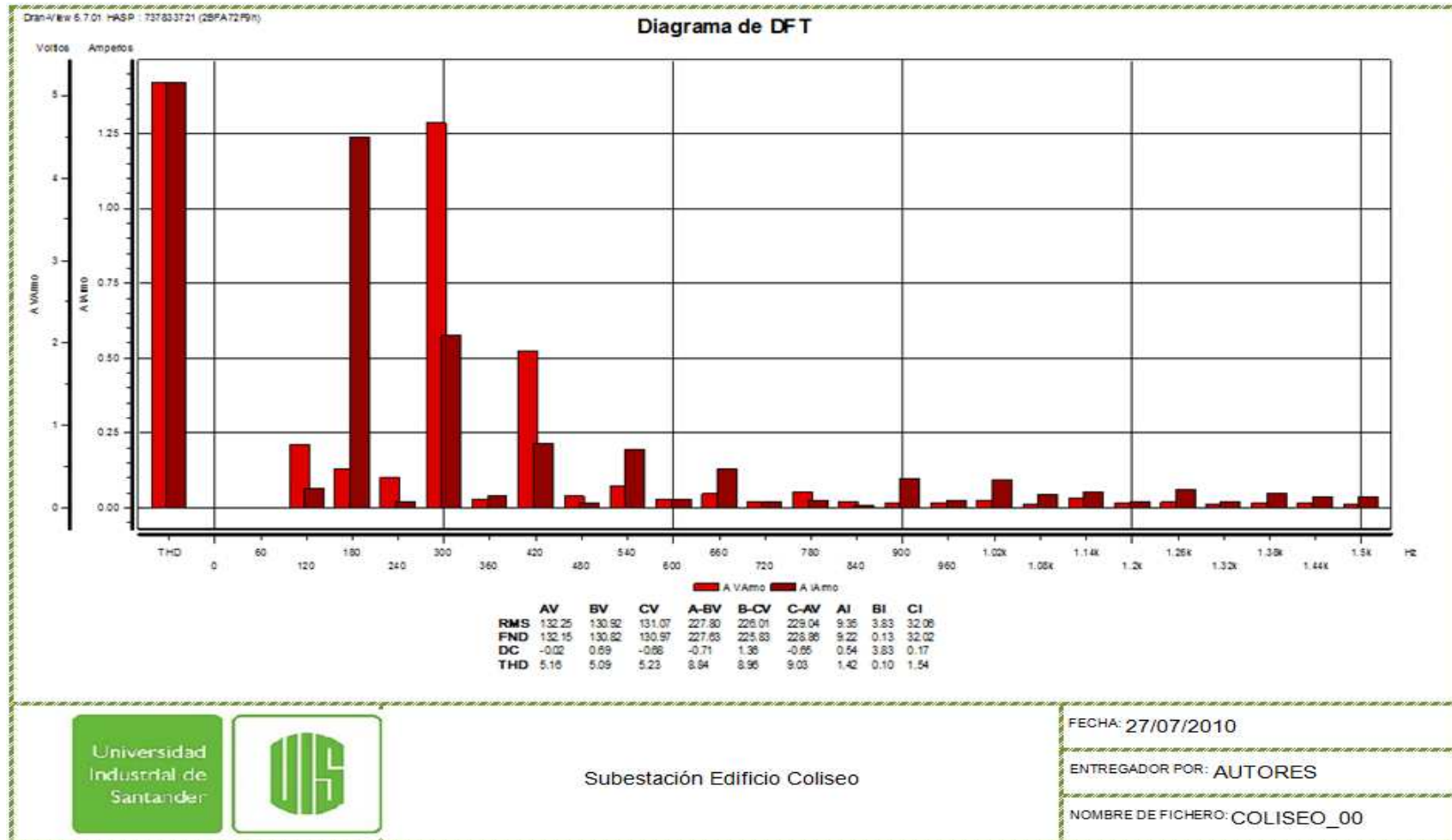
Subestación Edificio Ciencias Humanas

FECHA: 12/07/2010

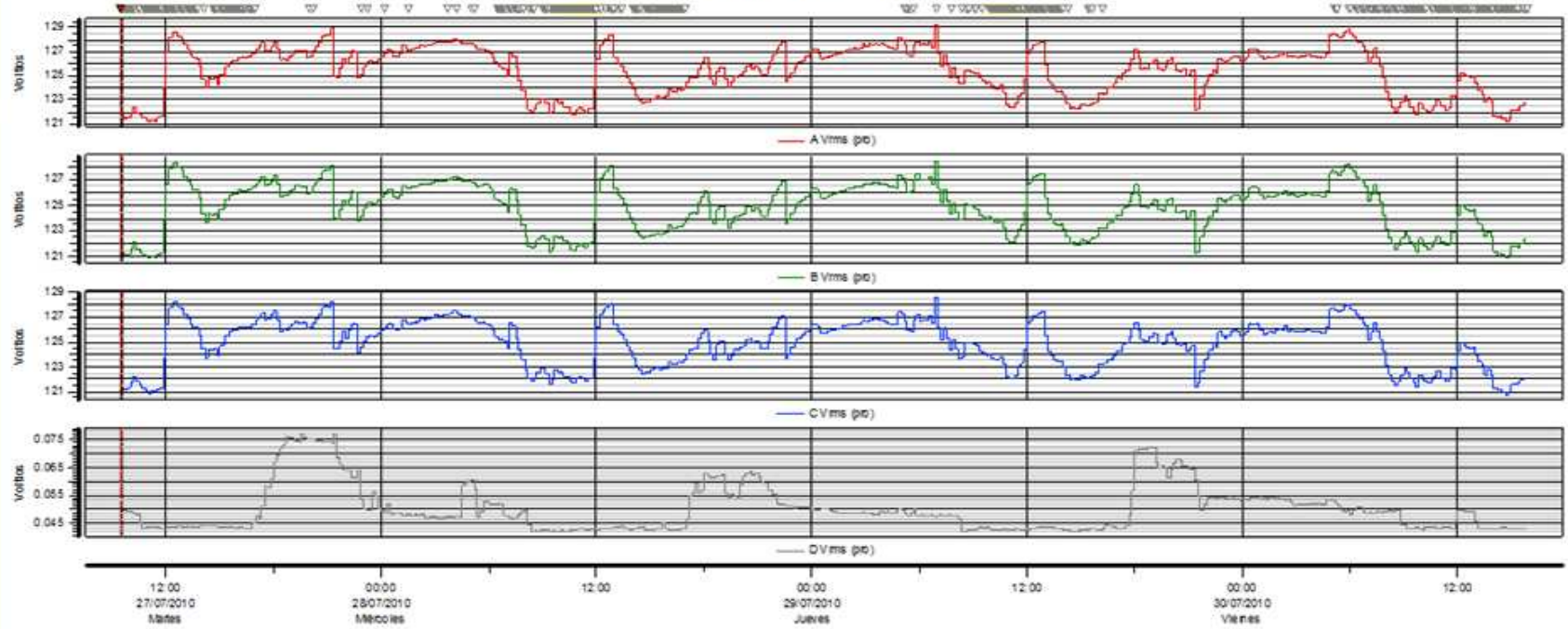
ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: CH\_00.DDB

## B6. SUBESTACIÓN EDIFICIO COLISEO



### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 27/07/2010 09:25:19:00  
Alrms, Alrms Intensidad Disparo (Lecturas de tendencias) Ab a MuyAb

	Mín	Máx	Pro
A Vrms	121.2	129.3	125.4
B Vrms	120.8	128.5	124.8
C Vrms	120.7	128.6	124.9
D Vrms	0.04208	0.07718	0.05025

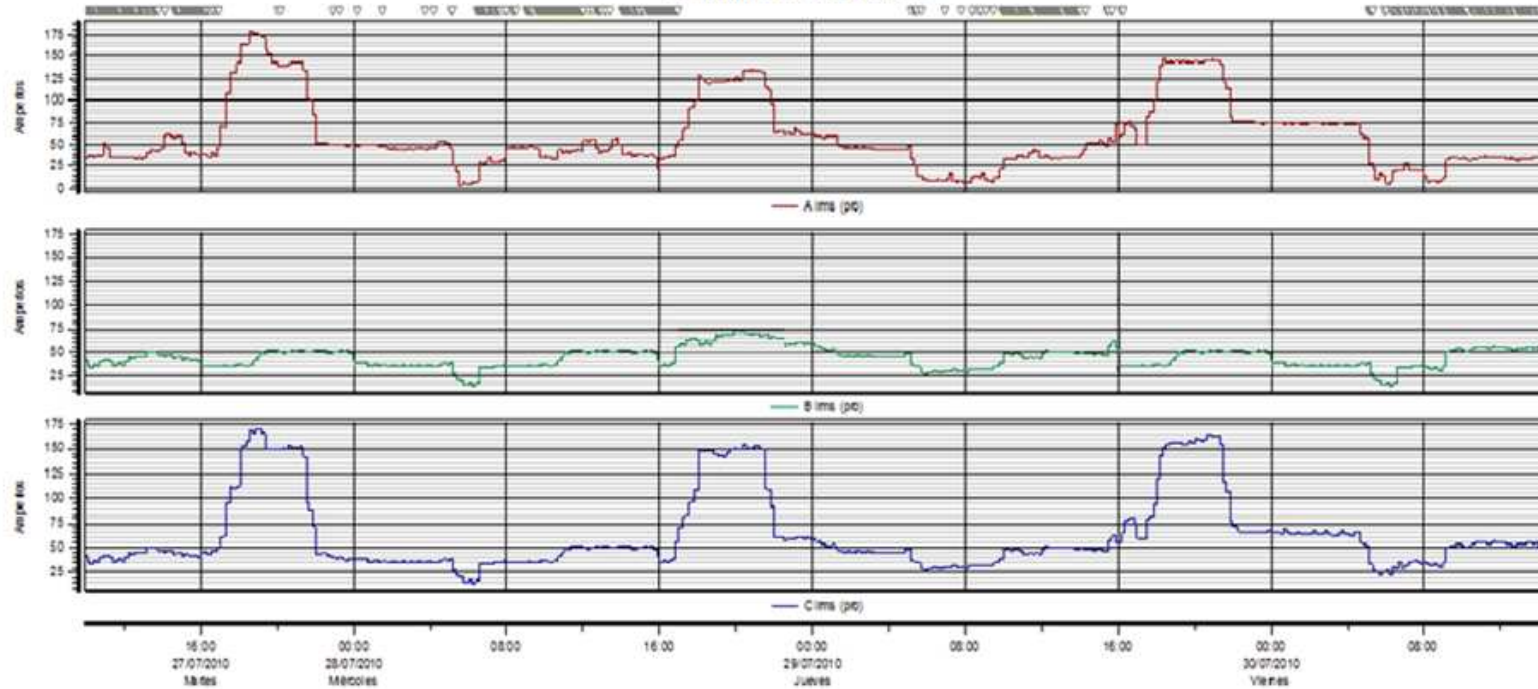


Subestación Edificio Coliseo

FECHA: 27/07/2010  
ENTREGADOR POR: AUTORES  
NOMBRE DE FICHERO: COLISEO\_00

DraWin 6.7.01 HASP : 737533721 (28FA72P9)

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 27/07/2010 09:25:19:00  
Airms, Airms Intensidad Disparo (Lecturas de tendencias) Alb a Moy/Alb

	Min	Máx	Pro
Airms	5.948	175.7	59.00
Birms	5.458	74.98	56.06
Cirms	14.53	169.6	62.96

Universidad  
Industrial de  
Santander



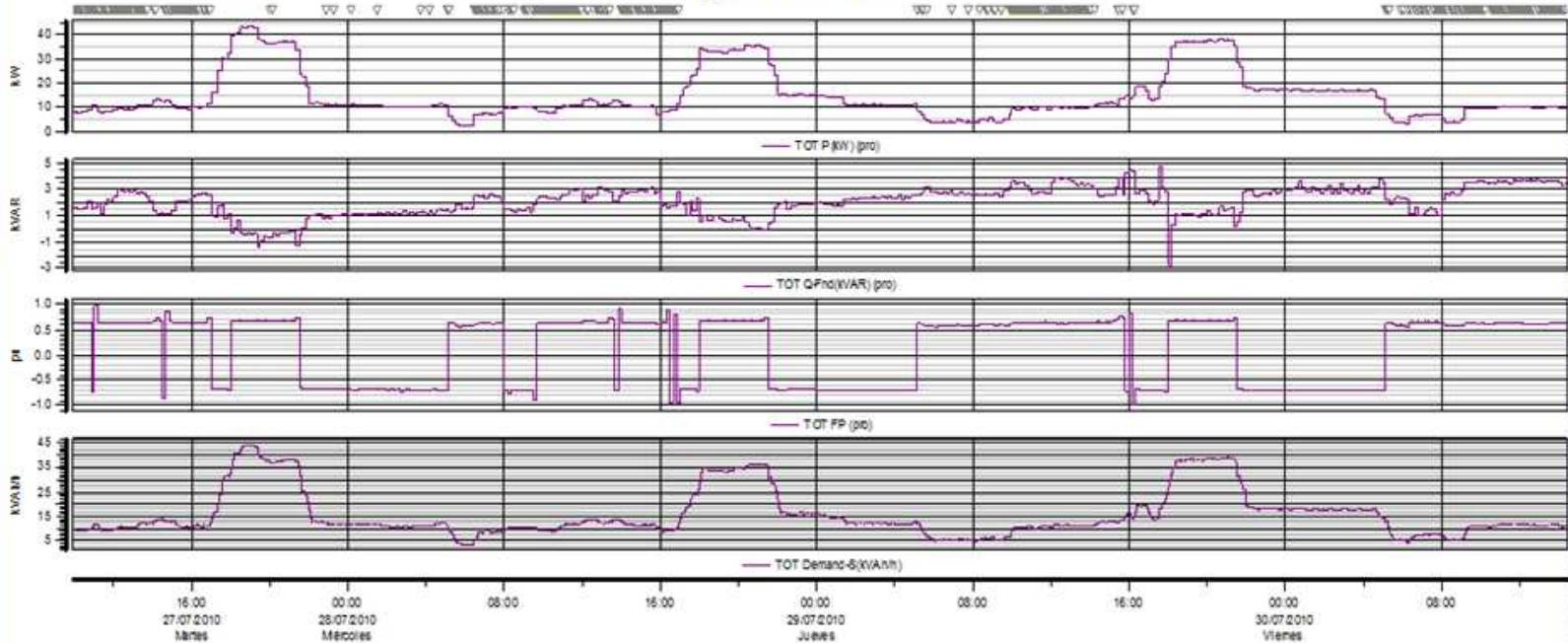
Subestación Edificio Coliseo

FECHA: 27/07/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: COLISEO\_00

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 27/07/2010 09:25:19:000  
Alrms, Alrms Intensidad Disparo (Lecturas de tendencias) A/b a Moy/A/b

	Min	Máx	Pro
TOTP(kW)	2.243	43.59	14.79
TOT Q-Fnd(kVAR)	-2.779	4.798	2.107
TOT FFP	-0.9982	0.9782	0.1251
TOT Demand-S(kVAh/h)	3.274	44.15	15.77



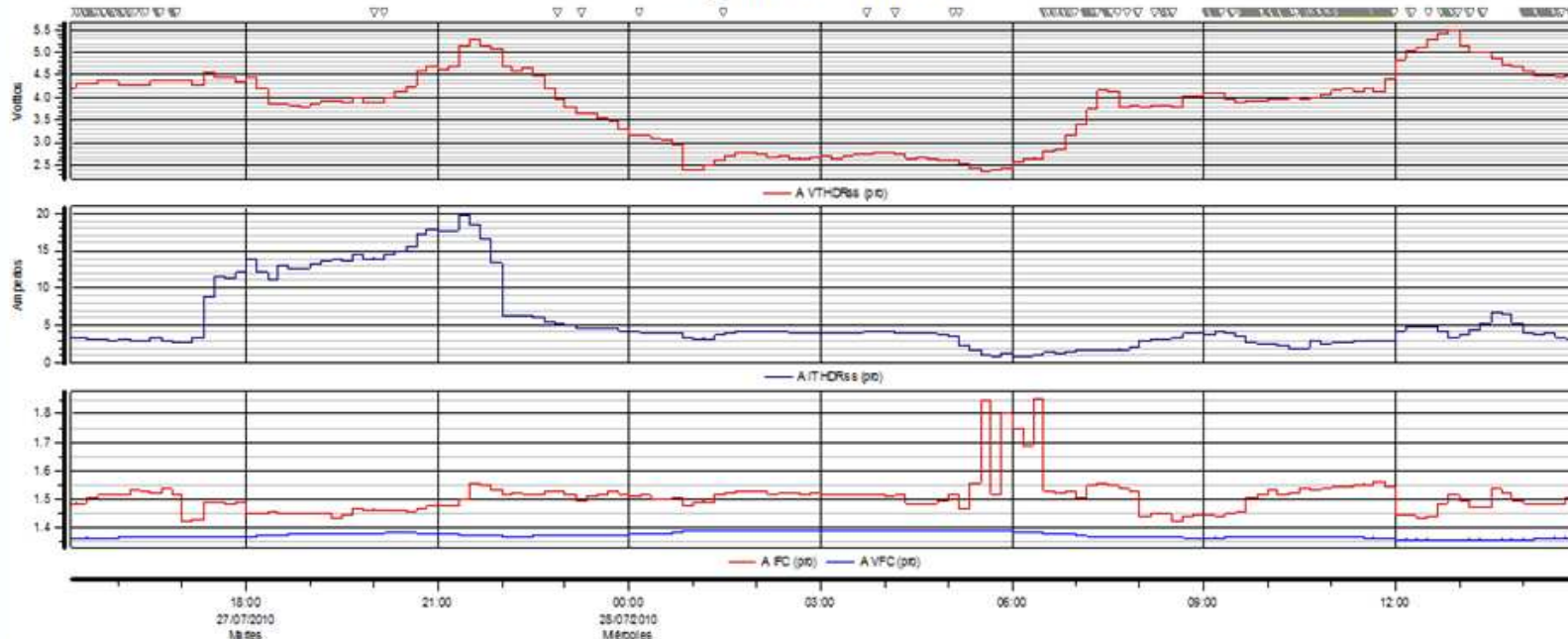
Subestación Edificio Coliseo

FECHA: 27/07/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: COLISEO\_00

### Diagrama de tendencias



Evento #1 a 27/07/2010 09:25:19:000  
 Alrms, Alrms Intensidad Disparo (Lecturas de tendencias) A/b a MuyA/b

	Min	Máx	Pro
AVTHDRss	2.372	5.478	3.813
AITHDRss	0.9141	19.77	3.599
AIFC	1.420	1.853	1.508
AVFC	1.355	1.388	1.372

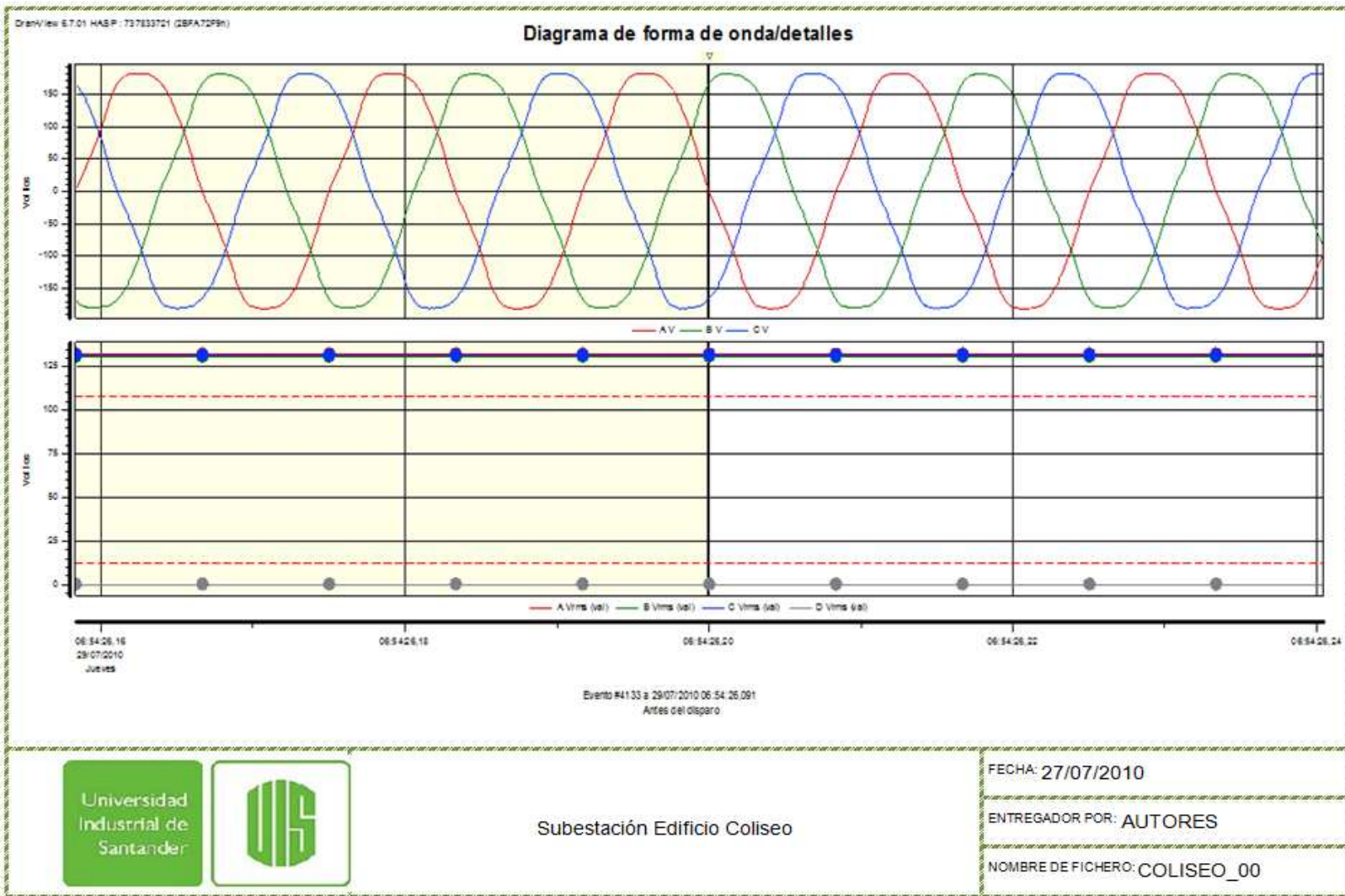


Subestación Edificio Coliseo

FECHA: 27/07/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

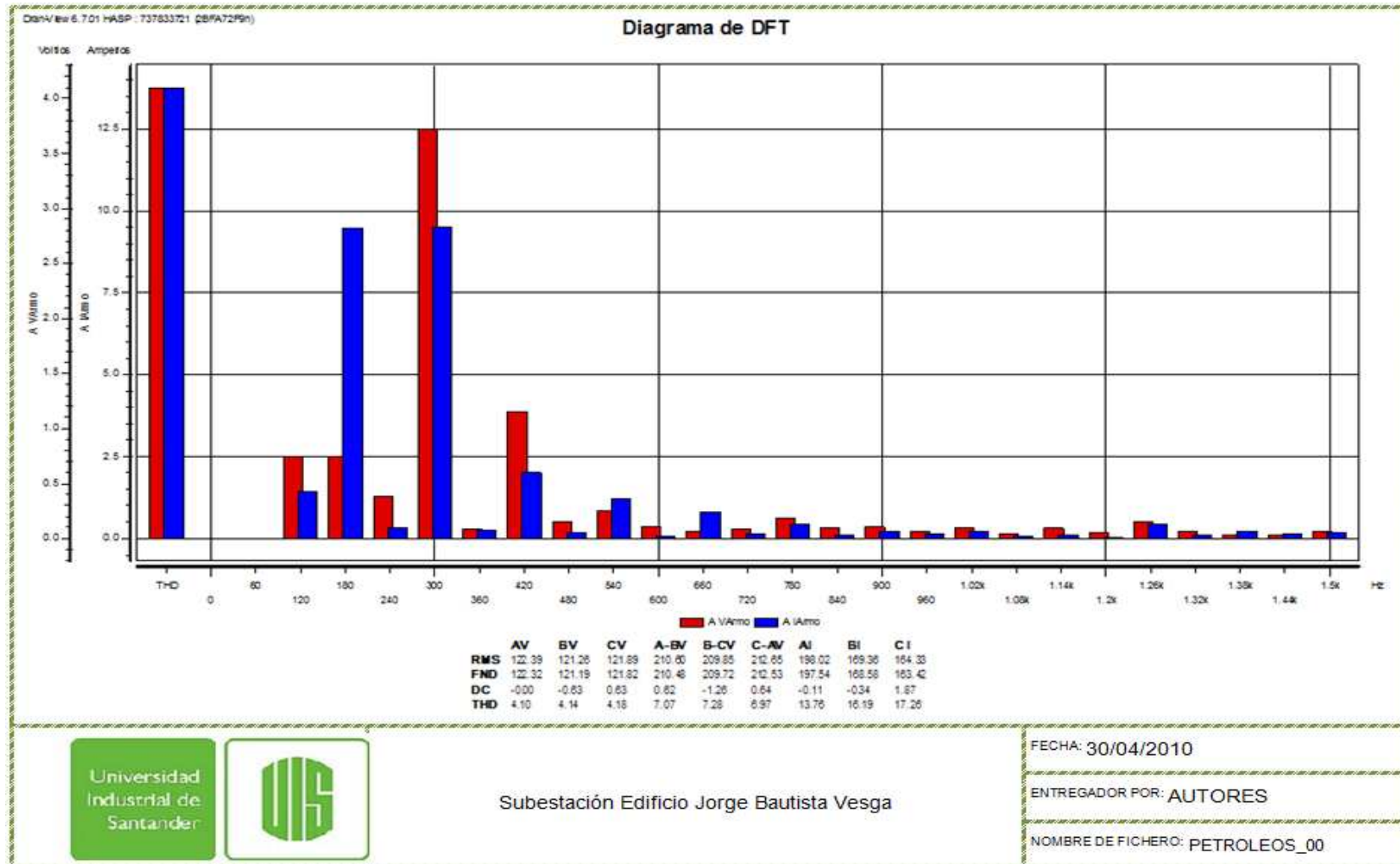
NOMBRE DE FICHERO: COLISEO\_00



Subestación Edificio Coliseo

FECHA: 27/07/2010
ENTREGADOR POR: AUTORES
NOMBRE DE FICHERO: COLISEO_00

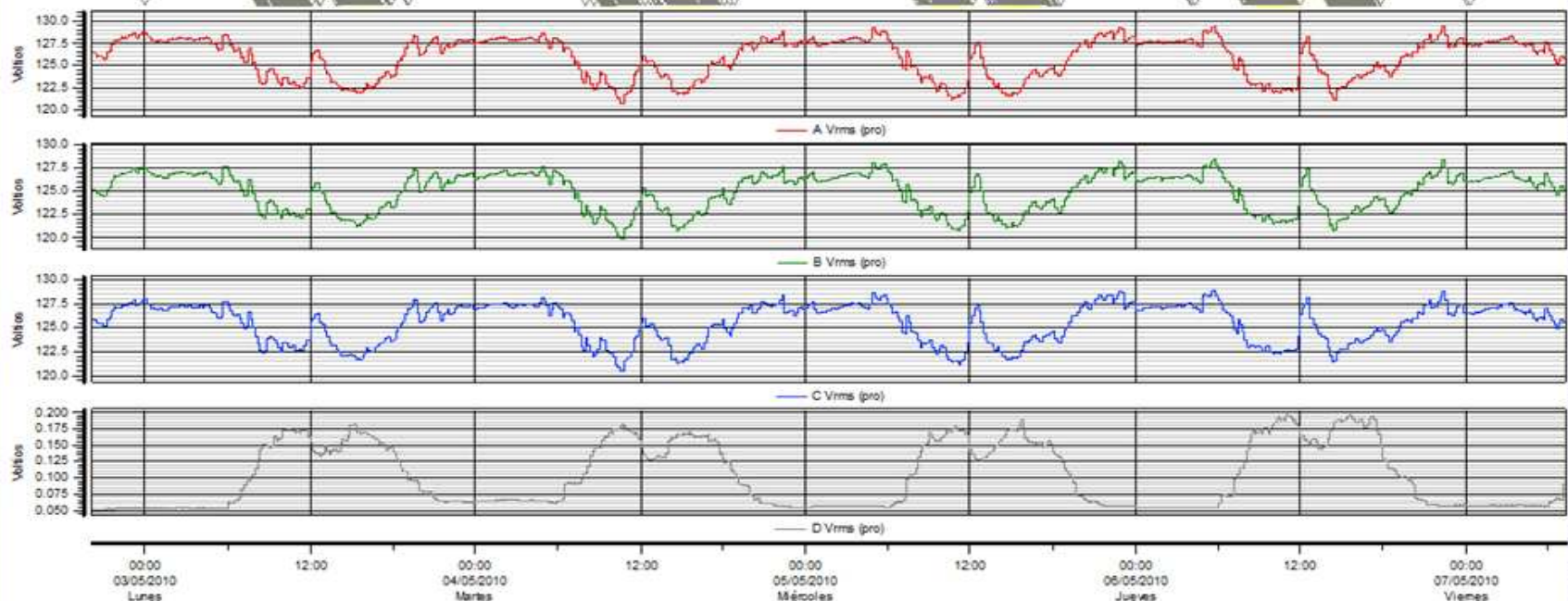
## B7. SUBESTACIÓN EDIFICIO JORGE BAUTISTA VESGA



Subestación Edificio Jorge Bautista Vesga

FECHA: 30/04/2010  
 ENTREGADOR POR: AUTORES  
 NOMBRE DE FICHERO: PETROLEOS\_00

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 30/04/2010 16:54:39,000  
 Airms Intensidad Dispero (Lecturas de tendencias) Normal a Alto

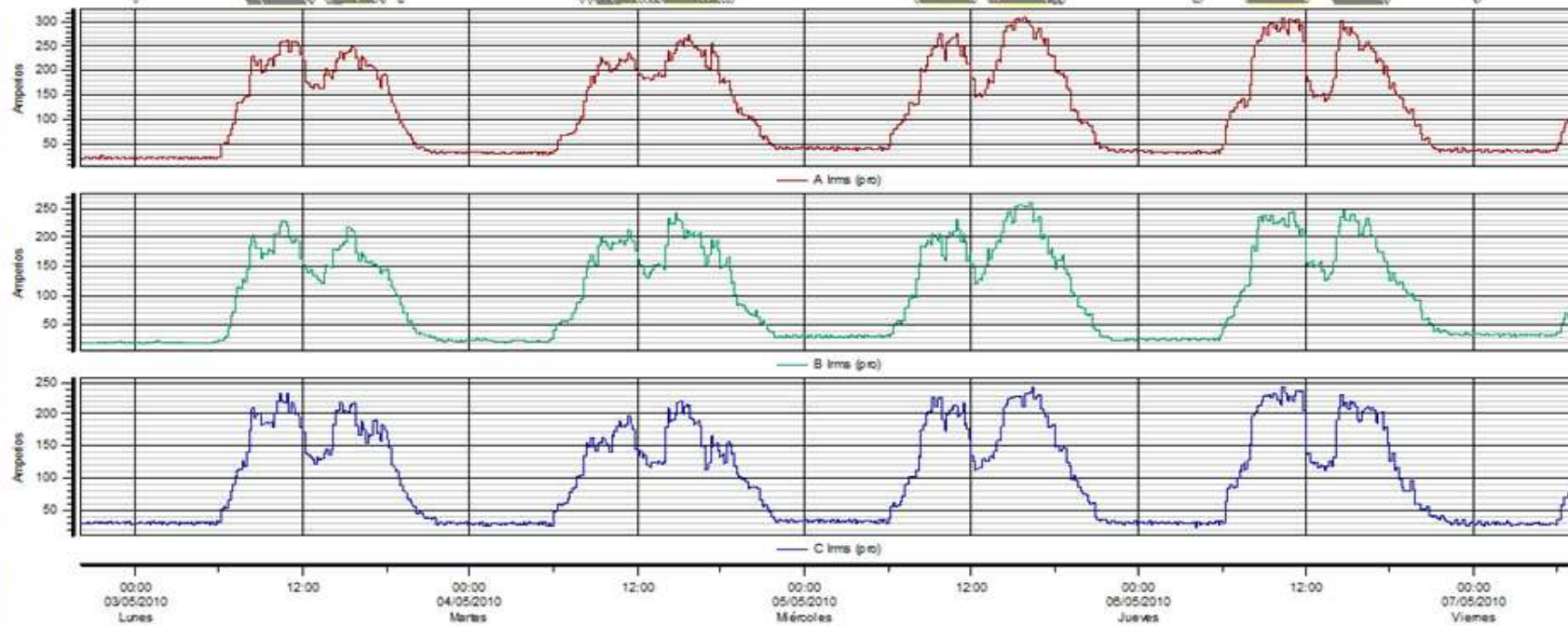
	Min	Mdr	Pro
<b>AVrms</b>	120.7	129.5	125.9
<b>BVrms</b>	119.8	128.4	124.9
<b>CVrms</b>	120.5	129.0	125.5
<b>DVrms</b>	0.05107	0.1967	0.1023



Subestación Edificio Jorge Bautista Vesga

FECHA: 30/04/2010  
 ENTREGADOR POR: AUTORES  
 NOMBRE DE FICHERO: PETROLEOS\_00

### Diagrama de tendencias



Evento #1 a 30/04/2010 16:54:39.000  
 A rms Intensidad Disparo (Lecturas de tendencias) Normal a Alto

	Min	Máx	Pro
A rms	20.58	310.2	120.2
B rms	19.12	261.5	98.35
C rms	22.96	244.1	98.39



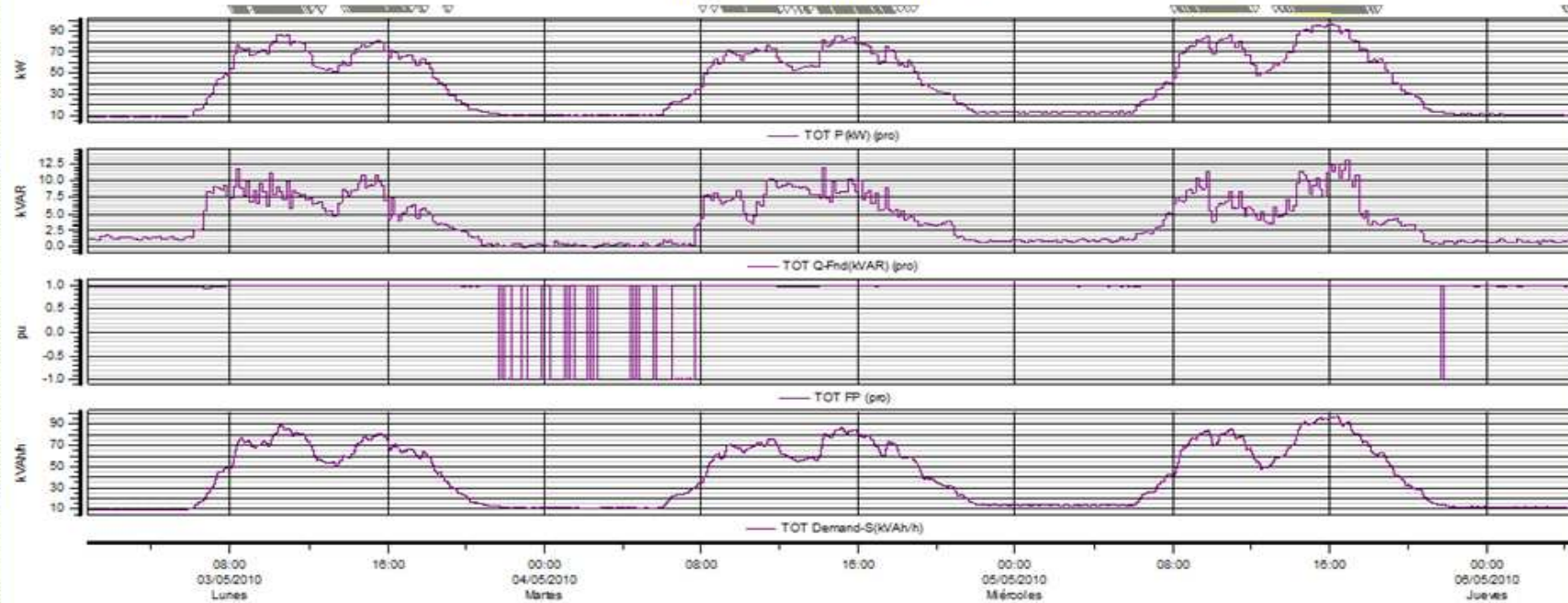
Subestación Edificio Jorge Bautista Vesga

FECHA: 30/04/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: PETROLEOS\_00

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 30/04/2010 16:54:39.000  
 Alms Intensidad Dispro (Lecturas de tendencias) Normal a Alto

	Min	Máx	Pro
TOT P(kW)	8.414	96.48	39.35
TOT Q-Fnd(kVAR)	-0.2270	13.08	3.956
TOT FP	-0.9999	0.9997	0.8846
TOT Demand-S(kVAh/h)	8.900	98.02	40.03



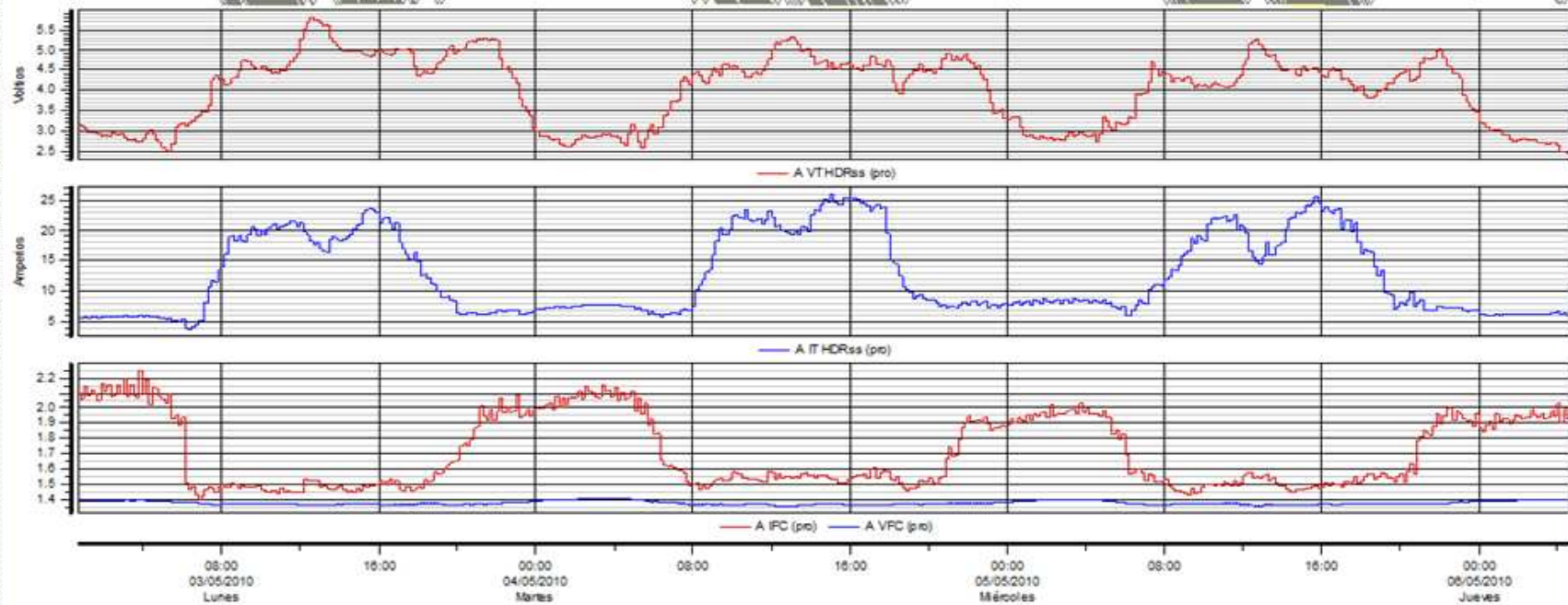
Subestación Edificio Jorge Bautista Vesga

FECHA: 30/04/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: PETROLEOS\_00

### Diagrama de tendencias



Evento #1 a 30/04/2010 16:54:39.000  
 Alms Intensidad Dis paro (Lecturas de tendencias) Normal a Alto

	Min	Máx	Pro
AVTHDRss	2.465	5.799	4.014
AITHDRss	3.804	25.97	12.61
AIFC	1.398	2.246	1.712
AVFC	1.357	1.406	1.376



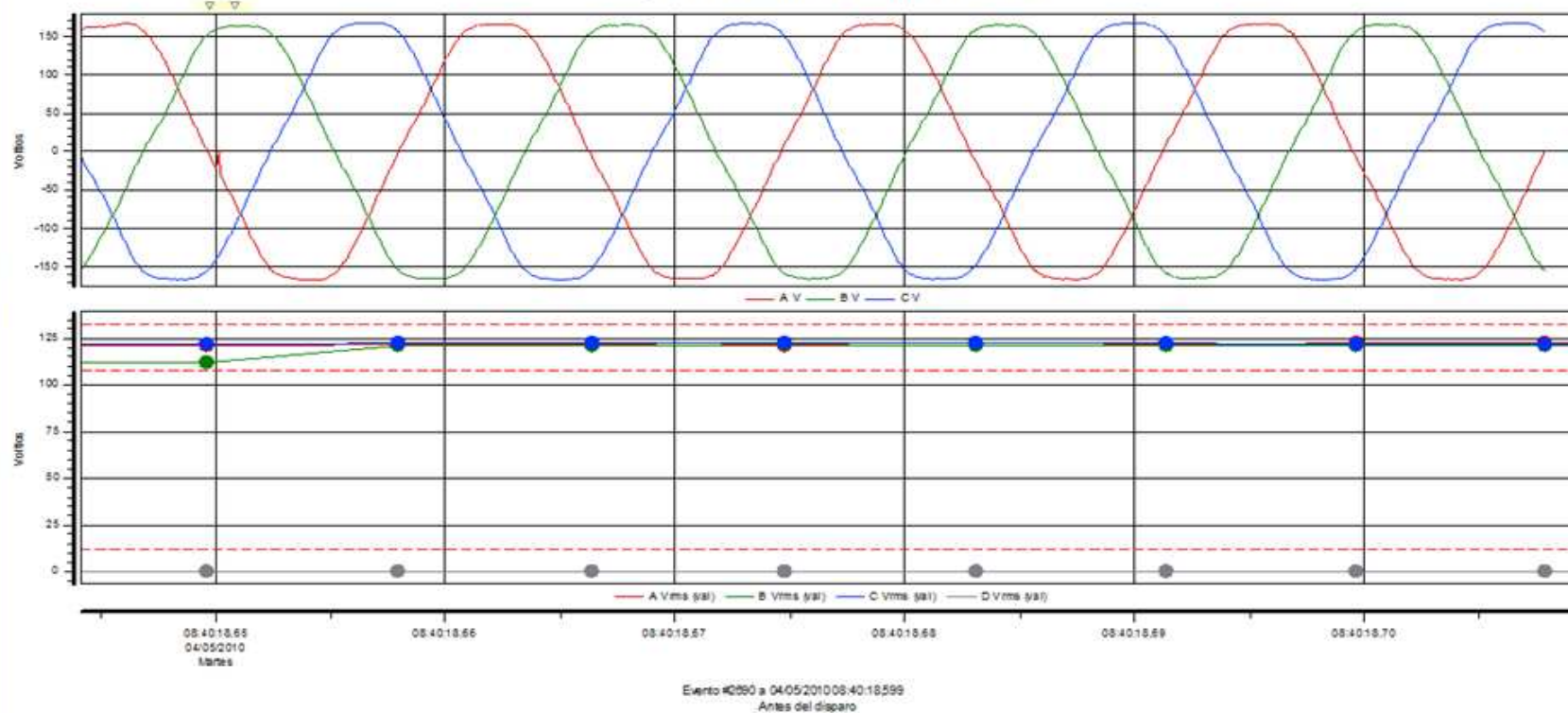
Subestación Edificio Jorge Bautista Vesga

FECHA: 30/04/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: PETROLEOS\_00

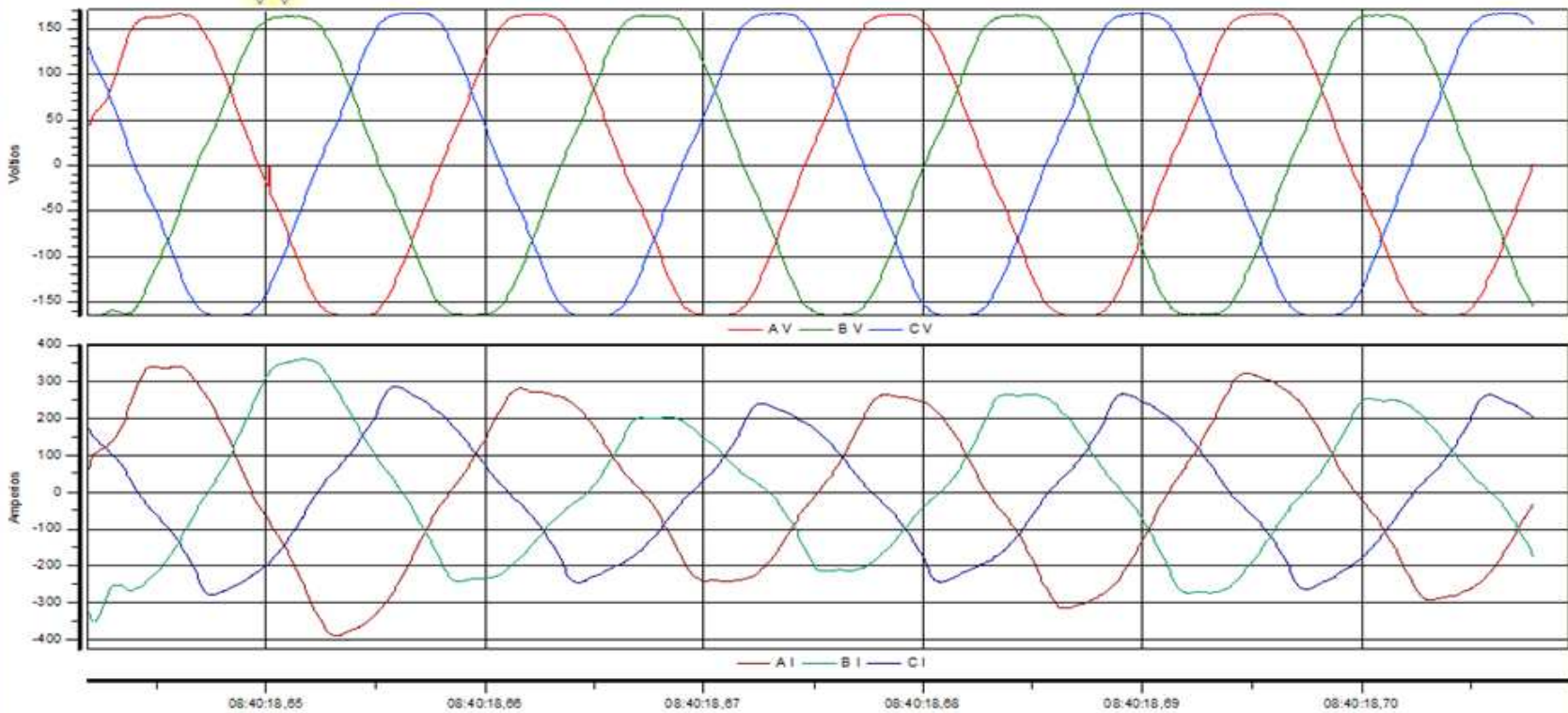
### Diagrama de forma de onda/detalles



Subestación Edificio Jorge Bautista Vesga

FECHA: 30/04/2010  
ENTREGADOR POR: AUTORES  
NOMBRE DE FICHERO: PETROLEOS\_00

### Diagrama de forma de onda/detalles



Evento #2090 a 0405/2010 08:40:18,599  
Antes de l dispar o



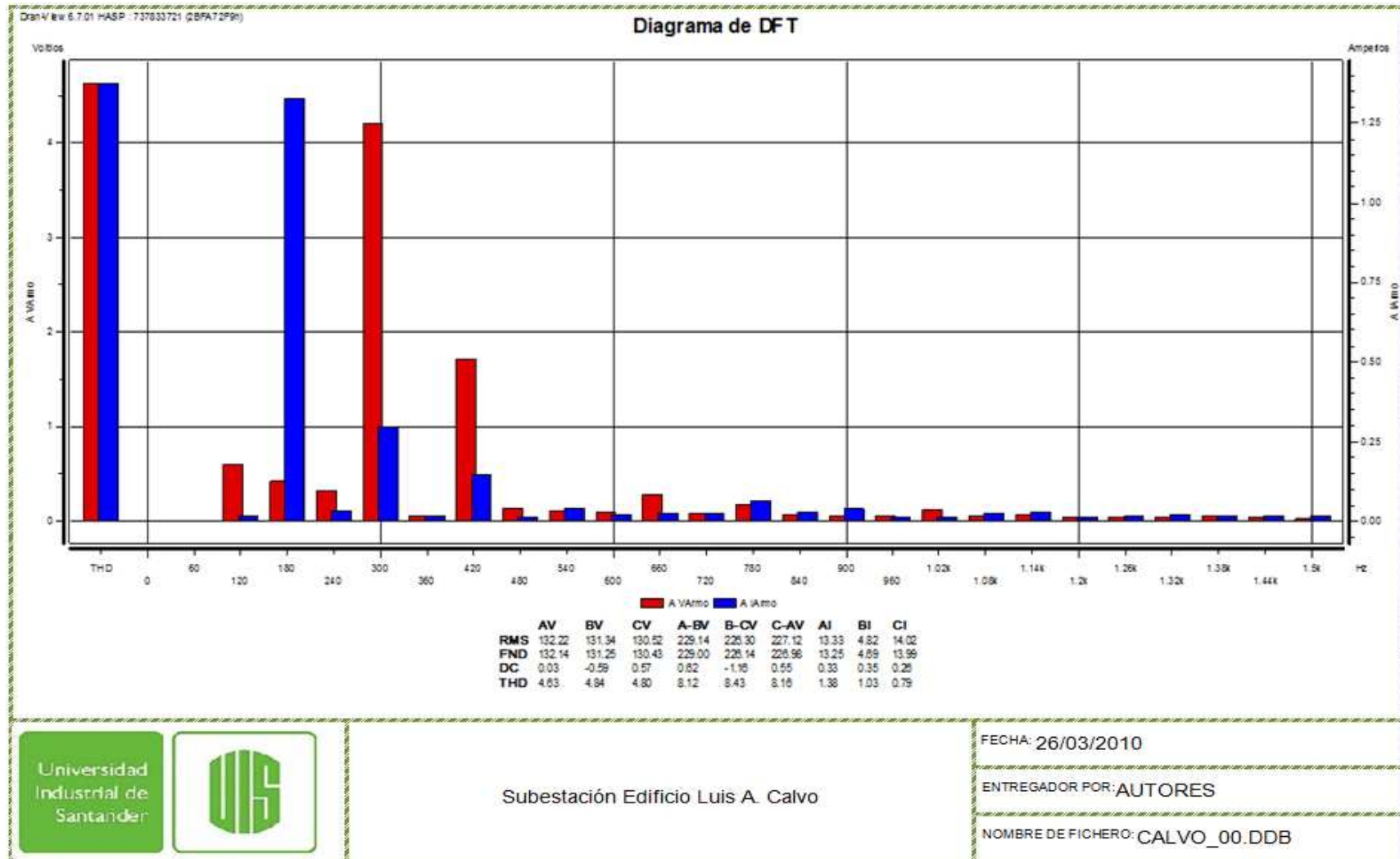
Subestación Edificio Jorge Bautista Vesga

FECHA: 30/04/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: PETROLEOS\_00

## B8. SUBESTACIÓN EDIFICIO LUIS A. CALVO.



Universidad  
Industrial de  
Santander

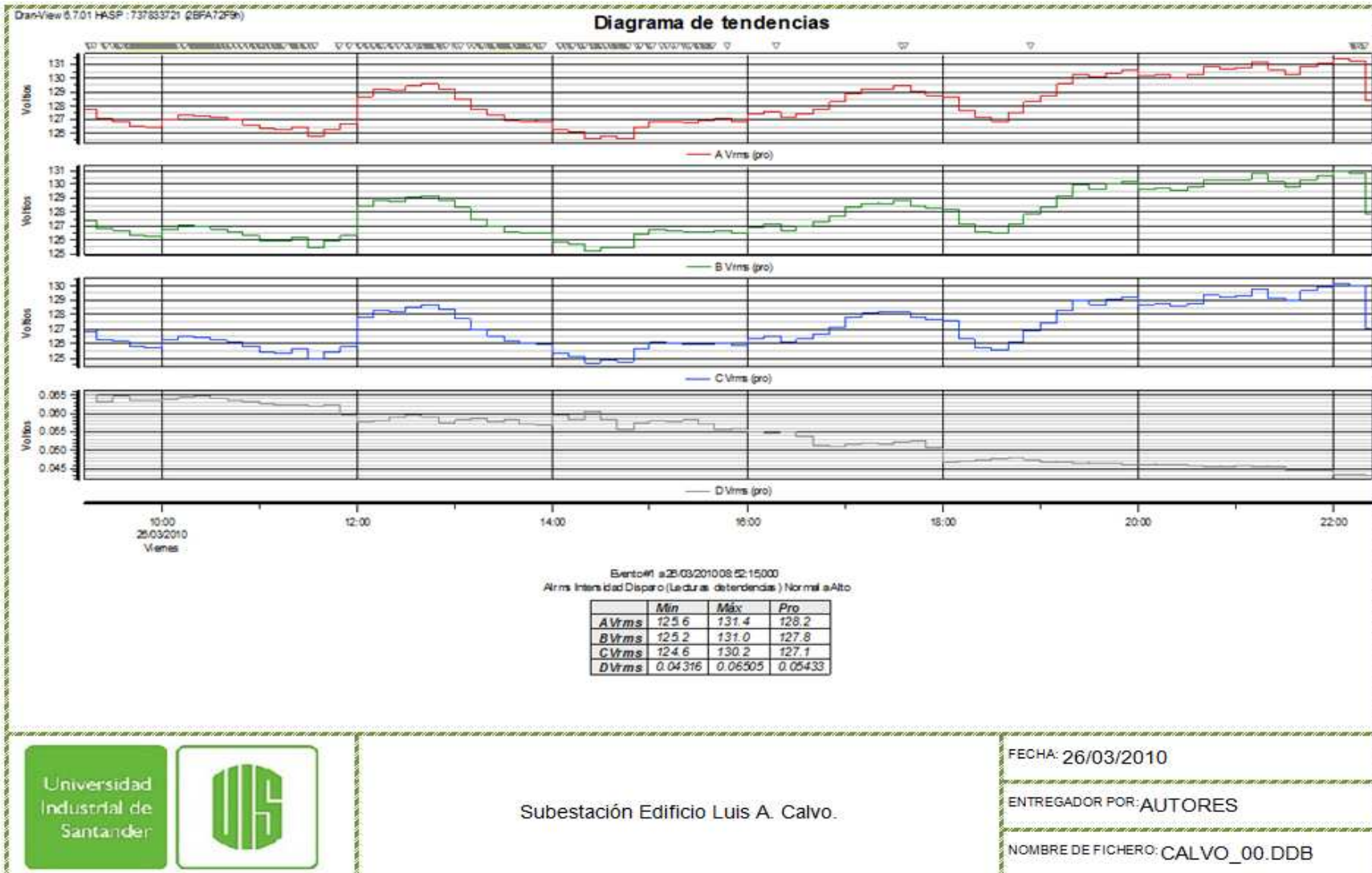


Subestación Edificio Luis A. Calvo

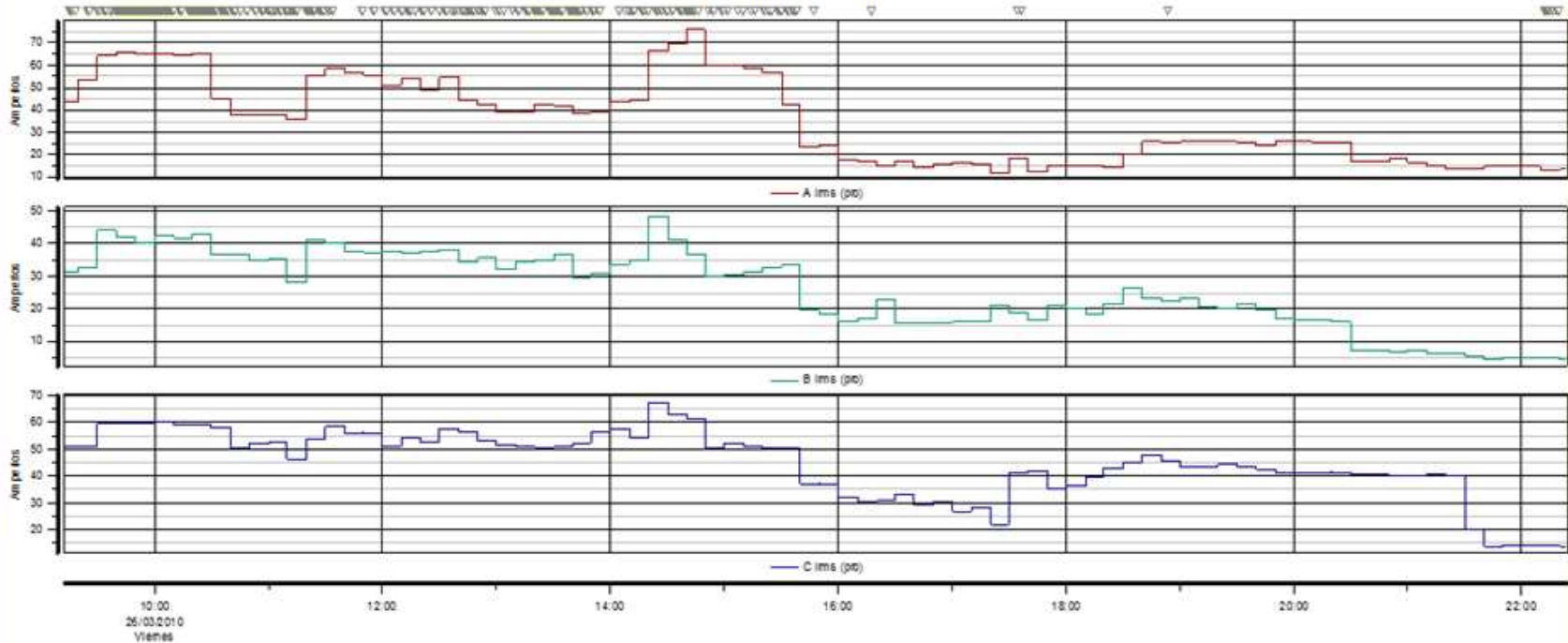
FECHA: 26/03/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: CALVO\_00.DDB



### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 26/03/2010 08:52:15:000  
 A lms Intensidad Disparo (Le duras detendencias) Normal a Alto

	Min	Máx	Pro
A lms	12.29	76.37	35.09
B lms	4.800	48.51	25.79
C lms	13.85	67.81	45.08



Subestación Edificio Luis A. Calvo.

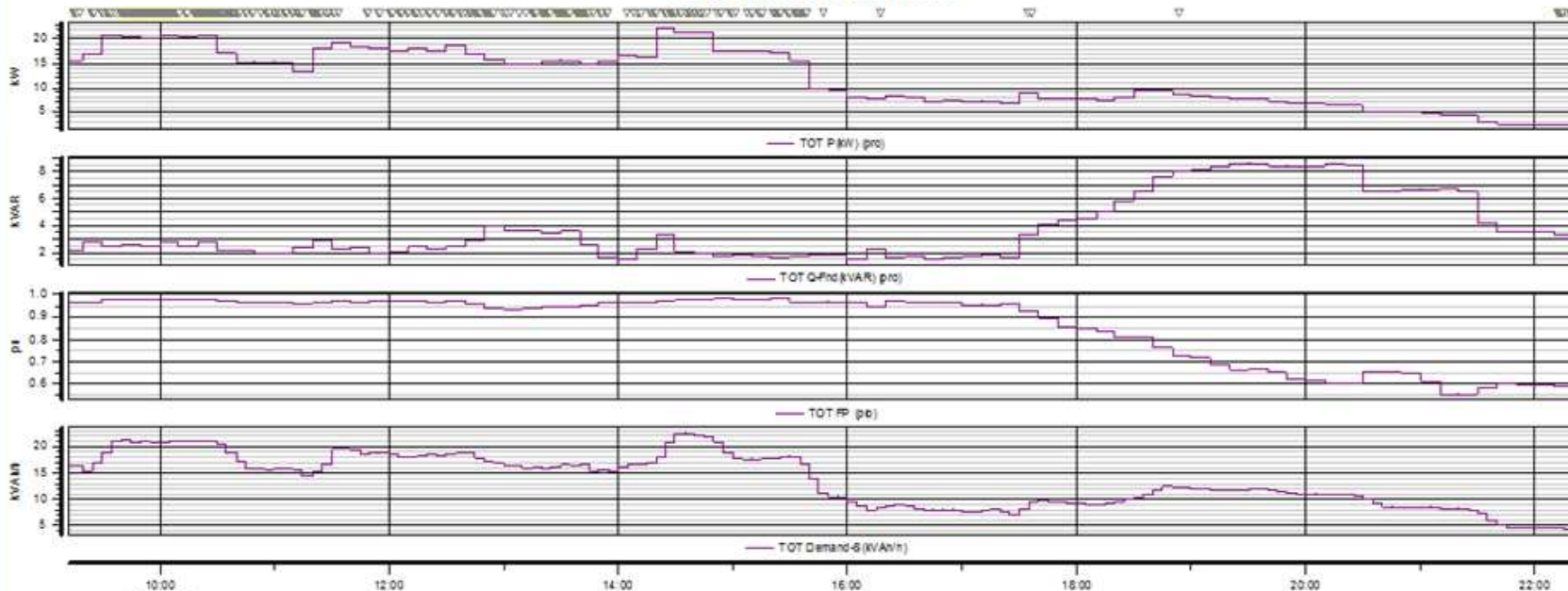
FECHA: 26/03/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: CALVO\_00.DDB

DrawView 5.7.01 HASP : 737833721 (BFA72F9h)

### Diagrama de tendencias



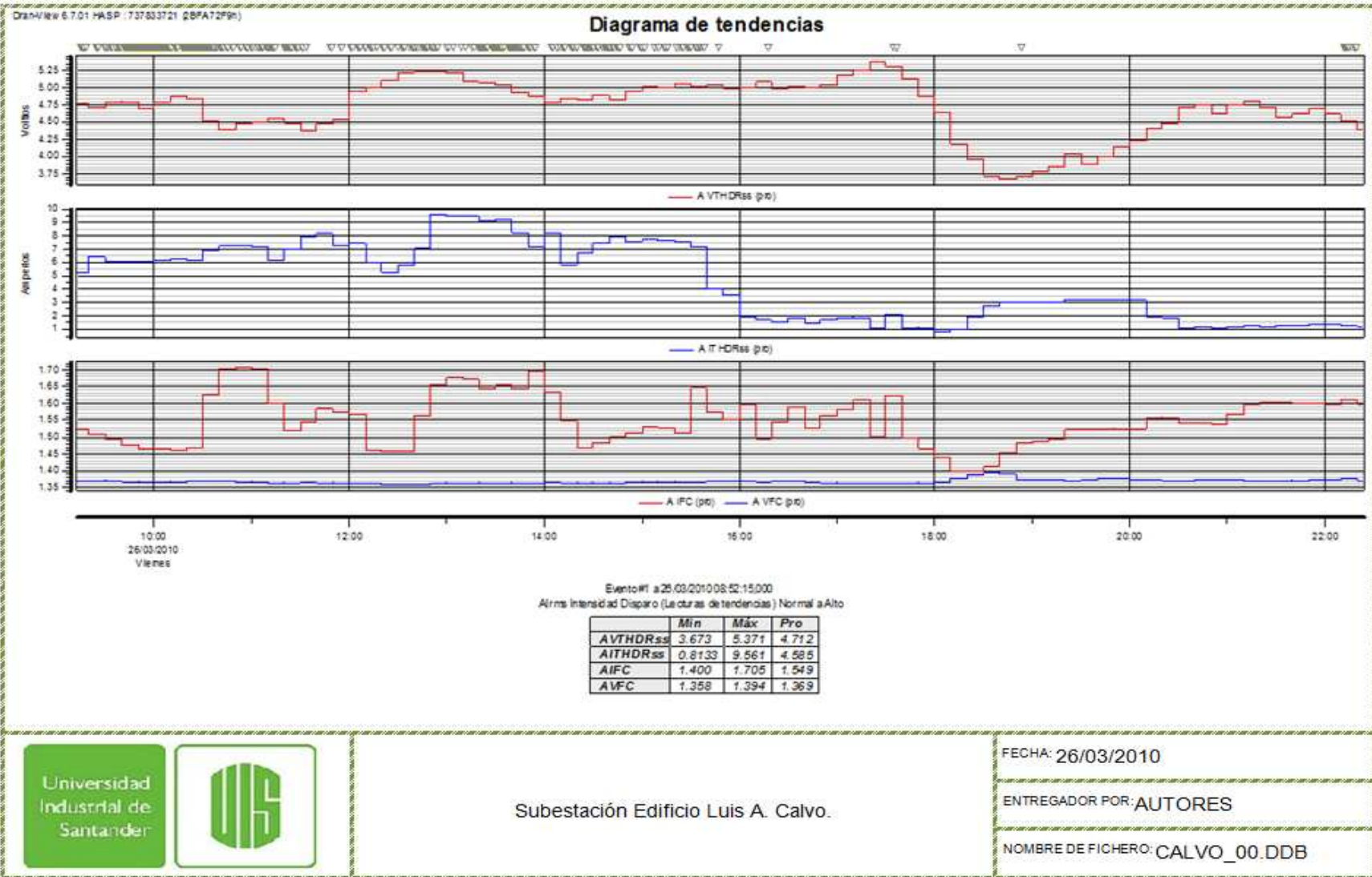
Evento#1 a 26/03/2010 08:02-15:000  
 Alrms Intensidad Disparo (Le cturas de tendencias) Normal a Alto

	Min	Máx	Pro
TOTP(kW)	2.372	22.28	12.09
TOTQ-Fnd(kVAR)	1.485	8.605	3.762
TOTPF	0.5539	0.9853	0.8643
TOTDemand-S(kVAh/h)	4.122	22.67	13.50

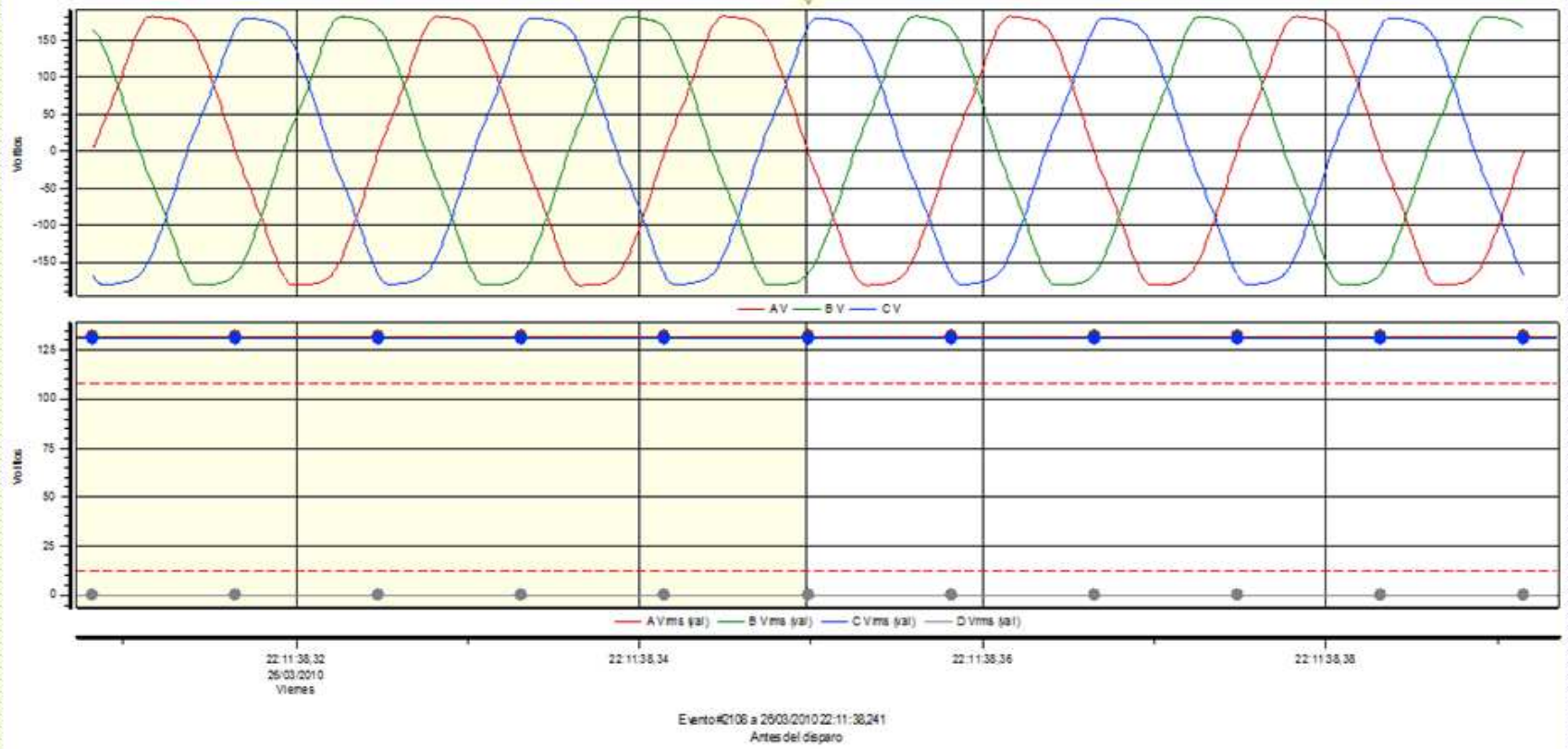


Subestación Edificio Luis A. Calvo.

FECHA: 26/03/2010  
 ENTREGADOR POR: AUTORES  
 NOMBRE DE FICHERO: CALVO\_00.DDB



### Diagrama de forma de onda/detalles



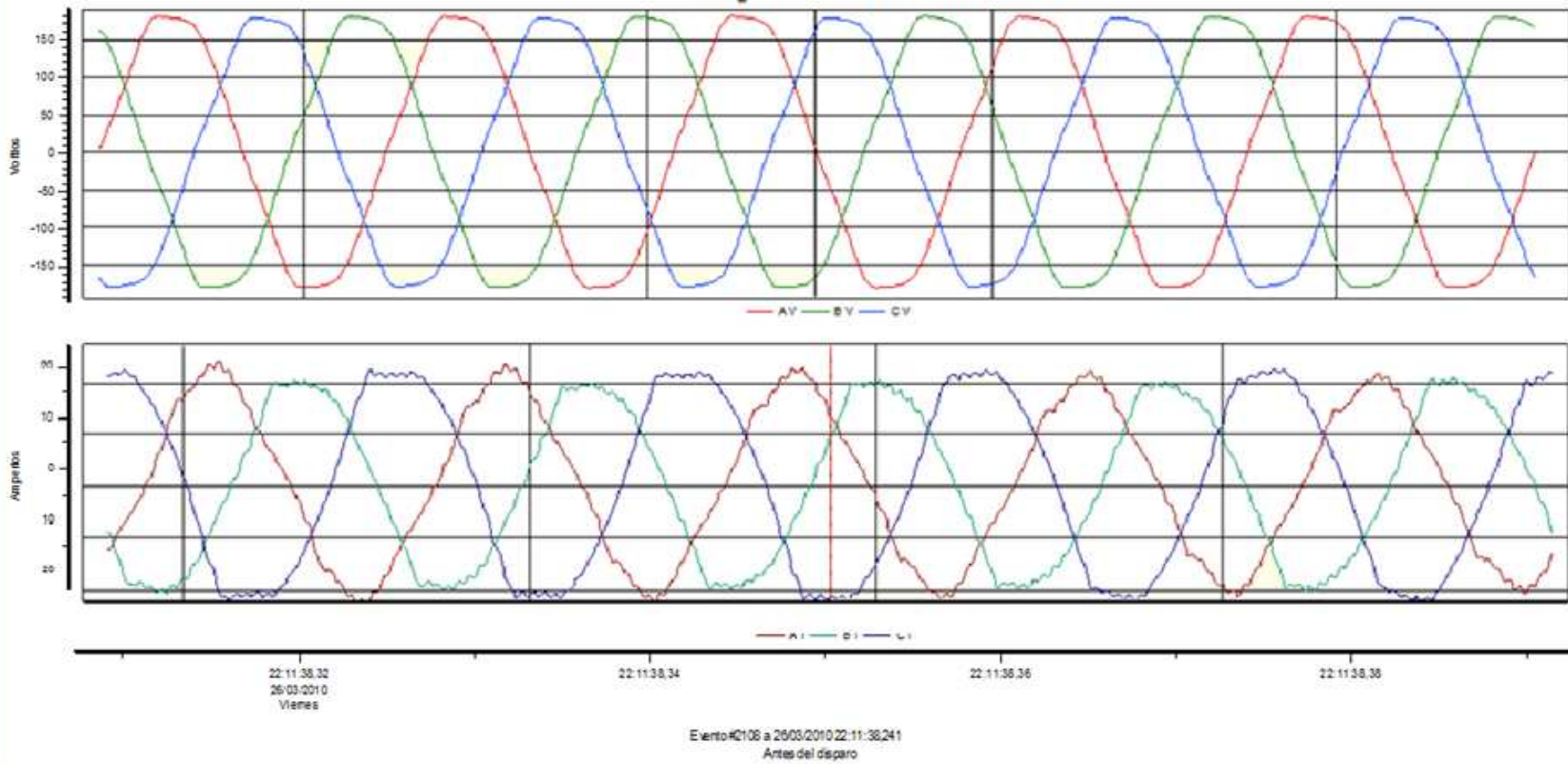
Subestación Edificio Luis A. Calvo.

FECHA: 26/03/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: CALVO\_00.DDB

### Diagrama de forma de onda/de talles



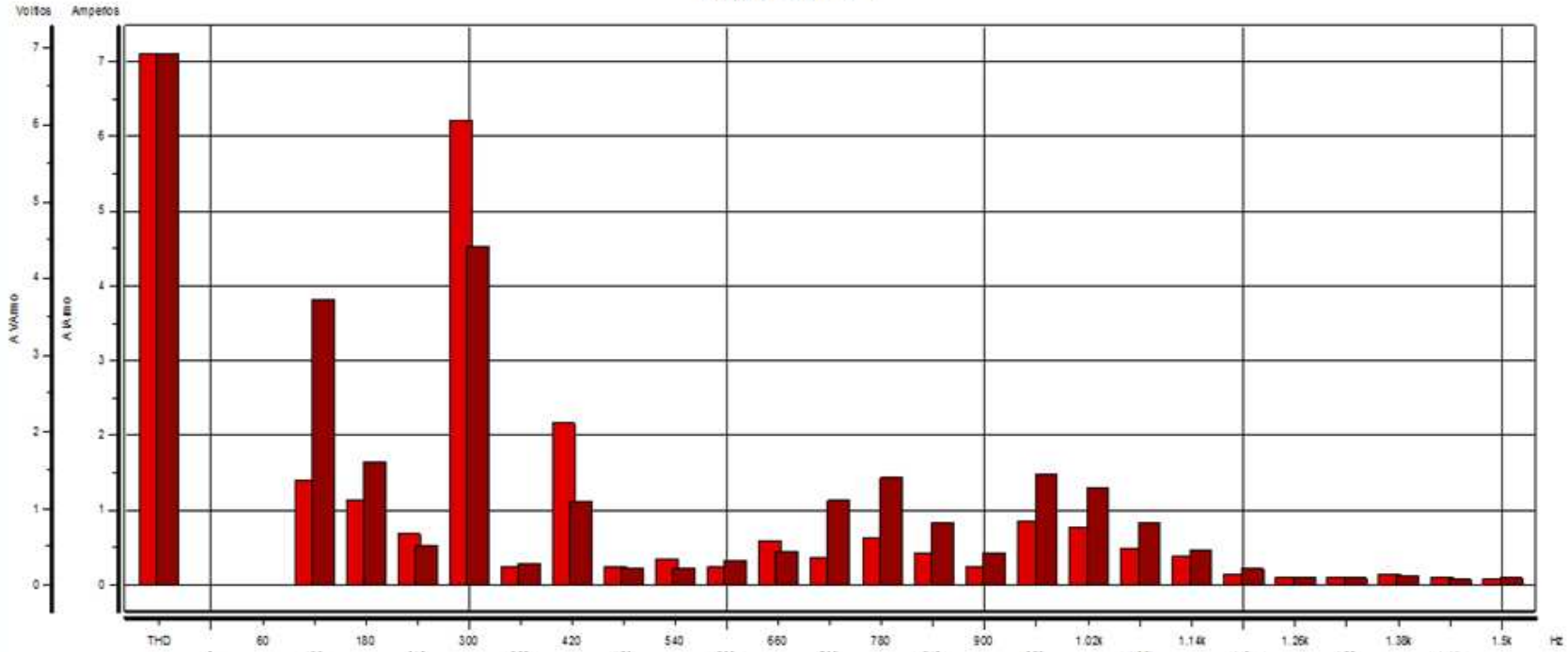
Subestación Edificio Luis A. Calvo.

FECHA: 26/03/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: CALVO\_00.DDB

### Diagrama de DFT



	AV	BV	CV	A-BV	B-CV	C-AV	AI	BI	CI
<b>RMS</b>	250.52	258.83	258.45	430.83	447.54	448.83	115.07	113.82	114.58
<b>FND</b>	250.43	258.73	258.36	430.66	447.37	448.66	114.96	112.77	110.27
<b>DC</b>	0.03	-1.29	1.30	1.32	-2.59	1.27	0.22	0.18	0.10
<b>THD</b>	6.98	7.13	7.01	12.13	12.27	12.07	7.10	7.01	6.98



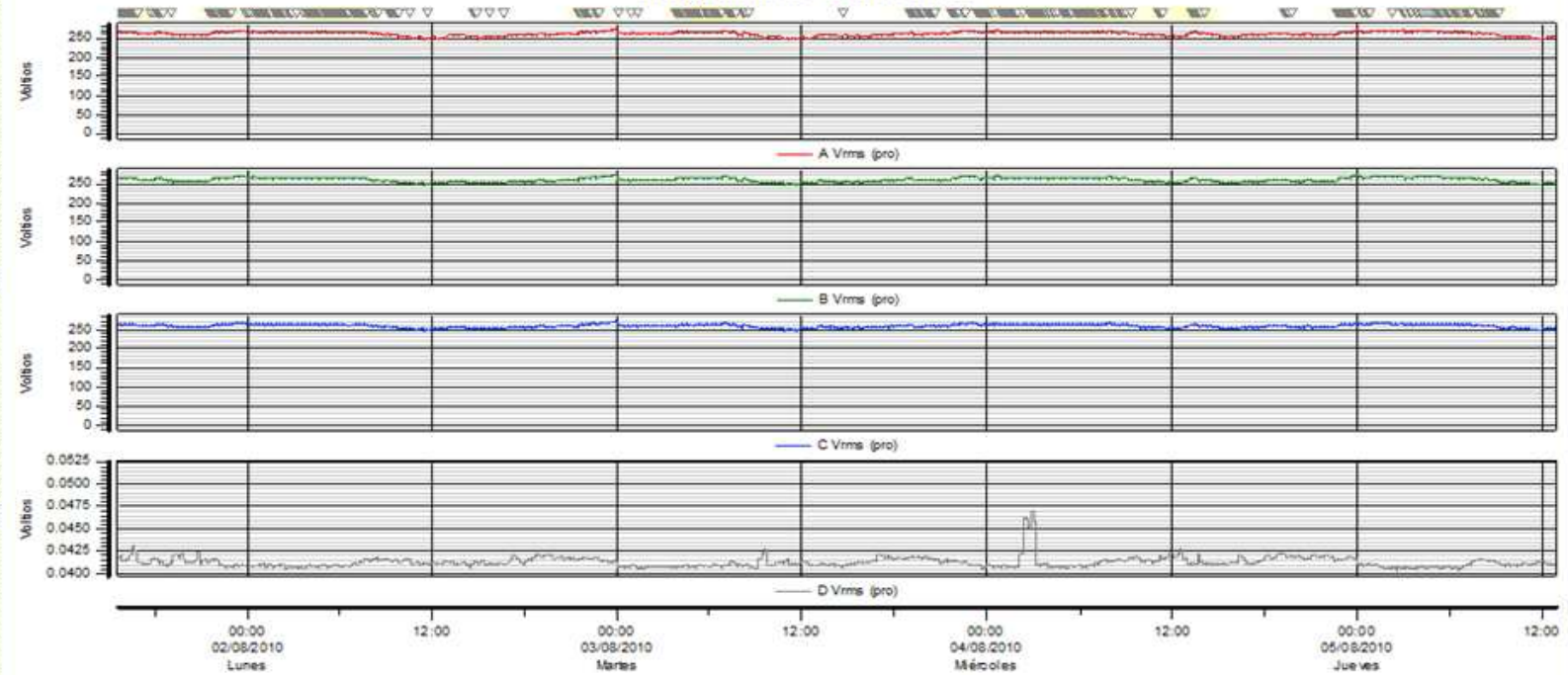
Subestación Edificio Luis A. Calvo.

FECHA: 30/07/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRAF0440LAC.DDB

### Diagrama de tendencias



Evento #1 a 30/07/2010 13:18:33,000  
 C rms Intensidad Disparo (Lecturas de tendencias) Normal a Muy Alto

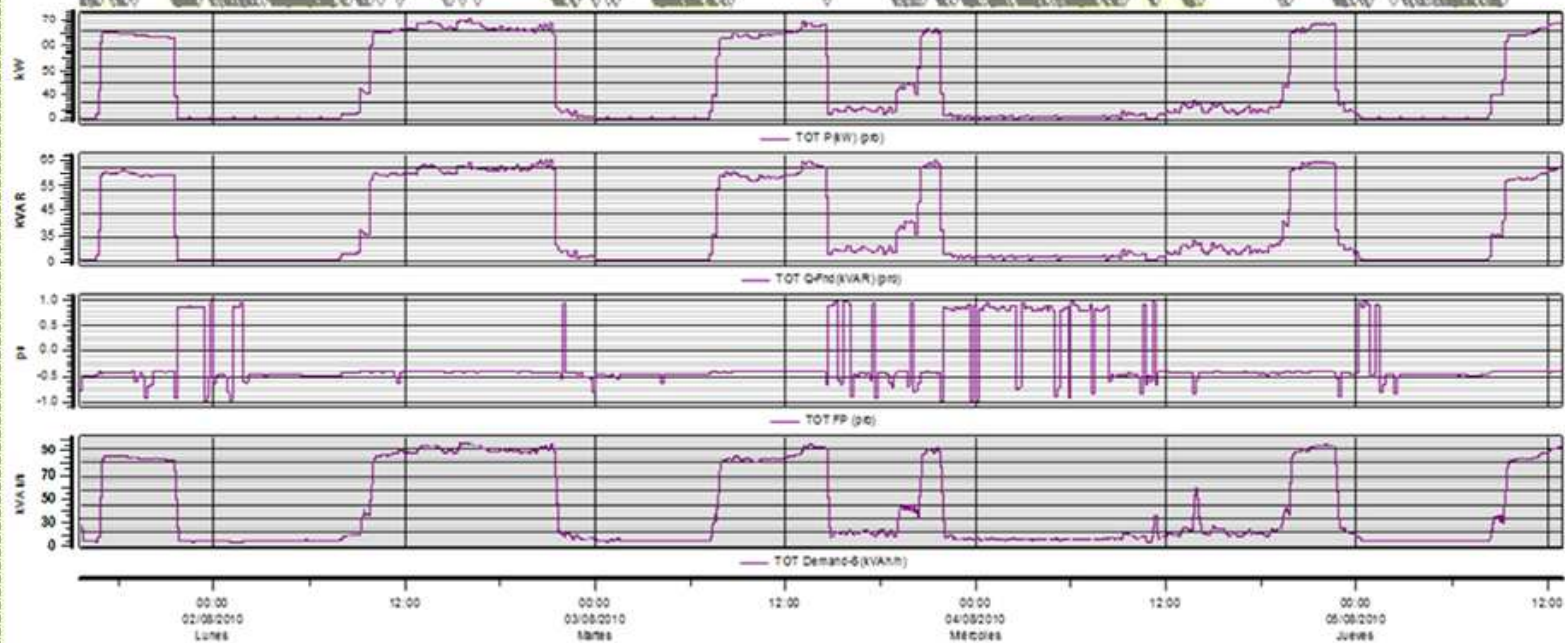
	Min	Max	Pro
<b>A Vrms</b>	250.7	272.9	261.2
<b>B Vrms</b>	250.3	271.6	260.3
<b>C Vrms</b>	249.7	270.6	259.4
<b>D Vrms</b>	0.04052	0.04704	0.04133



Subestación Edificio Luis A. Calvo.

FECHA: 30/07/2010  
 ENTREGADOR POR: AUTORES  
 NOMBRE DE FICHERO: TRAF0440LAC.DDB

### Diagrama de tendencias



Evento#1 a 30/07/2010 13:18:33.000

C/Int Intensidad Disparo (Lecturas detendidas) Normal a MuvAlto

	Min	Máx	Pro
TOT P(kw)	0.0997	73.48	36.78
TOT Q-Fnd(kVAR)	0.2270	64.09	32.20
TOT FP	-0.9999	0.999	0.884
TOT Demand-S(kVAh/h)	0.900	98.02	49.43

Universidad  
Industrial de  
Santander



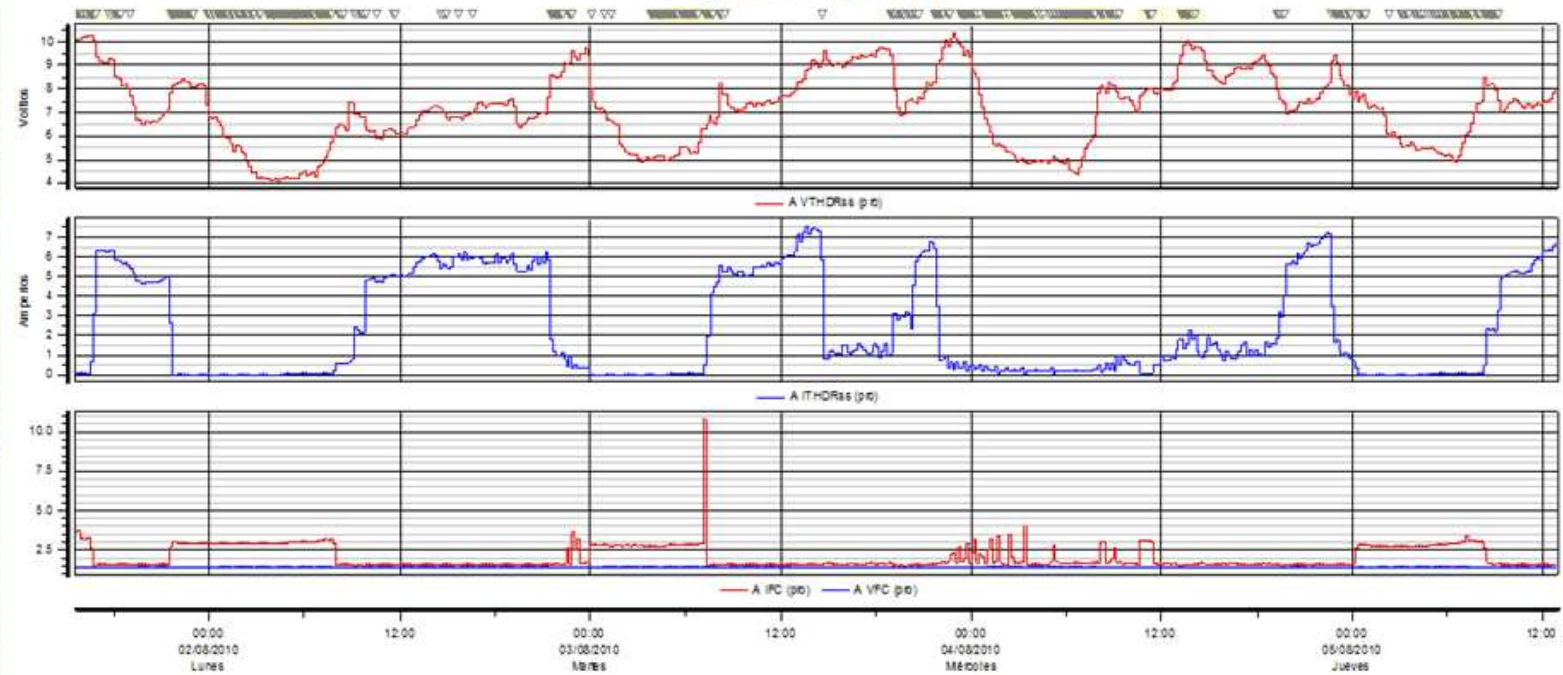
Subestación Edificio Luis A. Calvo.

FECHA: 30/07/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRAF0440LAC.DDB

### Diagrama de tendencias



Evento #1 a 30/07/2010 13:18:33.000  
C rms Intensidad Disparo (Lecturas de tendencias) Normal a MuyAlto

	Min	Máx	Pro
A VTHDRss	4.104	10.37	7.164
A ITHDRss	0.05082	7.513	2.318
A IFC	1.531	10.75	2.073
A VFC	1.358	1.395	1.377



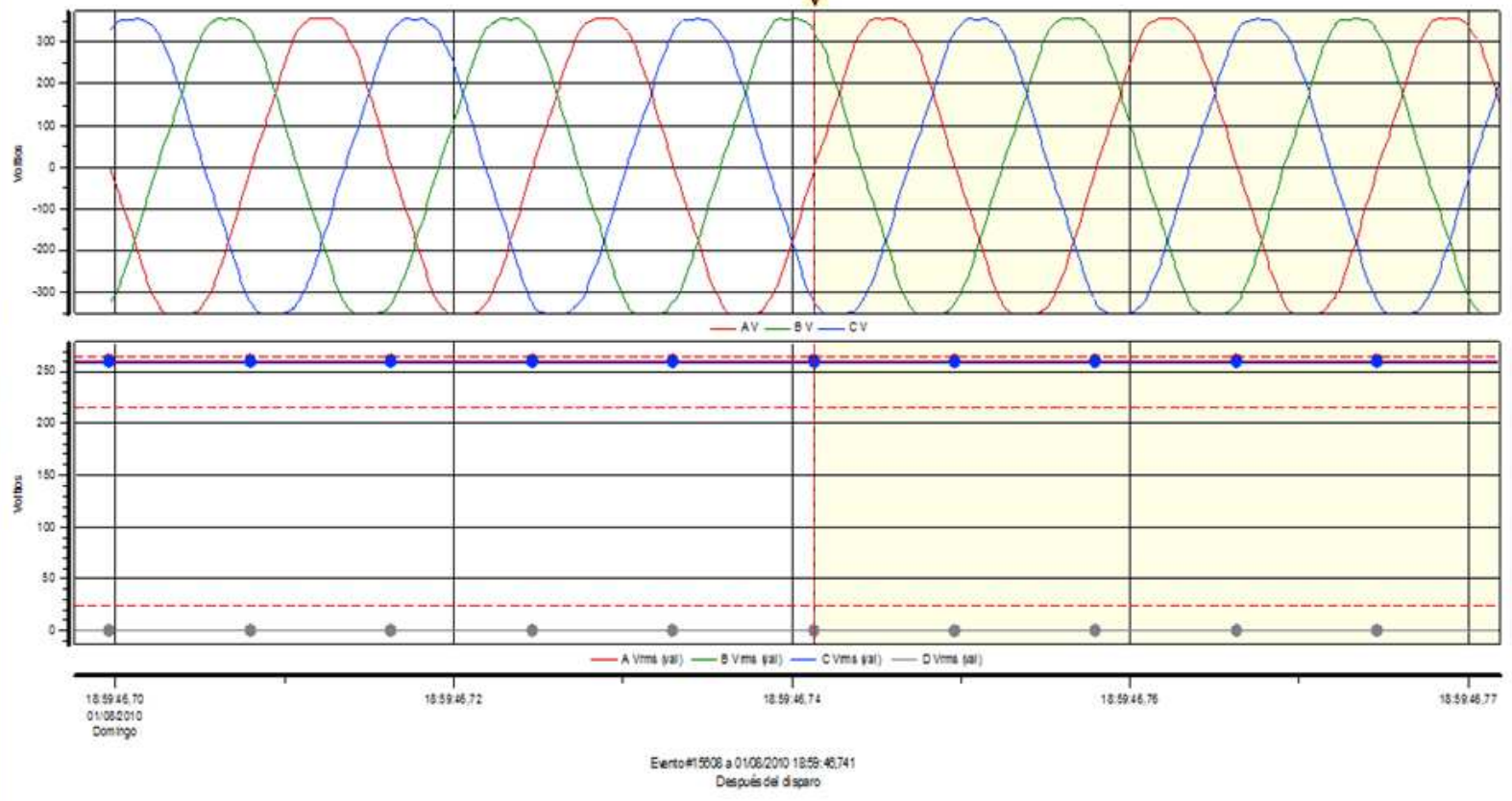
Subestación Edificio Luis A. Calvo.

FECHA: 30/07/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRAF0440LAC.DDB

### Diagrama de forma de onda/detalles



Subestación Edificio Luis A. Calvo.

FECHA: 30/07/2010

ENTREGADOR POR: AUTORES

NOMBRE DE FICHERO: TRAF0440LAC.DDB

## ANEXO C. ANÁLISIS DE LA DISTORSIÓN ARMÓNICA

Los armónicos son distorsiones de las ondas senosoidales de tensión y/o corriente de los sistemas eléctricos, debido al uso de cargas con impedancia no lineal, a materiales ferromagnéticos, y en general al uso de equipos que necesiten realizar conmutaciones en su operación normal como es el caso de las UPS y variadores de Velocidad.

La aparición de corrientes y/o tensiones armónicas en el sistema eléctrico crea problemas tales como, el aumento de pérdidas de potencia activa, sobretensiones en los condensadores, errores de medición, mal funcionamiento de protecciones, daño en los aislamientos, deterioro de dieléctricos, disminución de la vida útil de los equipos, entre otros.

En cuanto a las perturbaciones que pueden afectar a los parámetros de la red, deben tenerse en cuenta las que afectan a la amplitud de la señal. Dentro de estas, podemos distinguir:

Perturbaciones de baja frecuencia: entre ellas se encuentran los armónicos, con frecuencias comprendidas entre 100Hz y 2500 Hz.

Perturbaciones de alta frecuencia (parásitas): puede ser por ruido conducido (con frecuencias comprendidas entre 10 KHz y 30 MHz) o por ruido radiado (frecuencias mayores de 30 MHz).

Los variadores de frecuencia y las fuentes conmutadas como las UPS son una causa importante de perturbaciones por ruido conducido. Estos equipos absorben de la red corrientes periódicas no senoidales (y por tanto no lineales), compuestas por una componente fundamental de frecuencia, más una serie de corrientes superpuestas de frecuencias múltiplo de la fundamental, llamadas armónicos.

Las perturbaciones ocasionadas en la red afectan al funcionamiento de los demás equipos conectados e incluso pueden afectar al funcionamiento del propio convertidor.

Un aspecto importante es proteger los equipos de las perturbaciones de la red, sobre todo de armónicos y de puntas de tensión con un valor alto de  $dV/dt$ . La presencia de armónicos en la red puede provocar: aumento de pérdidas en la instalación debido a la disminución del factor de potencia, disparo de protecciones, averías frecuentes y mal funcionamiento de los equipos.

Uno de los parámetros que se utilizan para valorar los niveles de perturbación debido a los armónicos es el THD, Total Harmonic Distortion. El THD se puede hallar tanto para tensión como para corriente y se calcula como se indica:

$$\text{THD}(V) = 100 \cdot \frac{\sqrt{\frac{\sum_{n=2}^{40} V_n^2}{2}}}{V_1} \qquad \text{THD}(I) = 100 \cdot \frac{\sqrt{\frac{\sum_{n=2}^{40} I_n^2}{2}}}{I_1}$$

El THD mide la distorsión de la señal en % con respecto al valor fundamental. Se pueden considerar valores normales del THD en torno al 30% para corriente y alrededor del 5% para tensión.

Una UPS se comporta como un rectificador de 6 pulsos. La mayor parte de las perturbaciones son originadas por la conversión AC/DC. En la figura se muestran los armónicos típicos para un rectificador de 6 pulsos conectado directamente a la red.

### **ANÁLISIS DISTORSIÓN ARMÓNICA SUBESTACIONES UIS – Fase II**

Con base a las curvas registradas por el analizador de redes que fue instalado aguas debajo de cada uno de los tableros generales de las subestaciones en

estudio, se dan las siguientes recomendaciones en base al análisis de las curvas adjuntas en el presente anexo.

### **SUBESTACIÓN EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II:**

Según la información expuesta en las graficas proporcionadas por el analizador de redes, para esta subestación en particular la lectura de THD tomada en la acometida general en B.T. (red eléctrica desde bornes del Transformador al Totalizador General), no presenta distorsión armónica considerable, el armónico más significativo es el 5° armónico (300Hz) para las señales de corriente y tensión, hecho que señala la presencia de fuentes armónicas como computadoras, iluminación con balastos electrónicos, y sistemas ininterrumpidos de voltaje – UPS (En este edificio se encuentran instalados varios centros de computo y oficinas que cuentan con dichos equipos como estrategia de protección y suplencia eléctrica ante un eventual corte de energía eléctrica).

A pesar de ello los THD de corriente (10,98%) y Tensión (4.73%) se mantienen aún en nivel bajos y no presentan un nivel crítico que genere problemas a la red eléctrica a la cual se encuentra interconectada.

### **SUBESTACIÓN EDIFICIO ALVARÓ BELTRÁN PINZÓN:**

De igual forma para esta subestación, la información expuesta en las graficas proporcionadas por el analizador de redes no presenta distorsión armónica considerable, los armónicos más significativos son los del 3° armónico (180Hz) para las señales de corriente y tensión, hecho que señala la presencia de fuentes armónicas como: iluminación con balastos electrónicos.

A pesar de ello los THD de corriente (1,09%) y Tensión (2,06%) se mantienen aún en nivel bajos y no presentan un nivel crítico que genere problemas a la red eléctrica a la cual se encuentra interconectada.

### **SUBESTACIÓN EDIFICIO BIBLIOTECA:**

Para esta subestación en particular las curvas de calidad de energía registradas por el analizador de redes no presenta distorsión armónica considerable, para el transformador 1 los armónicos más significativos son los del 3° armónico (180Hz) para la señal de tensión, 3° y 5° armónico (300hz) para la señal de corriente, hecho que señala la presencia de fuentes armónicas como: iluminación con balastos electrónicos. Para el transformador 2 los armónicos más significativos son los del 5° armónico (300Hz) para las señales de tensión y corriente.

A pesar de ello para el transformador 1 los THD de corriente (15,73%) y Tensión (4,14%) se mantienen en nivel aceptables y no presentan un nivel crítico que genere problemas a la red eléctrica a la cual se encuentra interconectada. Para el transformador 2 los THD de corriente (20,45%) se mantiene en un nivel normal mientras que el de tensión (9,56%) sobrepasa el nivel aceptable por lo cual se deben tomar medidas correctivas como el uso de filtros para eliminar las frecuencias problema.

#### **SUBESTACIÓN EDIFICIO CENTIC:**

Para esta subestación en particular las curvas de calidad de energía registradas por el analizador de redes no presenta distorsión armónica considerable, para el transformador 1 los armónicos más significativos son los del 5° armónico (300Hz) para la señal de tensión, 3° y 5° armónico (300hz) para la señal de corriente, hecho que señala la presencia de fuentes armónicas como: iluminación con balastos electrónicos. Para el transformador 2 los armónicos más significativos son los del 5° armónico (300Hz) para las señales de tensión y corriente.

A pesar de ello para el transformador 1 los THD Tensión (5,73%) se mantiene en un nivel aceptable y el de corriente (35,11%) sobrepasa el nivel aceptable por lo cual se deben tomar medidas correctivas como el uso de filtros para eliminar las frecuencias problema. Para el transformador 2 los THD de corriente (9,38%) y de Tensión (4,61%) se mantienen en un nivel normal y no

presentan un nivel crítico que genere problemas a la red eléctrica a la cual se encuentra interconectada.

#### **SUBESTACIÓN EDIFICIO CIENCIAS HUMANAS:**

Para esta subestación en particular los armónicos más significativos son los del 5° armónico (300Hz) para las señales de corriente y tensión, hecho que señala la presencia de fuentes armónicas como: computadoras, iluminación con balastos electrónicos.

A pesar de ello los THD de corriente (21,83%) y Tensión (3,98%) se mantienen aún aceptable, sin embargo se deberán tomar medidas correctivas como el uso de filtros para eliminar las frecuencias problema.

#### **SUBESTACIÓN EDIFICIO COLISEO:**

Para esta subestación en particular los armónicos más significativos son los del 3° armónico (180Hz) para la señal de corriente y el 5° armónico para la señal de tensión, hecho que señala la presencia de fuentes armónicas como: computadoras, iluminación con balastos electrónicos.

A pesar de ello los THD de corriente (1,45%) y Tensión (5,157%) se mantienen aún aceptables, sin embargo se deberán tomar medidas correctivas como el uso de filtros para eliminar las frecuencias problema.

#### **SUBESTACIÓN EDIFICIO JORGE BAUTISTA VESGA:**

Para esta subestación en particular los armónicos más significativos son los del 3° (180Hz) y 5° (300Hz) armónico para la señal de corriente y el 5° armónico para la señal de tensión, hecho que señala la presencia de fuentes armónicas como: computadoras, iluminación con balastos electrónicos.

A pesar de ello los THD de corriente (15,73%) y Tensión (4,14%) se mantienen aún aceptables y no presentan un nivel crítico que genere problemas a la red eléctrica a la cual se encuentra interconectada.

#### **SUBESTACIÓN EDIFICIO LUIS A. CALVO:**

Para esta subestación en particular las curvas de calidad de energía registradas por el analizador de redes no presenta distorsión armónica considerable, para el transformador 1 los armónicos más significativos son los del 3° armónico (180Hz) para la señal de corriente y del 5° armónico (300hz) para la señal de tensión, hecho que señala la presencia de fuentes armónicas como: iluminación con balastos electrónicos. Para el transformador 2 los armónicos más significativos son los del 5° armónico (300Hz) para las señales de tensión y corriente.

A pesar de ello para el transformador 1 los THD de corriente (1,06%) y Tensión (4,79%) se mantienen en nivel aceptables y no presentan un nivel crítico que genere problemas a la red eléctrica a la cual se encuentra interconectada. Para en transformador 2 los THD de corriente (7,01%) se mantiene en un nivel normal mientras que el de tensión (7%) sobrepasa el nivel aceptable por lo cual se deben tomar medidas correctivas como el uso de filtros para eliminar las frecuencias problema.

## **RECOMENDACIONES FINALES PARA LA CORRECCIÓN DE LOS ARMÓNICOS**

Las soluciones a dicho problema se realizan en forma jerarquizada; primero en forma particular, resolviendo el problema de inyección de armónicos por parte del usuario al sistema (diseñando y ubicando filtros en el lado de baja tensión, usando el transformador como barrera); y segundo, resolviendo el problema en forma global, buscando reducir las pérdidas y mantener los niveles armónicos por debajo de los límites permitidos, en este caso, se trata de un problema de optimización donde se determina la ubicación de los compensadores (condensadores, filtros pasivos, filtros activos).

El uso de filtros sintonizados simplemente proporcionan una máxima atenuación para una armónica individual, a frecuencia fundamental, puede proporcionar la potencia reactiva requerida en la red, y tiene bajas pérdidas (asociadas a la reactancia del inductor y la resistencia del filtro). De igual forma el filtro sintonizado simple es vulnerable a la desintonía debido a la tolerancia

de los elementos con la temperatura, interactúa con la red originando una resonancia paralela al igual que un banco de condensadores.

El crecimiento sostenido de cargas no lineales, unido al aumento de la utilización de bancos de condensadores para la compensación del factor de potencia, aumenta las fuentes de distorsión o sus componentes negativas, tanto para el usuario como para la empresa responsable del suministro eléctrico.

La magnitud de los costos originados por la operación de sistemas y equipos eléctricos con tensiones y corrientes distorsionadas aumenta en la medida en que se reduce la vida útil de estos. Como es el caso de las resonancias entre los elementos del sistema y los filtros los cuales pueden llegar a generar tensiones y corrientes elevadas que deterioran o destruyen los elementos del sistema, ya que los elementos no están coordinados para operar con dichas sobretensiones.

## ANEXO D. CÁLCULOS ELÉCTRICOS TIPO

### CÁLCULO TIPO TENSIÓN DE PLACA:

Cálculo de la tensión de placa del transformador en vacío y relación de transformación.

$V_s$  Tensión de línea de servicio mínima.

$V_o$  Tensión de vacío.

$$V_{O-placa} = V_s \cdot \left( 1 + \frac{\delta\%}{200} + \frac{\mu_z\%}{100} \right) = 208 \cdot \left( 1 + \frac{5}{200} + \frac{3}{100} \right) = 219.44V$$

$$V_{O-línea} = \frac{V_o}{\sqrt{3}} = \frac{219.44V}{\sqrt{3}} = 126.69V$$

### CÁLCULO TIPO PROTECCIONES SUBESTACIÓN:

De acuerdo a la topología del sistema eléctrico en el cual están interconectadas las subestaciones en estudio, las cuales hacen parte de las redes en media tensión del campus central de la UIS, se hacen las siguientes consideraciones para la sección de los fusibles en M.T. y las protecciones en B.T. del transformador:

Protección por M.T.

Tipo de fusible: HH

Porta fusible: Seccionador en media tensión tipo GAV-Socol de 17KV.

Tensión de operación: 13.2 kV de línea [7.62 kV de fase].

Potencia nominal transformador:	400 KVA
Corriente nominal primario:	$I_n = \frac{S_n}{V_s \cdot \sqrt{3}} = \frac{400KVA}{13.200 \cdot \sqrt{3}} = 17.49A$

Corriente protección:	$I_p = 1.25 \cdot I_{n-Transformador}$ $I_p = 1.25 \cdot 17.49A = 21.86A$
-----------------------	---

Se selecciona una protección de 40 A - HH, ya que se deberá tener en cuenta la corriente de magnetización cuando el transformador se encuentre en máxima carga.

Protección por B.T.

Potencia nominal transformador:	400 KVA
Corriente nominal secundario:	$I_n = \frac{S_n}{V_s \cdot \sqrt{3}} = \frac{400KVA}{208 \cdot \sqrt{3}} = 1100.28A$
Corriente protección:	$I_p = 1.25 \cdot I_{n-Transformador}$ $I_p = 1.25 \cdot 1100.28A = 1387.86A$
Capacidad de cortocircuito:	$I_{cc} = \frac{1}{\mu_z \%} \cdot V_s = \frac{1}{3\%} \cdot 218.44V = 7,314 \text{ kA}$
Capacidad de ruptura:	Ics=Icc

Se seleccionó un interruptor en caja moldeada termomagnético regulable de 3 x 1250-1600 regulado a 1350 A, con una capacidad de interrupción no inferior a 25 kA a 240 V.

#### SELECCIÓN DE LOS CONDUCTORES DE B.T.

Con base a los datos de corriente del lado de B.T. para el transformador en estudio los cuales fueron ya calculados, y según la NTC 2050 la capacidad amperio métrica para los alimentadores y/o acometidas generales se debe calcular según lee artículo 300:

$$I_n = \frac{S_n}{V_s \cdot \sqrt{3}} = \frac{400KVA}{208 \cdot \sqrt{3}} = 1100.28A$$

$$I_c = 1.25 \cdot I_{n-Dmax}$$

$$I_c = 1.25 \cdot 1100.28A = 1387.86A$$

Según los datos suministrados por la tabla 310.16 donde se expresan las capacidades amperimétricas para los conductores canalizados se tienen las siguientes opciones:

**CÁRCAMO ABIERTO:**

$$I_{n\text{secundario}} = 1100.28A$$

$$I_{\text{conductor}} = 1387.86A - \text{Corriente del conductor mínima.}$$

$$I_{\text{con-haz}} = \frac{I_{\text{cond}}}{N} = \frac{1387.86A}{6} = 231.31A ; \text{ Donde N es el número de conductores en haz.}$$

Según la tabla 310.16 los conductores que cumplen dicha capacidad son los superiores o iguales al calibre 4/0 AWG-Cu THW (75°C).

Se selecciona el conductor 4/0, en seis conductores en haz por fase.

$$I_{\text{cond}}_{4/0 \text{ AWG-THW}(75^\circ\text{C})} = 230A$$

$$I_{\text{conductor}} = 230A \cdot 6 = 1380A$$

Se verifica por regulación las caídas de tensión máximas para este alimentador:

Según la norma de la ESSA se recomienda que tengan caídas inferiores al 1% (Tabla 2.3 Porcentajes de regulación de tensión, Norma ESSA).

$$\delta\% = \left( \frac{\left( \frac{K_G}{N} \right) \cdot L \cdot S \cdot fc}{V_s^2} \right) \cdot 100$$

$K_G$	Constante generalizada conductor (fp=0.9) Tabla ESSA 3.25 Constantes
-------	--

	de regulación para Conductores de cobre aislado en ducto no metálico. KG = 21.1208 para el conductor 4/0 AWG-Cu a un fp=0.9
L	Longitud del conductor
S	Potencia a transmitir en [KVA]
V <sub>s</sub>	Voltaje de servicio.
fc	Factor de corrección por tipo de subestación, Tabla ESSA 3.26.
N	Número de conductores en haz por fase.

$$\delta\% = \left( \frac{\frac{21.1208}{6} \cdot 15m \cdot 400KVA \cdot 1}{208^2} \right) = 0,4488\%$$

**CÁRCAMO CERRADO:**

$$I_{n\text{secundario}} = 1100.28A$$

$$I_{\text{conductor}} = 1387.86A - \text{Corriente del conductor mínima.}$$

$$I_{\text{con-haz}} = \frac{I_{\text{cond}}}{N} = \frac{1387.86A}{6} = 231.31A ; \text{ Donde N es el número de conductores en haz.}$$

Con seis conductores en haz por fase, tendríamos 18 conductores transportando corriente si se canalizan las tres fases por el mismo ducto, por tal motivo debemos tener en cuenta la restricción de la tabla 310.16, donde se indica que dichas capacidades amperimétricas son tan solo para tres conductores que transporten corriente y debido a que se han usado varios conductores en haz se deberán aplicar los factores de corrección por número de conductores: tabla 310.16 nota 8) Factores de ajuste.

De 10 a 20 conductores:  $f_{c_{NC}} = 50\%$

$$I_{\text{con-haz}} = \frac{I_{\text{cond}}}{N \cdot f_{c_{NC}}} = \frac{1387.86A}{6 \cdot 0.5} = 462.62A ; \text{ Donde N es el número de conductores en haz.}$$

Según la tabla 310.16 los conductores que cumplen dicha capacidad son los superiores o iguales al calibre 700 MCM-Cu THW (75°C).

Se selecciona el conductor 700 MCM, en seis conductores en haz por fase.

$$I_{\text{cond } 700 \text{ MCM-THWN}(75^\circ \text{C})} = 460 \text{ A}$$

$$I_{\text{conductor}} = 460 \text{ A} \cdot 6 \cdot 50\% = 2760 \text{ A} \cdot 50\% = 1380 \text{ A}$$

No se tiene en cuenta la opción en cárcamo cerrado porque la capacidad de corriente de los conductores se ve afectada por el factor de corrección por número de conductores en el mismo ducto, por tal motivo dicha opción es inviable técnica y económicamente.

## ANEXO E. MATRIZ DE ANÁLISIS DE RIESGO

MATRIZ 1. SUBESTACIÓN EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II.

GRUPO DE RIESGO	FACT. DE RIESGO	FUENTE DE RIESGO	AREA AFECTADA	OFICIO DE TRABAJO AFECTADO	N° DE EXPUESTOS	TOTAL EXPUESTOS	GRADO DE PELIGROSIDAD (POSIBILIDAD X CONSECUENCIA X TIEMPO EXP.)					GRADO DE PELIGROSIDAD GENERAL		GRADO DE REPERCUSION (GRADO PELIGROSIDAD GENERAL X FACTOR PONDERACION)			METODO DE CONTROL INSTALADO			METODO DE CONTROL RECOMENDADO	
							P	T. EXP	C	TOTAL	DICTAMEN	TOTAL	DICTAMEN	F. P	TOTAL	DICTAMEN	F	M	H		
SEGURIDAD	Electrico	Transformador sin frente muerto	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	1	10	100	BAJO	100	BAJO	5	500	BAJO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Instalar Barreras de aislamiento contra contacto directo, Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.	
				Operario de mantenimiento	2		10	1	10	100	BAJO								Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas		
		Tablero general en baja tension	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	2	10	200	BAJO	200	BAJO	3	600	MEDIO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.	
				Operario de mantenimiento	2		10	2	10	200	BAJO								Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas		
	Instalaciones locativas	Falta demarcacion y señalizacion de peligro	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	2	4	80	BAJO	100	BAJO	3	300	BAJO				Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.	
				Operario de mantenimiento	2		10	2	6	120	BAJO										
		Atrapamiento en el ares (puerta)	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	2	6	120	BAJO	120	BAJO	5	600	BAJO				Instalar puerta con cerraduras antipánico en puerta de acceso a cuarto de control para evitar atrapamientos	
				Operario de mantenimiento	2		10	2	6	120	BAJO										
	FISICO	Iluminacion	Poca iluminacion	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	2	10	200	BAJO	200	BAJO	5	1000	BAJO			Linterna	Instalar luminaria con el nivel de iluminacion adecuado (100 Luxes)
					Operario de mantenimiento	2		10	2	10	200	BAJO								Linterna	

MATRIZ 2. SUBESTACIÓN EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN.

GRUPO DE RIESGO	FACT. DE RIESGO	FUENTE DE RIESGO	AREA AFECTADA	OFICIO DE TRABAJO AFECTADO	N° DE EXPUESTOS	TOTAL EXPUESTOS	GRADO DE PELIGROSIDAD (POSIBILIDAD X CONSECUENCIA X TIEMPO EXP.)					GRADO DE PELIGROSIDAD GENERAL		GRADO DE REPERCUSION (GRADO PELIGROSIDAD GENERAL X FACTOR PONDERACION)			METODO DE CONTROL INSTALADO			METODO DE CONTROL RECOMENDADO						
							P	T. EXP	C	TOTAL	DICTAMEN	TOTAL	DICTAMEN	F. P	TOTAL	DICTAMEN	F	M	H							
SEGURIDAD	Electrico	Transformador sin frente muerto	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	1	10	100	BAJO	150	BAJO	5	750	BAJO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Instalar Barreras de aislamiento contra contacto directo, Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.						
				Operario de mantenimiento	2		10	2	10	200	BAJO								Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas							
		Tablero general en baja tension	Subestacion electrica	Ingeniero	1		10	1	10	100	BAJO						150	BAJO	3		450	MEDIO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.
				Operario de mantenimiento	2		10	2	10	200	BAJO														Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	
	Instalaciones locativas	Falta demarcacion y señalizacion de peligro	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	2	6	120	BAJO	120	BAJO	3	360	BAJO									Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.	
				Operario de mantenimiento	2		10	2	6	120	BAJO															
		Atrapamiento en el ares (puerta)	Subestacion electrica	Ingeniero	1		10	6	6	360	MEDIO						360	MEDIO	5	1800	MEDIO					Instalar puerta con cerraduras antipánico en la puerta de acceso a la subestacion para evitar atrapamientos
				Operario de mantenimiento	2		10	6	6	360	MEDIO															
FISICO	Iluminacion	Poca iluminacion	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	2	10	200	BAJO	200	BAJO	5	1000	MEDIO								Linterna	Instalar luminaria con el nivel de iluminacion adecuado (100 Luxes	
				Operario de mantenimiento	2		10	2	10	200	BAJO													Linterna		

MATRIZ 3. SUBESTACIÓN EDIFICIO BIBLIOTECA.

GRUPO DE RIESGO	FACT. DE RIESGO	FUENTE DE RIESGO	AREA AFECTADA	OFICIO DE TRABAJO AFECTADO	N° DE EXPUESTOS	TOTAL EXPUESTOS	GRADO DE PELIGROSIDAD (POSIBILIDAD X CONSECUENCIA X TIEMPO EXP.)					GRADO DE PELIGROSIDAD GENERAL		GRADO DE REPERCUSION (GRADO PELIGROSIDAD GENERAL X FACTOR PONDERACION)			METODO DE CONTROL INSTALADO			METODO DE CONTROL RECOMENDADO															
							P	T. EXP.	C	TOTAL	DICTAMEN	TOTAL	DICTAMEN	F. P	TOTAL	DICTAMEN	F	M	H																
SEGURIDAD	Electrico	Transformador sin frente muerto	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	6	10	600	MEDIO	600	MEDIO	5	3000	MEDIO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Instalar Barreras de aislamiento contra contacto directo, Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.															
				Operario de mantenimiento	2		10	6	10	600	MEDIO								Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas																
		Tablero general en baja tension	Subestacion electrica	Ingeniero	1		3	10	6	10	600						MEDIO	600	MEDIO		3	1800	MEDIO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro y el gabinete debe ser cerrado con chapa e identificacion de circuitos alimentadores, codigo de colores y puesto a tierra								
				Operario de mantenimiento	2			10	6	10	600						MEDIO									Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas									
		Instalaciones locativas	Falta demarcacion y señalizacion de peligro	Subestacion electrica	Ingeniero			1	3	7	6						10							420	MEDIO	420		MEDIO	3	1260	MEDIO				Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.
					Operario de mantenimiento			2		7	6						10							420	MEDIO										
	Carcamos en piso sin rejilla		Subestacion electrica	Ingeniero	1	3		10		6	10	600	MEDIO	600	MEDIO	4	2400			MEDIO													Instalar rejillas metalicas en los carcamos		
				Operario de mantenimiento	2			10		6	10	600	MEDIO																						
	Atrapamiento en el ares (puerta)		Subestacion electrica	Ingeniero	1		3	10		2	6	120	BAJO					120	BAJO		5	600	BAJO									Instalar puerta con cerraduras antipánico en puerta de acceso a la boveda de los transformadores para evitar atrapamientos			
				Operario de mantenimiento	2			10		2	6	120	BAJO																						
	FISICO	Iluminacion	FALTA ILUMINACION	Subestacion electrica	Ingeniero			1	3	7	2	6	84											BAJO	84	BAJO	5	420	BAJO					Linterna	Instalar luminaria con el nivel de iluminacion adecuado (100 Luxes)
					Operario de mantenimiento			2		7	2	6	84											BAJO										Linterna	

MATRIZ 4. SUBESTACIÓN EDIFICIO CENTIC.

GRUPO DE RIESGO	FACT. DE RIESGO	FUENTE DE RIESGO	AREA AFECTADA	OFICIO DE TRABAJO AFECTADO	N° DE EXPUESTOS	TOTAL EXPUESTOS	GRADO DE PELIGROSIDAD (POSIBILIDAD X CONSECUENCIA X TIEMPO EXP.)					GRADO DE PELIGROSIDAD GENERAL		GRADO DE REPERCUSION (GRADO PELIGROSIDAD GENERAL X FACTOR PONDERACION)			METODO DE CONTROL INSTALADO			METODO DE CONTROL RECOMENDADO															
							P	T. EXP	C	TOTAL	DICTAMEN	TOTAL	DICTAMEN	F. P	TOTAL	DICTAMEN	F	M	H																
SEGURIDAD	Electrico	Transformador sin frente muerto	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	2	10	200	BAJO	400	MEDIO	5	2000	MEDIO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Instalar Barreras de aislamiento contra contacto directo, Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.															
				Operario de mantenimiento	2		10	6	10	600	MEDIO								Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas																
		Tablero general en baja tension	Subestacion electrica	Ingeniero	1		3	10	2	10	200						BAJO	200	BAJO		3	600	MEDIO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.								
				Operario de mantenimiento	2			10	2	10	200						BAJO									Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas									
		Instalaciones locativas	Falta demarcacion y señalizacion de peligro	Subestacion electrica	Ingeniero			1	3	10	2						4							80	BAJO	100		BAJO	3	300	BAJO				Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.
					Operario de mantenimiento			2		10	2						6							120	BAJO										
	Atrapamiento en el ares (puerta)		Subestacion electrica	Ingeniero	1	3		10		2	6	120	BAJO	120	BAJO	5	600			BAJO													Instalar puerta con cerraduras antipánico en puerta de acceso a la bodega de los transformadores para evitar atrapamientos		
				Operario de mantenimiento	2			10		2	6	120	BAJO																						
	FISICO	Iluminacion	FALTA ILUMINACION	Subestacion electrica	Ingeniero		1	3	7	2	6	84	BAJO					84	BAJO		5	420	BAJO			Linterna	Instalar luminaria con el nivel de iluminacion adecuado (100 Luxes								
					Operario de mantenimiento		2		7	2	6	84	BAJO													Linterna									

MATRIZ 5. SUBESTACIÓN EDIFICIO CIENCIAS HUMANAS.

GRUPO DE RIESGO	FACT. DE RIESGO	FUENTE DE RIESGO	AREA AFECTADA	OFICIO DE TRABAJO AFECTADO	N° DE EXPUESTOS	TOTAL EXPUESTOS	GRADO DE PELIGROSIDAD (POSIBILIDAD X CONSECUENCIA X TIEMPO EXP.)					GRADO DE PELIGROSIDAD GENERAL		GRADO DE REPERCUSION (GRADO PELIGROSIDAD GENERAL X FACTOR PONDERACION)			METODO DE CONTROL INSTALADO			METODO DE CONTROL RECOMENDADO		
							P	T. EXP.	C	TOTAL	DICTAMEN	TOTAL	DICTAMEN	F. P	TOTAL	DICTAMEN	F	M	H			
SEGURIDAD	Electrico	Tranformador sin frente muerto	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	1	10	100	BAJO	150	BAJO	5	750	BAJO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Instalar Barreras de aislamiento contra contacto directo, Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.		
				Operario de mantenimiento	2		10	2	10	200	BAJO								Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas			
		Tablero general en baja tension	Subestacion electrica	Ingeniero	1		3	10	1	10	100	BAJO	150	BAJO	3	450	MEDIO				Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.
				Operario de mantenimiento	2			10	2	10	200	BAJO									Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	
	Instalaciones locativas	Falta demarcacion y señalizacion de peligro	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3		10	2	6	120	BAJO	120	BAJO	3	360	BAJO				Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.	
				Operario de mantenimiento	2			10	2	6	120	BAJO										
		Atrapamiento en el ares (puerta)	Subestacion electrica	Ingeniero	1		3	10	6	6	360	MEDIO	360	MEDIO	5	1800	MEDIO					Instalar puerta con cerraduras antipánico en la puerta de acceso a la subestacion para evitar atrapamientos
				Operario de mantenimiento	2			10	6	6	360	MEDIO										
FISICO	Iluminacion	Falta total de iluminacion	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3		10	6	10	600	MEDIO	600	MEDIO	5	3000	MEDIO			Linterna	Instalar luminaria con el nivel de iluminacion adecuado (100 Luxes)	
				Operario de mantenimiento	2			10	6	10	600	MEDIO								Linterna		

MATRIZ 6. SUBESTACIÓN EDIFICIO COLISEO.

GRUPO DE RIESGO	FACT. DE RIESGO	FUENTE DE RIESGO	AREA AFECTADA	OFICIO DE TRABAJO AFECTADO	N° DE EXPUESTOS	TOTAL EXPUESTOS	GRADO DE PELIGROSIDAD (POSIBILIDAD X CONSECUENCIA X TIEMPO EXP.)					GRADO DE PELIGROSIDAD GENERAL		GRADO DE REPERCUSION (GRADO PELIGROSIDAD GENERAL X FACTOR PONDERACION)			METODO DE CONTROL INSTALADO			METODO DE CONTROL RECOMENDADO
							P	F. EXP	C	TOTAL	DICTAMEN	TOTAL	DICTAME	F. P	TOTAL	DICTAME	F	M	H	
SEGURIDAD	Electrico	Transformador con frente muerto	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	2	10	200	BAJO	150	BAJO	5	750	BAJO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Instalar Barreras de aislamiento contra contacto directo, Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.
				Operario de mantenimiento	2		10	1	10	100	BAJO								Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	
		Tablero general en baja tension	Subestacion electrica	Ingeniero	1		10	2	10	200	BAJO	200	BAJO	3	600	MEDIO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.
				Operario de mantenimiento	2		10	2	10	200	BAJO								Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	
	Instalaciones locativas	Falta demarcacion y señalizacion de peligro	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	2	4	80	BAJO	100	BAJO	3	300	BAJO				Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.
				Operario de mantenimiento	2		10	2	6	120	BAJO									
		Atrapamiento en el ares (puerta)	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	2	6	120	BAJO	120	BAJO	5	600	BAJO				Instalar puerta con cerraduras antipánico en puerta de acceso a cuarto de control para evitar atrapamientos
				Operario de mantenimiento	2		10	2	6	120	BAJO									
FISICO	Iluminacion	Poca iluminacion	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	2	10	200	BAJO	200	BAJO	5	1000	BAJO			Linterna	Instalar luminaria con el nivel de iluminacion adecuado (100 Luxes)
				Operario de mantenimiento	2		10	2	10	200	BAJO								Linterna	

MATRIZ 7. SUBESTACIÓN EDIFICIO JORGE BAUTISTA VESGA.

GRUPO DE RIESGO	FACT. DE RIESGO	FUENTE DE RIESGO	AREA AFECTADA	OFICIO DE TRABAJO AFECTADO	N° DE EXPUESTOS	TOTAL EXPUESTOS	GRADO DE PELIGROSIDAD (POSIBILIDAD X CONSECUENCIA X TIEMPO EXP.)					GRADO DE PELIGROSIDAD GENERAL		GRADO DE REPERCUSION (GRADO PELIGROSIDAD GENERAL X FACTOR PONDERACION)			METODO DE CONTROL INSTALADO			METODO DE CONTROL RECOMENDADO	
							P	T. EXP	C	TOTAL	DICTAMEN	TOTAL	DICTAMEN	F. P	TOTAL	DICTAMEN	F	M	H		
SEGURIDAD	Electrico	Tranformador sin frente muerto	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	1	10	100	BAJO	150	BAJO	5	750	BAJO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Instalar Barreras de aislamiento contra contacto directo, Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.	
				Operario de mantenimiento	2		10	2	10	200	BAJO								Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas		
		Tablero general en baja tension	Subestacion electrica	Ingeniero	1		3	10	6	6	360	MEDIO	480	MEDIO	3	1440	MEDIO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro y el gabinete debe ser cerrado con chapa e identificacion de circuitos alimentadores, codigo de colores y puesto a tierra.
				Operario de mantenimiento	2			10	6	10	600	MEDIO								Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	
	Instalaciones locativas	Falta demarcacion y señalizacion de peligro	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3		10	2	6	120	BAJO	120	BAJO	3	360	BAJO				Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.
				Operario de mantenimiento	2			10	2	6	120	BAJO									
	Atrapamiento en el ares (puerta)	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3		10	6	10	600	MEDIO	600	MEDIO	5	3000	MEDIO				Instalar puerta con cerraduras antipánico en la puerta de acceso a la subestacion para evitar atrapamientos	
			Operario de mantenimiento	2			10	6	10	600	MEDIO										
FISICO	Iluminacion	Falta total de iluminacion	Subestacion electrica	Ingeniero		1	3	10	6	10	600	MEDIO	600	MEDIO	5	3000	MEDIO			Linterna	Instalar luminaria con el nivel de iluminacion adecuado (100 Luxes)
				Operario de mantenimiento		2		10	6	10	600	MEDIO								Linterna	

MATRIZ 8. SUBESTACIÓN AUDITORIO LUIS A. CALVO.

GRUPO DE RIESGO	FACT. DE RIESGO	FUENTE DE RIESGO	AREA AFECTADA	OFICIO DE TRABAJO AFECTADO	N° DE EXPUESTOS	TOTAL EXPUESTOS	GRADO DE PELIGROSIDAD (POSIBILIDAD X CONSECUENCIA X TIEMPO EXP.)					GRADO DE PELIGROSIDAD GENERAL		GRADO DE REPERCUSION (GRADO PELIGROSIDAD GENERAL X FACTOR PONDERACION)			METODO DE CONTROL INSTALADO			METODO DE CONTROL RECOMENDADO															
							P	T. EXP.	C	TOTAL	DICTAMEN	TOTAL	DICTAMEN	F. P	TOTAL	DICTAMEN	F	M	H																
SEGURIDAD	Electrico	Transformador sin frente muerto	Subestacion electrica	Ingeniero	1	3	10	6	10	600	MEDIO	600	MEDIO	5	3000	MEDIO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Instalar Barreras de aislamiento contra contacto directo, Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.															
				Operario de mantenimiento	2		10	6	10	600	MEDIO								Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas																
		Tablero general en baja tension	Subestacion electrica	Ingeniero	1		3	10	6	10	600						MEDIO	600	MEDIO		3	1800	MEDIO			Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas	Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro y el gabinete debe ser cerrado con chapa e identificacion de circuitos alimentadores, codigo de colores y puesto a tierra								
				Operario de mantenimiento	2			10	6	10	600						MEDIO									Casco, guantes dielectricos, gafas, botas dielectricas									
		Instalaciones locativas	Falta demarcacion y señalizacion de peligro	Subestacion electrica	Ingeniero			1	3	7	6						10							420	MEDIO	420		MEDIO	3	1260	MEDIO				Demarcar las distancias de seguridad, instalar señalizacion de peligro.
					Operario de mantenimiento			2		7	6						10							420	MEDIO										
	Almacenamiento de materiales		Subestacion electrica	Ingeniero	1	3		7		6	10	420	MEDIO	420	MEDIO	4	1680			MEDIO													Retirar el material ubicado en el cuarto de la subestacion electrica		
				Operario de mantenimiento	2			7		6	10	420	MEDIO																						
	Atrapamiento en el ares (puerta)		Subestacion electrica	Ingeniero	1		3	10		2	6	120	BAJO					120	BAJO		5	600	BAJO									Instalar puerta con cerraduras antipánico en puerta de acceso a la bodega de los transformadores para evitar atrapamientos			
				Operario de mantenimiento	2			10		2	6	120	BAJO																						
	FISICO	Iluminacion	FALTA ILUMINACION	Subestacion electrica	Ingeniero			1	3	7	2	6	84											BAJO	84	BAJO	5	420	BAJO					Linterna	Instalar luminaria con el nivel de iluminacion adecuado (100 Luxes)
					Operario de mantenimiento			2		7	2	6	84											BAJO										Linterna	

## **ANEXO F. PLANOS**

Anexo F1. Planos Levantamiento.

PLANO 1A. ACTUALIZACIÓN DIAGRAMAS UNIFILARES Y TABLEROS GENERALES EN B.T.

PLANO 2A. ACTUALIZACIÓN DIAGRAMAS UNIFILARES Y TABLEROS GENERALES EN B.T

PLANO 1B. REDISEÑO DIAGRAMAS UNIFILARES Y TABLEROS GENERALES EN B.T.

PLANO 2B. REDISEÑO DIAGRAMAS UNIFILARES Y TABLEROS GENERALES EN B.T

Anexo F2. Planos de Rediseño Subestaciones

PLANO 3. SUBESTACIÓN EDIFICIO JORGE BAUTISTA VESGA.

PLANO 4. SUBESTACIÓN AUDITORIO LUIS A. CALVO.

PLANO 5. SUBESTACIÓN AUDITORIO LUIS A. CALVO.

PLANO 6. SUBESTACIÓN CENTIC.

PLANO 7. SUBESTACIÓN BIBLIOTECA.

## ANEXO G. PRESUPUESTO REDISEÑO SUBESTACIONES

### G1. SUBESTACIÓN EDIFICIO ADMINISTRACIÓN II.

#### ACCIONES CORRECTIVAS SUBESTACION DEL EDIFICIO DE ADMINISTRACION II DE LA UNIVERISIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER PRESUPUESTO GENERAL

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
I	SUBESTACION ELECTRICA				
1.01	Desmantelamiento subestacion existente	gl	1	\$ 1.032.846,00	\$ 1.032.846,00
1.02	S.T.I. puerta tipo persiana antipanico hoja sencilla de 1,20 x1,90 m	und	1	\$ 1.137.245,00	\$ 1.137.245,00
1.03	Demolicion y retiro de piso en concreto	m2	5	\$ 11.717,00	\$ 58.585,00
1.04	S.T.I. pintura reflexiva verde, amarilla y roja	m2	10	\$ 14.150,00	\$ 141.500,00
1.05	S.T.I barrera aislante	ml	2	\$ 222.357,00	\$ 444.714,00
1.06	Construccion base para transformador y foso de aceite	gl	2	\$ 471.825,00	\$ 943.650,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 3.758.540,00</b>
2	ACOMETIDA B.T T TABLERO GENERAL B.T				
2.01	S.T.I punto para iluminacion incluye lampara	und	2	\$ 93.509,00	\$ 187.018,00
2.02	S.T.I punto para toma corriente incluye toma	und	2	\$ 79.995,00	\$ 159.990,00
					\$ -
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 347.008,00</b>

	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 4.105.548,00</b>
	<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS A.I.U. (15%).</b>			18,0%	<b>\$ 738.998,64</b>
	administracion			10,0%	<b>\$ 410.554,80</b>
	Imprevistos			4,0%	<b>\$ 164.221,92</b>
	Utilidad			4,0%	<b>\$ 164.221,92</b>
	Iva sobre la utilidad			16,0%	<b>\$ 26.275,51</b>
	<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>				<b>\$ 4.870.822,15</b>

**G2. SUBESTACIÓN EDIFICIO ÁLVARO BELTRÁN PINZÓN.**

**ACCIONES CORRECTIVAS SUBESTACION DEL EDIFICIO ALVARO BELTRAN PINZON  
DE LA UNIVERISIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
PRESUPUESTO GENERAL**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
I	SUBESTACION ELECTRICA				
1.01	S.T.I. pintura reflectiva verde, amarilla y roja	m2	10	\$ 14.150,00	\$ 141.500,00
1.02	S.T.I barrera aislante	ml	3	\$ 222.357,00	\$ 667.071,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 808.571,00</b>
2	ACOMETIDA B.T T TABLERO GENERAL B.T				
2.01	S.T.I punto para toma corriente incluye toma	und	2	\$ 79.995,00	\$ 159.990,00
					\$ -
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 159.990,00</b>

	TOTAL COSTOS DIRECTOS				<b>\$ 968.561,00</b>
	TOTAL COSTOS INDIRECTOS A.I.U. (15%).			18,0%	<b>\$ 174.340,98</b>
	administracion			10,0%	<b>\$ 96.856,10</b>
	Imprevistos			4,0%	<b>\$ 38.742,44</b>
	Utilidad			4,0%	<b>\$ 38.742,44</b>
	Iva sobre la utilidad			16,0%	<b>\$ 6.198,79</b>
	<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>				<b>\$ 1.149.100,77</b>

G3. SUBESTACIÓN EDIFICIO BIBLIOTECA.

ACCIONES CORRECTIVAS SUBESTACION DEL EDIFICIO BIBLIOTECA DE LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
PRESUPUESTO GENERAL

ITE	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
<b>I</b>	<b>SUBESTACION ELECTRICA</b>				
1.01	Desmantelamiento subestacion existente	gl	1	\$ 1.032.846,00	\$ 1.032.846,00
1.02	Construccion boveda para transformador de (4m x 2,15m) con una resistencia minimo de 3 hora al fuego. Incluye material de mamposteria	gl	1	\$ 6.594.915,00	\$ 6.594.915,00
1.03	S.T.I. acomtida trifasica en M.T cable XLP 15kV 6 #2	ml	8	\$ 209.770,00	\$ 1.678.160,00
1.04	S.T.I. puerta tipo persiana antipanico hoja sencilla de 1,20 x 1,90 m	und	1	\$ 1.137.245,00	\$ 1.137.245,00
1.05	S.T.I. puerta a prueba de fuego antipanico doble hoja de 1,70 x 2,0 m	und	1	\$ 7.303.805,00	\$ 7.303.805,00
1.06	S.T.I. dampers 0,60x0,60 m	und	2	\$ 1.020.988,00	\$ 2.041.976,00
1.07	Demolicion y retiro de piso en concreto	m2	10	\$ 11.717,00	\$ 117.170,00
1.08	S.T.I. pintura reflectiva verde, amarilla y roja	m2	10	\$ 14.150,00	\$ 141.500,00
1.09	S.T.I. barrera aislante	ml	4	\$ 222.357,00	\$ 889.428,00
1.10	Construccion base para transformador y foso de	gl	2	\$ 471.825,00	\$ 943.650,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 21.880.695,00</b>
<b>2</b>	<b>ACOMETIDA B.T T TABLERO GENERAL B.T</b>				
2.01	Acometida general B.T 20#500 MCM THHN + 1#1/0 Cu desnudo + 1#4/0 Cu desnudo	ml	5	\$ 816.750,00	\$ 4.083.750,00
2.02	Carcamo 0.3m x 0.4m para acometida B.T	ml	5	\$ 419.705,00	\$ 2.098.525,00
2.03	S.T.I punto para iluminacion incluye lampara	und	4	\$ 93.509,00	\$ 374.036,00
2.04	S.T.I punto para toma corriente incluye toma	und	4	\$ 79.995,00	\$ 319.980,00
					\$ -
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 6.876.291,00</b>

	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 28.756.986,00</b>
	<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS A.I.U. (15%).</b>			18,0%	<b>\$ 5.176.257,48</b>
	<b>administracion</b>			10,0%	<b>\$ 2.875.698,60</b>
	<b>Imprevistos</b>			4,0%	<b>\$ 1.150.279,44</b>
	<b>Utilidad</b>			4,0%	<b>\$ 1.150.279,44</b>
	<b>Iva sobre la utilidad</b>			16,0%	<b>\$ 184.044,71</b>
	<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>				<b>\$ 34.117.288,19</b>

G4. SUBESTACIÓN EDIFICIO CENTIC.

**ACCIONES CORRECTIVAS SUBESTACION DEL EDIFICIO CENTIC DE LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
PRESUPUESTO GENERAL**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
<b>I</b>	<b>SUBESTACION ELECTRICA</b>				
1.01	Desmantelamiento subestacion existente	gl	1	\$ 728.534,00	\$ 728.534,00
1.02	S.T.I. puerta a prueba de fuego antipánico doble hoja de 2,0 x2,0 m	und	2	\$ 7.894.941,00	\$ 15.789.882,00
1.03	S.T.I. dampers 0,70x0,70 m	und	4	\$ 1.119.588,00	\$ 4.478.352,00
1.04	Demolicion y retiro de piso en concreto	m2	8	\$ 11.717,00	\$ 93.736,00
1.05	S.T.I. pintura reflexiva verde, amarilla y roja	m2	15	\$ 14.150,00	\$ 212.250,00
1.06	S.T.I. barrera aislante	ml	4	\$ 222.357,00	\$ 889.428,00
1.07	Construccion base para el transformador y foso de aceites	gl	2	\$ 471.825,00	\$ 943.650,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 23.135.832,00</b>
<b>2</b>	<b>ACOMETIDA B.T T TABLERO GENERAL B.T</b>				
2.01	Instalacion acometida existente B.T	ml	5	\$ 396.572,00	\$ 1.982.860,00
2.02	Carcamo 0.3m x 0.4m para acometida B.T	ml	3	\$ 419.705,00	\$ 1.259.115,00
2.03	Demolicion y retiro de piso en concreto	m2	4	\$ 11.717,00	\$ 46.868,00
2.04	S.T.I punto para iluminacion incluye lampara	und	4	\$ 93.509,00	\$ 374.036,00
2.05	S.T.I punto para toma corriente incluye toma	und	4	\$ 79.995,00	\$ 319.980,00
					\$ -
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 3.982.859,00</b>

	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 27.118.691,00</b>
	<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS A.I.U. (15%).</b>			18,0%	<b>\$ 4.881.364,38</b>
	<b>administracion</b>			10,0%	<b>\$ 2.711.869,10</b>
	<b>Imprevistos</b>			4,0%	<b>\$ 1.084.747,64</b>
	<b>Utilidad</b>			4,0%	<b>\$ 1.084.747,64</b>
	<b>Iva sobre la utilidad</b>			16,0%	<b>\$ 173.559,62</b>
	<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>				<b>\$ 32.173.615,00</b>

G5. SUBESTACIÓN EDIFICIO CIENCIAS HUMANAS.

**ACCIONES CORRECTIVAS SUBESTACION DE CIENCIAS HUMANAS DE LA  
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
PRESUPUESTO GENERAL**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
<b>I</b>	<b>SUBESTACION ELECTRICA</b>				
1.01	Desmantelamiento subestacion existente	gl	1	\$ 1.032.846,00	\$ 1.032.846,00
1.02	S.T.I. puerta a prueba de fuego antipánico doble hoja de 1,70 x2,0 m	und	1	\$ 7.303.805,00	\$ 7.303.805,00
1.03	S.T.I. dampers 0,60x0,60 m	und	2	\$ 1.020.988,00	\$ 2.041.976,00
1.04	Demolicion y retiro de piso en concreto	m2	5	\$ 11.717,00	\$ 58.585,00
1.05	S.T.I. pintura reflectiva verde, amarilla y roja	m2	10	\$ 14.150,00	\$ 141.500,00
1.06	S.T.I. barrera aislante	ml	2	\$ 222.357,00	\$ 444.714,00
1.07	Construccion base para transformador y foso de aceite	gl	1	\$ 471.825,00	\$ 471.825,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 11.495.251,00</b>
<b>2</b>	<b>ACOMETIDA B.T T TABLERO GENERAL B.T</b>				
2.01	S.T.I punto para iluminacion incluye lampara	und	4	\$ 93.509,00	\$ 374.036,00
2.02	S.T.I punto para toma corriente incluye toma	und	4	\$ 79.995,00	\$ 319.980,00
					\$ -
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 694.016,00</b>

	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 12.189.267,00</b>
	<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS A.I.U. (15%).</b>			18,0%	<b>\$ 2.194.068,06</b>
	administracion			10,0%	<b>\$ 1.218.926,70</b>
	Imprevistos			4,0%	<b>\$ 487.570,68</b>
	Utilidad			4,0%	<b>\$ 487.570,68</b>
	Iva sobre la utilidad			16,0%	<b>\$ 78.011,31</b>
	<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>				<b>\$ 14.461.346,37</b>

G6. SUBESTACIÓN EDIFICIO COLISEO.

**ACCIONES CORRECTIVAS SUBESTACION DEL COLISEO DE LA UNIVERISIDAD  
INDUSTRIAL DE SANTANDER  
PRESUPUESTO GENERAL**

ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
<b>I</b>	<b>SUBESTACION ELECTRICA</b>				
1.01	S.T.I. pintura reflexiva verde, amarilla y roja	m2	12	\$ 14.150,00	\$ 169.800,00
1.02	S.T.I barrera aislante	ml	3,5	\$ 222.357,00	\$ 778.249,50
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 948.049,50</b>
<b>2</b>	<b>ACOMETIDA B.T T TABLERO GENERAL B.T</b>				
2.01	S.T.I punto para iluminacion incluye lampara	und	3	\$ 93.509,00	\$ 280.527,00
2.02	S.T.I punto para toma corriente incluye toma	und	2	\$ 79.995,00	\$ 159.990,00
					\$ -
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 440.517,00</b>

	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 1.388.566,50</b>
	<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS A.I.U. (15%).</b>			18,0%	<b>\$ 249.941,97</b>
	administracion			10,0%	<b>\$ 138.856,65</b>
	Imprevistos			4,0%	<b>\$ 55.542,66</b>
	Utilidad			4,0%	<b>\$ 55.542,66</b>
	Iva sobre la utilidad			16,0%	<b>\$ 8.886,83</b>
	<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>				<b>\$ 1.647.395,30</b>

## G7. SUBESTACIÓN EDIFICIO JORGE BAUTISTA VESGA.

### RESIDEÑO SUBESTACION DEL EDIFICIO JORGE BAUTISTA VESGA DE LA UNIVERISIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER PRESUPUESTO GENERAL

ITE	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
<b>1</b>	<b>SUBESTACION ELECTRICA</b>				
1.01	Desmantelamiento subestacion existente	gl	1	\$ 728.534,00	\$ 728.534,00
1.02	Construccion boveda para transformador de (2.6mx3m) con una resistencia minimo de 3 hora al fuego. Incluye material de mamposteria	gl	1	\$ 3.975.963,00	\$ 3.975.963,00
1.03	S.T.I. acometida trifasica en M.T cable XLP 15kV 6 #2	ml	2	\$ 209.770,00	\$ 419.540,00
1.04	S.T.I.Tubo pvc 3" con terminal	ml	2	\$ 85.613,00	\$ 171.226,00
1.05	S.T.I. puerta tipo persiana antipánico hoja sencilla de 1,20 x1,90 m	und	1	\$ 1.137.245,00	\$ 1.137.245,00
1.06	S.T.I. puerta a prueba de fuego antipánico doble hoja de 2,0 x2,0 m	und	1	\$ 7.894.941,00	\$ 7.894.941,00
1.07	S.T.I. dampers 0,70x0,70 m	und	2	\$ 1.119.588,00	\$ 2.239.176,00
1.08	Demolicion y retiro de piso en concreto	m2	12	\$ 11.717,00	\$ 140.604,00
1.09	S.T.I. pintura reflectiva verde, amarilla y roja	m2	3	\$ 14.150,00	\$ 127.350,00
1.10	S.T.I. barrera aislante	ml	2,6	\$ 222.357,00	\$ 578.128,20
1.11	Construccion base para transformador y foso de aceite	gl	1	\$ 471.825,00	\$ 471.825,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 17.884.532,20</b>
<b>2</b>	<b>ACOMETIDA B.T T TABLERO GENERAL B.T</b>				
2.01	Acometida general B.T 6#4/0 THHN + 2#2/0 THHN + 2#4 Cu desnudo	ml	5	\$ 396.572,00	\$ 1.982.860,00
2.02	Carcamo 0.3m x 0.4m para acometida B.T	ml	3	\$ 419.705,00	\$ 1.259.115,00
2.03	S.T.I tablero general 1.50mX2.0mX0.50m B.T	und	1	\$ 2.480.014,00	\$ 2.480.014,00
2.04	S.T.I totalizadores y breakers tablero general B.T	gl	1	\$ 8.927.494,00	\$ 8.927.494,00
2.05	Demolicion y retiro de piso en concreto	m2	2	\$ 11.717,00	\$ 23.434,00
2.06	S.T.I punto para iluminacion incluye lampara	und	4	\$ 93.509,00	\$ 374.036,00
2.07	S.T.I punto para toma corriente incluye toma	und	4	\$ 79.995,00	\$ 319.980,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 15.366.933,00</b>
	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 33.251.465,20</b>
	<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS A.I.U. (15%).</b>			18,0%	<b>\$ 5.985.263,74</b>
	<b>administracion</b>			10,0%	<b>\$ 3.325.146,52</b>
	<b>Imprevistos</b>			4,0%	<b>\$ 1.330.058,61</b>
	<b>Utilidad</b>			4,0%	<b>\$ 1.330.058,61</b>
	<b>Iva sobre la utilidad</b>			16,0%	<b>\$ 212.809,38</b>
	<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>				<b>\$ 39.449.538,31</b>

## F8. SUBESTACIÓN AUDITORIO LUIS A. CALVO.

### RESIDEN SUBESTACION AUDITORIO LUIS A. CALVO DE LA UNIVERISIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER PRESUPUESTO GENERAL

ITE	DESCRIPCIÓN	UND	CANT	VALOR UNIT	VALOR TOTAL
<b>1</b>	<b>SUBESTACION ELECTRICA</b>				
1.01	Desmantelamiento subestacion existente	gl	1	\$ 965.277,00	\$ 965.277,00
1.02	Construccion boveda para transformador de (2mx2m) con una resistencia minimo de 3 hora al fuego. Incluye material de mamposteria	gl	2	\$ 3.525.512,00	\$ 7.051.024,00
1.03	S.T.I. acometida trifasica en M.T cable XLP 15kV 6 #2	ml	10	\$ 209.770,00	\$ 2.097.700,00
1.04	S.T.I.Tubo pvc 3" con terminal	ml	6	\$ 85.613,00	\$ 513.678,00
1.05	S.T.I. puerta tipo persiana antipánico doble hoja de 2,00 x2,0 m	und	1	\$ 1.746.941,00	\$ 1.746.941,00
1.06	S.T.I. puerta a prueba de fuego antipánico doble hoja de 1,80 x2,0 m	und	2	\$ 7.655.517,00	\$ 15.311.034,00
1.07	S.T.I. dampers 0,70x0,70 m	und	4	\$ 1.119.588,00	\$ 4.478.352,00
1.08	Demolicion y retiro de piso en concreto	m2	20	\$ 11.717,00	\$ 234.340,00
1.09	S.T.I. pintura reflectiva verde, amarilla y roja	m2	15	\$ 14.150,00	\$ 212.250,00
1.10	S.T.I. barrera aislante	ml	4	\$ 222.357,00	\$ 889.428,00
1.11	Construccion base para celda de seccionador M.T	gl	2	\$ 303.625,00	\$ 607.250,00
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 34.107.274,00</b>
<b>2</b>	<b>ACOMETIDA B.T T TABLERO GENERAL B.T</b>				
2.01	Acometida general B.T 6#300MCM THHN + 2#300MCM THHN + 2#4 Cu desnudo	ml	8	\$ 543.440,00	\$ 4.347.520,00
2.02	Carcamo 0.3m x 0.4m para acometida B.T	ml	7	\$ 419.705,00	\$ 2.937.935,00
2.03	S.T.I tablero general 1.50mX2.0mX0.70m B.T	und	1	\$ 2.480.014,00	\$ 2.480.014,00
2.04	S.T.I totalizadores y breakers tablero general B.T	gl	1	\$ 6.967.094,00	\$ 6.967.094,00
2.05	Demolicion y retiro de piso en concreto	m2	5	\$ 11.717,00	\$ 58.585,00
2.06	S.T.I punto para iluminacion incluye lampara	und	4	\$ 93.509,00	\$ 374.036,00
2.07	S.T.I punto para toma corriente incluye toma	und	4	\$ 79.995,00	\$ 319.980,00
					\$ -
	<b>SUBTOTAL</b>				<b>\$ 17.485.164,00</b>
	<b>TOTAL COSTOS DIRECTOS</b>				<b>\$ 51.592.438,00</b>
	<b>TOTAL COSTOS INDIRECTOS A.L.U. (15%).</b>			18,0%	<b>\$ 9.286.638,84</b>
	<b>administracion</b>			10,0%	<b>\$ 5.159.243,80</b>
	<b>Imprevistos</b>			4,0%	<b>\$ 2.063.697,52</b>
	<b>Utilidad</b>			4,0%	<b>\$ 2.063.697,52</b>
	<b>Iva sobre la utilidad</b>			16,0%	<b>\$ 330.191,60</b>
	<b>COSTO TOTAL DE LA OBRA</b>				<b>\$ 61.209.268,44</b>

## **ANEXO H. ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA LA COSTRUCCION DE SUBESTACIONES ELECTRICAS EN MEDIA Y BAJA TENSION TIPO CAPSULADAS**

Se utilizará subestación capsulada si la instalación de transformadores de distribución se hace en predios que tengan una o varias de las características indicadas a continuación:

- Instalación bajo techo.
- Estratos 4, 5 y 6.
- Donde las redes de distribución sean subterráneas de acuerdo al numeral 5.1.3 de la Norma de la Electrificadora de Santander S.A E.S.P:

Las líneas y redes serán por lo general aéreas, excepto en los siguientes casos:

- Estratos 4, 5 y 6.
- En separadores centrales.
- En aquellos sitios donde su ubicación no permita lograr las distancias mínimas de seguridad
- En paseos comerciales.
- En sectores clasificados por la Empresa como de distribución subterránea.

**Nota:** Lo anterior siempre y cuando no contravenga lo dispuesto en el Plan de Ordenamiento Territorial de cada Municipio.

### **AREA DE CONSTRUCCION Y DISEÑO.**

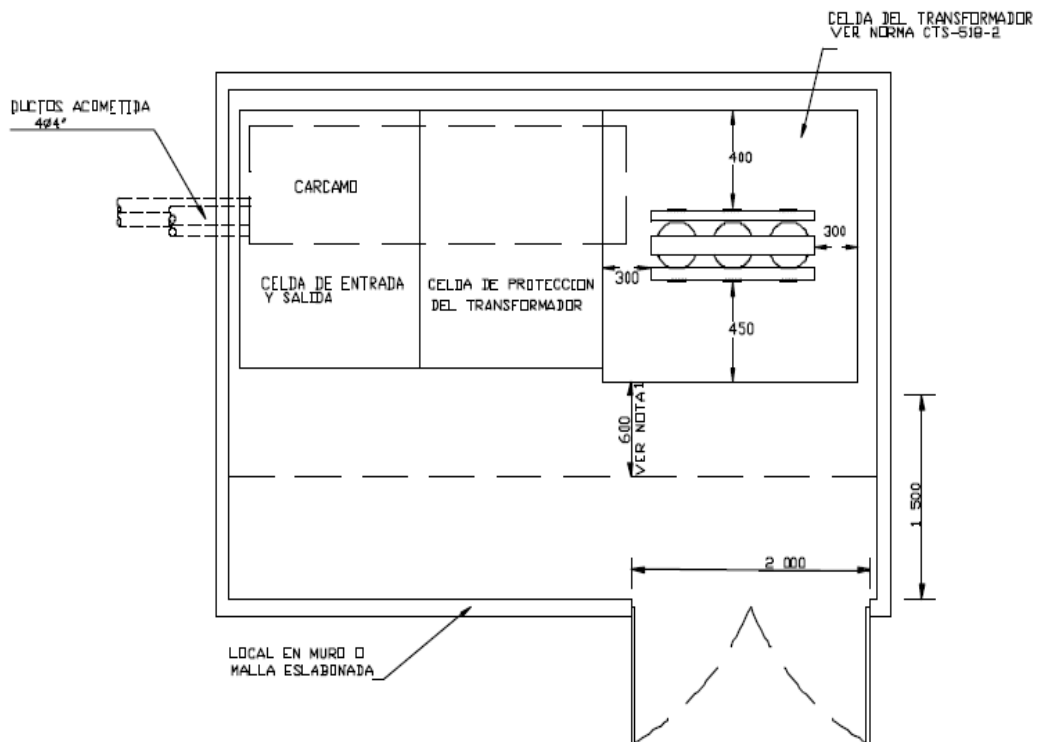
Los locales para instalación de subestaciones capsuladas tendrán una altura mínima de 2,5 m y un área mínima de 12 m<sup>2</sup> que permita la libre apertura de las puertas de los módulos, y el libre acceso de los equipos a instalar.

Los módulos deberán diseñarse para incluir en su interior, debidamente ordenado el equipo de la subestación, aislándolo del medio y brindando seguridad para el personal.

## Bóveda.

Los transformadores secos ocupan el mismo local previsto para alojar las celdas de entrada, salida, protección y eventualmente la celda de medida. El Centro de Transformación debe estar instalado en un área clasificada como no peligrosa (Norma NTC 2050 Art 500 al 504 y 511).

Figura 5. Subestación tipo capsulada con transformador tipo seco  
(fuente norma CONDENA)



Los Centros de Transformación con transformador en aceite utilizarán una bóveda (local reforzado) para el transformador y otro local para las celdas de entrada,



NOTAS:

- 1- DIMENSIONES EN MILÍMETROS
- 2- FRENTE A LAS CELDAS DE MANIOBRA Y PROTECCION SE DEBE DEJAR UN ESPACIO COMPLETAMENTE LIBRE PARA CIRCULACION Y MANIOBRA MINIMO 1 500 mm
- 3- SE PERMITE REDUCIR LA DISTANCIA ENTRE CELDAS Y PUERTA A 600 mm SIEMPRE QUE SE GARANTICE EL ESPACIO PARA MANIOBRAS MAS ALLA DE LA PUERTA Y EL FRENTE DE LAS CELDAS QUEDEN COMPLETAMENTE LIBRES.
- 4- ALTURA MINIMA DEL LOCAL 2200 mm
- 5- EN CASO DE TENER EQUIPO DE PROTECCION EN ACEITE LOS MUROS SERAN CORTAFUEGO.
- 6- REJA PLEGABLE, O BARRERA QUE IMPIDA TOCAR PARTES ENERGIZADAS DEL TRANSFORMADOR
- 7- LA PUERTA SERA A PRUEBA DE FUEGO DEPENDIENDO DE SU UBICACION Y DE LOS MATERIALES COMBUSTIBLES QUE SE ENCUENTRAN A SU ALREDEDOR Y EN SU PROXIMIDAD. SI NO EXISTE RIESGO DE FUEGO UTILIZAR PUERTA EN CELOSIA
- 8- PARA LAS ENTRADAS Y SALIDAS DE CABLES AL EXTERIOR DE LA BÓVEDA SE UTILIZARAN PASAMUROS A PRUEBA DE FUEGO.

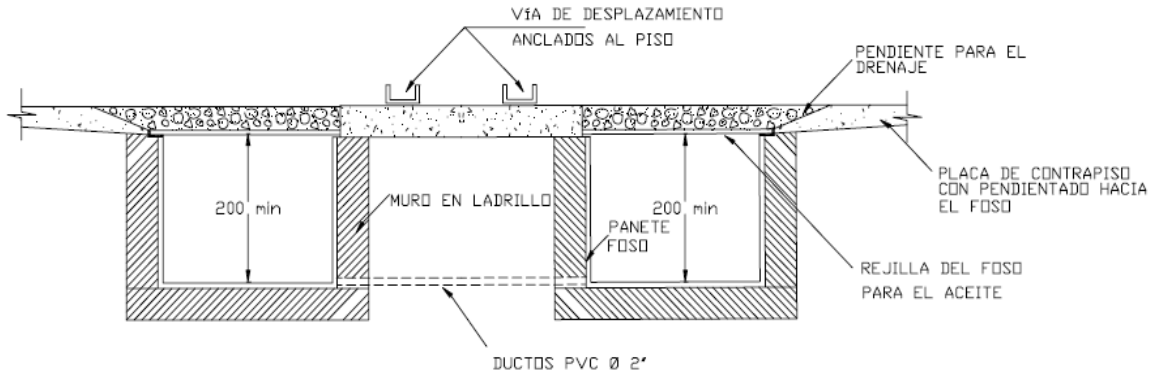
POTENCIA kVA	DIMENSIONES DEL LOCAL	
	A mm	B mm
30	1 500	1 500
45	1 500	1 500
75	1 500	1 500
112,5	2 000	2 000
150	2 000	2 000
225	2 000	2 000
300 – 400	2 500	2 000
500 – 630	2 500	2 500
750 A 1000	3 100	2 500

Las paredes, techos y piso de la bóveda deben estar hechos de materiales con resistencia estructural adecuada a las condiciones de uso y con una resistencia mínima al fuego de tres horas.

Las bóvedas para transformadores deben estar ventiladas con aire exterior sin necesidad de utilizar ductos o canales.

Conjuntamente con la base o cimentación del transformador podrá construirse un foso que sirva para recoger el aceite que pueda escapar del transformador, el cual será dimensionado en forma tal que los bordes sobresalgan del contorno del transformador por lo menos un 20 % de la altura del transformador y que su capacidad sea del 20 % del volumen del aceite que contenga el transformador.

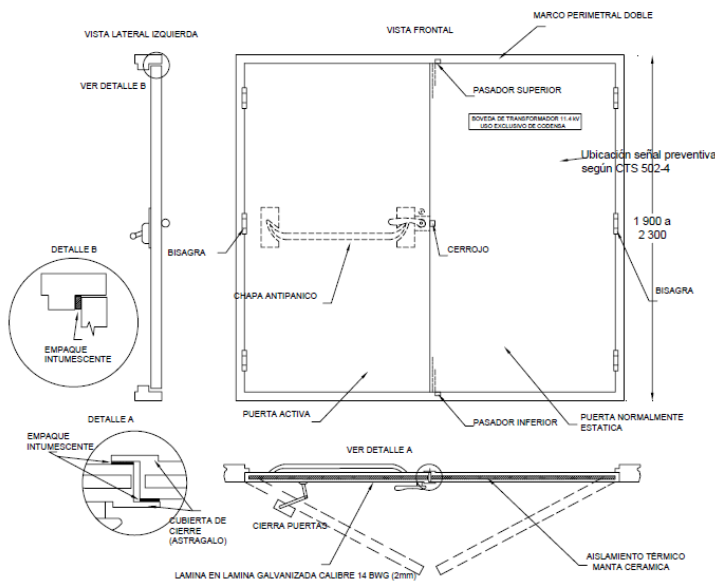
Trampa y Foso para aceite  
(Fuente norma CONDENSA)



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 resistencia mínima al fuego de tres horas. Las puertas deben abrirse hacia fuera y estar dotadas de barras antipánico, placas de presión u otros dispositivos que la mantengan normalmente cerrada pero que se abran por simple presión.

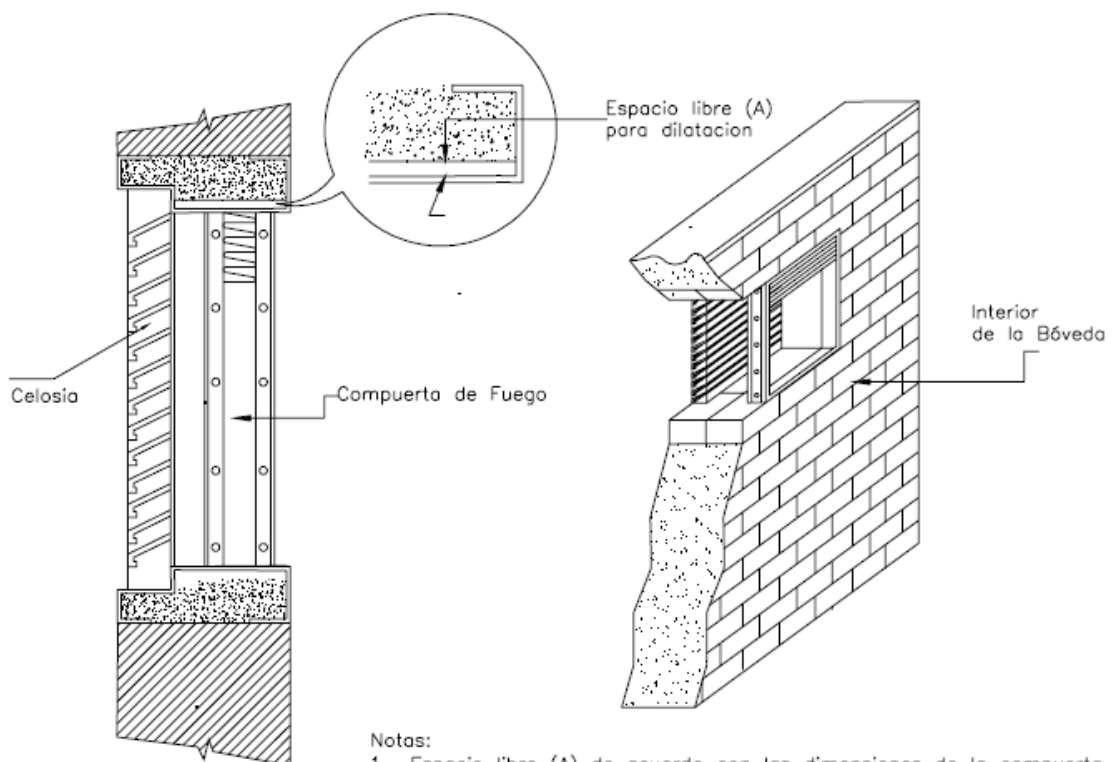
### Puerta corta fuego

(Fuente norma CONDENSA).



Las aberturas para ventilación en las bóvedas, deben estar ubicadas lo más lejos posible de las puertas, ventanas, salidas de incendios y materiales combustibles. El área neta total de todas las aberturas de ventilación, restando el área ocupada por persianas, rejillas o pantallas, no debe ser menor a 1936 mm<sup>2</sup> por kVA de los transformadores en servicio. Si los transformadores tienen menos de 50 kVA, el área neta debe ser menor a 0,093 m<sup>2</sup>.

Figura Fire Dampers  
(Fuente norma CONDENSA)



Notas:

- 1- Espacio libre (A) de acuerdo con las dimensiones de la compuerta, las especificaciones del fabricante y no será menor a 1/4".
- 2- El espesor máximo de la compuerta (E) será de 10 cm
- 3- La(s) celosía (s) y la compuerta(s) de fuego se dimensionarán para garantizar una adecuada ventilación al transformador.

Al cruzar la pared de la bóveda del transformador con cables de M.T. y B.T. se deben realizar las perforaciones adecuadas con barreras o sellantes de acuerdo con los diámetros de los conductores de tal forma que no se permita el paso del fuego o el aceite del transformador que se pueda haber derramado.

Para el caso de transformadores secos abiertos clase H o encapsulados en resina clase F, no se requiere de este pasamuros.

Tabla. Tipo de aislamiento de transformadores y sitio de instalación

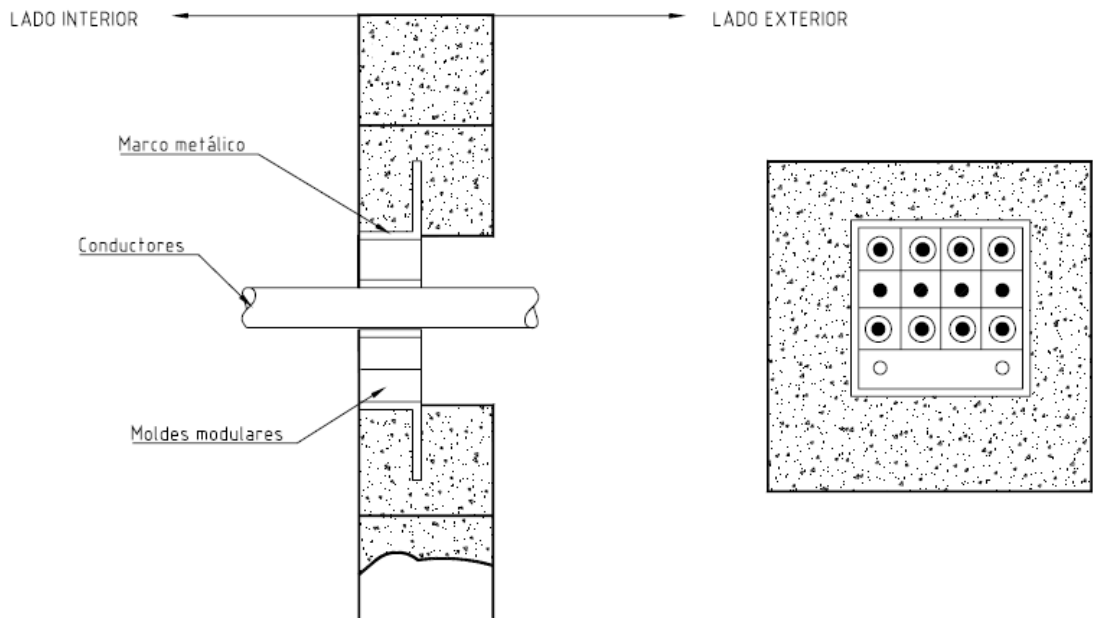
SITIO DE INSTALACIÓN	AISLAMIENTO DEL TRANSFORMADOR		
	ACEITE DIELECTRICO	SECO CLASE H	SECO CLASE F
SEMISOTANO	1a, 2a	1b	1b
SÓTANO	1a, 2a	1b (*)	1b
PISO 1	1a, 2a	1b	1b
PISOS SUPERIORES	--	1b	1b
SEPARADOS DEL EDIFICIO $\geq 1,5$ m	2c	1b	1b
DEBAJO DEL ANDEN	3	-	-

1- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN CAPSULADO  
 2- TRANSFORMADOR DE PEDESTAL  
 3- CENTRO DE TRANSFORMACIÓN SUBTERRÁNEO  
 a- LOCAL RESISTENTE AL FUEGO  
 b- LOCAL  
 c- INTEMPERIE

(\*) Sótano con sistema de control automático de bombas en caso de inundación.

Figura. Pasa Muros

(Fuente norma CONDENSA)

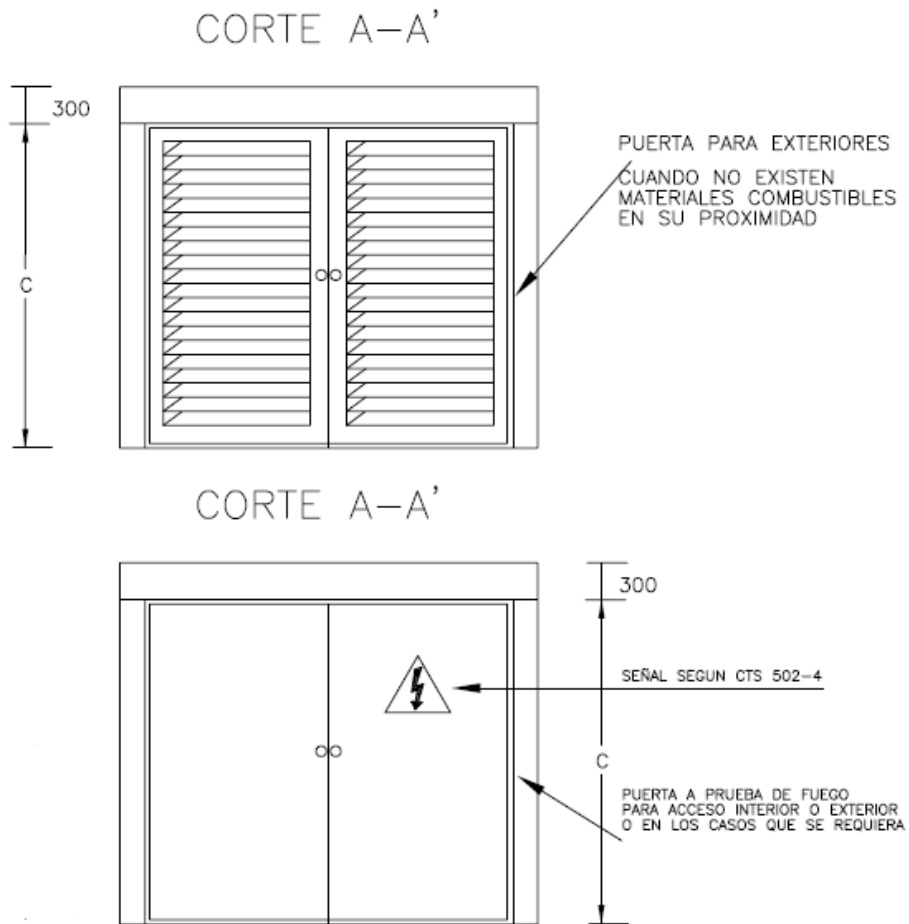


Los ductos de ventilación deben ser de material resistente al fuego.

En las bóvedas para transformadores no deben entrar ni atravesarlas sistemas de conductos o tuberías ajenas a la instalación eléctrica. Las bóvedas para transformadores no se deben utilizar para almacenaje de materiales.

El acceso a la subestación debe ser suficiente para permitir la entrada o salida del equipo o módulo de mayor tamaño. Debajo de los módulos se construirán cárcamos para los cables de salida y entrada, los cuales serán de concreto con paredes construidas en ladrillo.

Figura. Puerta para exteriores  
(Fuente norma CONDENA)

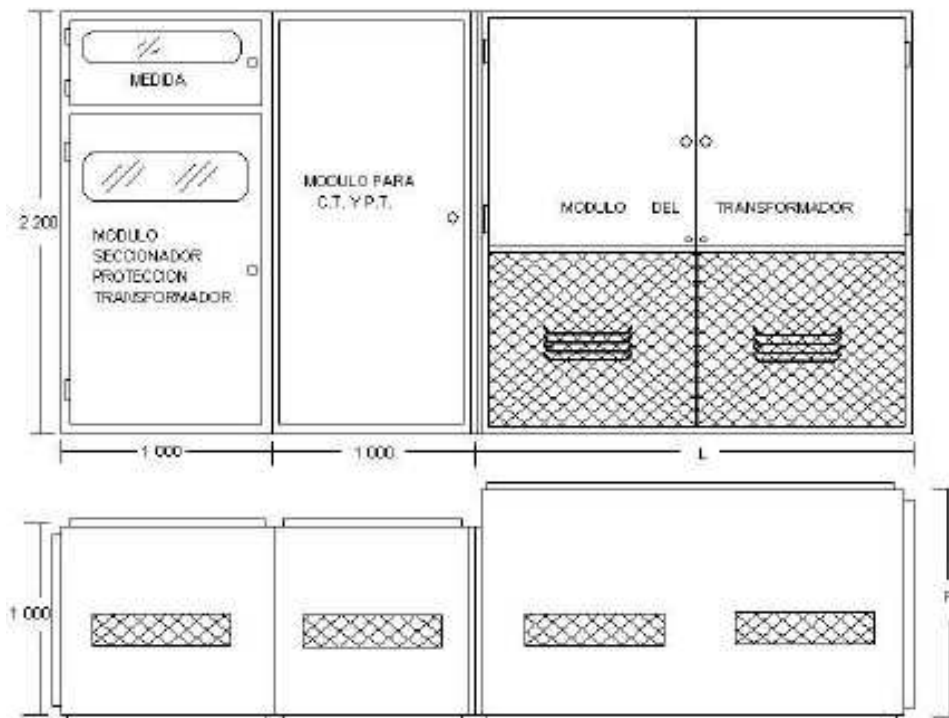


### Módulos para equipos en subestaciones.

Para prevenir accidentes por arcos internos, se deben cumplir los siguientes criterios:

Las celdas deben permitir controlar los efectos de un arco (sobrepresión, esfuerzos mecánicos y térmicos), evacuando los gases hacia arriba, hacia los costados, hacia atrás o 2 metros por encima del frente.

Figura. Modulo para subestación que no requiera bóveda  
(Fuente norma CODENSA)



TRANSFORMADOR	L	P
0 – 150 kVA	1 500	1 000
A51 – 315 kVA	1 800	1 200

Dimensiones en mm

Para prevenir accidentes por arcos internos, se deben cumplir los siguientes criterios:

Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas.

Las piezas susceptibles de desprenderse (ej.: chapas, aislantes, etc.), deben estar firmemente aseguradas.

Cuando se presente un arco, no debe perforar partes externas accesibles, ni debe presentarse quemadura de los indicadores por gases calientes.

Conexiones efectivas en el sistema de puesta a tierra.

Toda la tornillería, tuercas, arandelas planas y de presión elaboradas en materiales ferrosos que se empleen en los módulos, serán galvanizadas en caliente. La secuencia de colocación de tales elementos será: tornillo, arandela plana, elemento a fijar, arandela plana, arandela de presión y tuercas.

La puerta de acceso al módulo estará enclavada con el mecanismo de apertura y cierre del seccionador alojado en él, en tal forma que la puerta no pueda ser abierta si el seccionador está cerrado, y que no pueda cerrarse el seccionador si la puerta está abierta.

En la puerta del módulo se atornillarán o remacharán sobre la lámina, señales de seguridad tipo peligro (triangular) con el símbolo de “riesgo eléctrico” en colores amarillo y negro (fondo amarillo) de lado 50 cm.

Las subestaciones pueden estar configuradas por tres módulos principales.

#### Módulo de media tensión

En él se localizará el equipo de maniobra, protección y medida de media tensión.

#### Módulo de transformación

En él se localizará el transformador de potencia. En su diseño del módulo del transformador podrá recurrirse a soluciones sencillas que aislen adecuadamente las partes bajo tensión. Para el diseño de este módulo así como para la selección del sitio de localización de la subestación y su montaje, deberán tenerse en cuenta aspectos relacionados con la necesidad de ventilación, cercanía a áreas peligrosas y otros aspectos. Los transformadores en bóveda no requieren de este módulo.

#### Módulo de baja tensión

En él se localizarán los barrajes y los equipos de maniobra, protección, medida y corrección del factor de potencia de baja tensión

### **Especificaciones de diseño y construcción de las celdas con seccionadores en aire**

Las celdas serán diseñadas bajo los siguientes criterios:

Desde el punto de vista eléctrico y de operación, las celdas deben en general y cada una de sus partes en particular estar en la capacidad de soportar los cortocircuitos y sobretensiones que pudiesen producirse durante las condiciones de servicio.

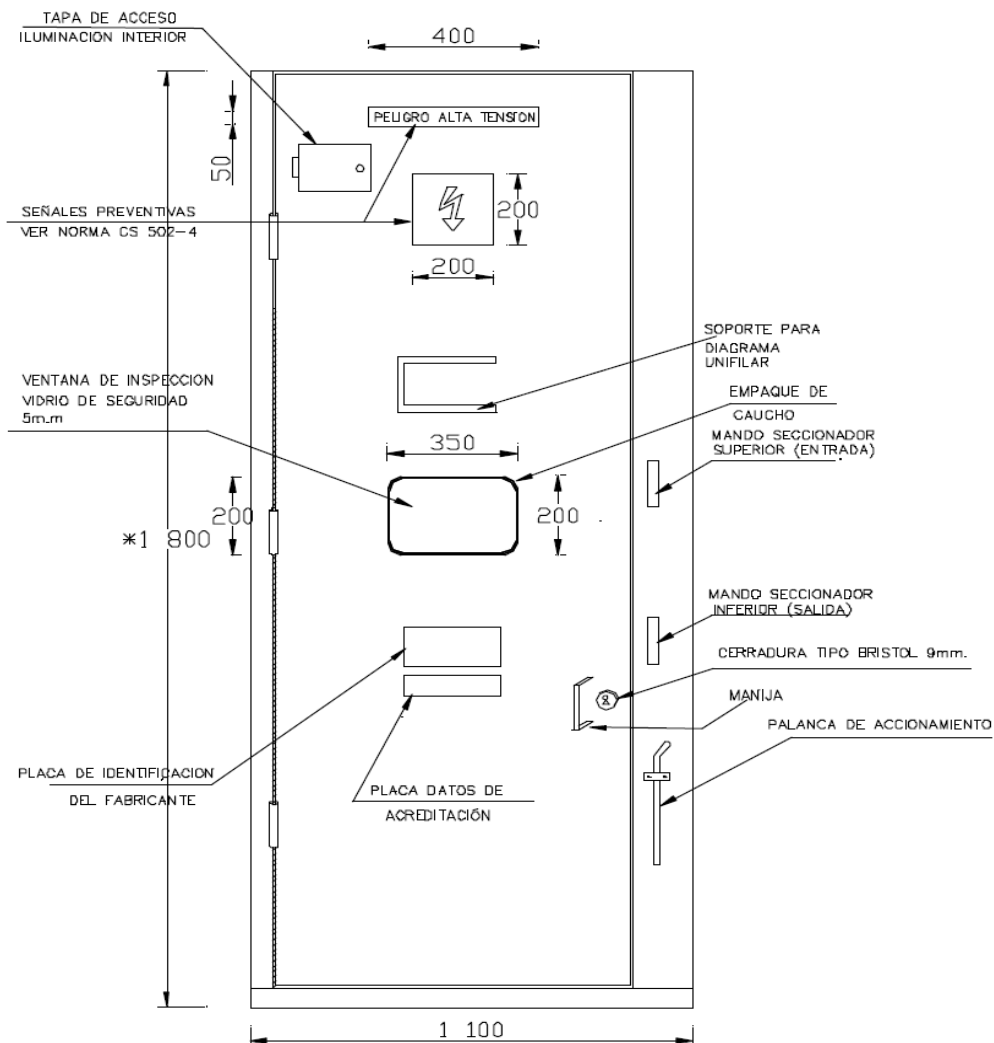
Dentro de su construcción deberán ser contempladas las precauciones para evitar la eventualidad de explosión o incendio y la propagación del mismo.

Las celdas deberán ser fabricadas en estructura de lámina de acero Cold Rolled (C.R.) como mínimo con lámina calibre BWG 14 (2 mm)

La composición de componente estructural de las láminas laterales de las celdas, deberá ser verificada retirando los mismos y comprobando la rigidez de la estructura resultante.

Los soportes de fijación de los seccionadores bajo carga y aisladores para barraje, serán en ángulo de acero de 2" x 2" x 3/16" como mínimo. Se fijarán a la estructura de la celda con tornillos de 1/2" de diámetro o se soldarán a la estructura. Las celdas de entrada- salida y protección deberán estar dotadas de un soporte ubicado en la parte frontal que permitan alojar la palanca de accionamiento de los seccionadores. Las celdas llevarán abrazaderas de soporte para los cables de Media Tensión en las celdas de entrada - salida, protección y transformador.

Figura. Vista frontal celda seccionador  
(Fuente norma CODENSA)



La puerta será construida en lámina Cold Rolled calibre 14 BWG (2 mm) como mínimo, y deben estar dotados de refuerzos adecuados que le den estabilidad y seguridad.

Las puertas deben poseer una agarradera suficientemente rígida que facilite su accionamiento y el cierre deberá ser de simple hoja, fijada mediante 3 (tres) bisagras con doble sección de corte fabricadas en acero inoxidable (perno pasador de mínimo 3/8")

Las bisagras deben instalarse soldadas. La puerta de la celda de entrada salida, llevará un marco para la colocación del diagrama unifilar del Centro de Transformación, el cual tendrá como dimensiones las de una hoja de tamaño carta, protegida con acetato.

Las puertas deberán estar provistas con cerradura de cierre de tres puntos, evitando el riesgo de salida de gases explosivos por los bordes. También deberá estar provista de refuerzos que garanticen su rigidez mecánica. Como alternativa es posible el uso de otro tipo de cierre como el de cuatro puntos en la puerta.

Este tipo de cierre debe garantizar que la puerta se mantenga asegurada y soporte los esfuerzos mecánicos en caso de cortocircuito. Adicionalmente al cierre de tres puntos se deben incluir dos cierres más mediante llave brístol.

La puerta debe poseer enclavamiento mecánico con el mecanismo de accionamiento del seccionador.

La barra de tierra se instalará a lo largo de cada celda y se unirá con las otras celdas mediante cable de cobre desnudo 2/0 AWG y conectores de compresión, esta barra debe ir conectada a una varilla de puesta a tierra de 5/8" x 2.44 m, mediante cable desnudo como mínimo de calibre 2/0 AWG.

La(s) puerta(s) debe(n) estar conectadas a la estructura mediante una trenza en cobre estañado de sección equivalente.

La barra de tierra irá fijada a la base de las celdas y será conectada en forma directa al bastidor de los equipos que contenga la celda y la estructura de la misma. Se deberá asegurar la continuidad eléctrica entre el mecanismo de traba de la puerta y todos los paneles que conforman la celda y su estructura.

Toda la estructura de la celda incluyendo las tapas laterales piso y techo deben estar a un solo potencial. Para esto, las uniones de las diferentes partes pintadas

desmontables de la celda deben hacerse con arandelas de contacto. No se aceptaran uniones con arandelas de presión o arandelas dentadas.

### **Equipo de maniobra y protección.**

Lo constituye como mínimo un seccionador para operación manual tripolar bajo carga, equipado con fusibles tipo HH y un disparador tripolar por fusión de uno de ellos, que cumpla con las características estipuladas en la tabla 4.1 de la norma de la ESSA

La operación del seccionador se efectuará por medio de palanca o manivela accionada desde el exterior del módulo. Con el fin de realizar las labores de mantenimiento en las subestaciones con plena seguridad para el personal encargado, es imprescindible que el sistema permita poner a tierra las partes vivas con el fin de ejecutar una maniobra plenamente confiable.

Al realizar labores de mantenimiento y con el fin de que el operario de la subestación tenga plena seguridad de la maniobra que se está ejecutando, la posición de los elementos que realicen la puesta a tierra de la celda deben estar claramente identificados a través de un elemento que indique visualmente la maniobra de puesta a tierra de equipo.

### **Seccionador tripolar en aire 17,5 Kv de operación bajo carga.**

El seccionador en aire de los circuitos de entrada y salida de los Centros de Transformación debe ser tripolar de operación bajo carga con las siguientes características:

Tabla. Características seccionador tripolar en aire 17,5 kv de operación bajo carga (Fuente Norma NTC 2131 (IEC 265-1) e IEC 694)

Tensión nominal	17,5 kV
Tensión máxima de impulso	
Entre polo y tierra	95 kV
Entre polos	110 kV
Tensión máxima a frecuencia industrial durante un minuto	
Entre polo y tierra	38 kV
Entre polos	45 kV
Corriente nominal Cuando el circuito sea calibre 4/0 Cu o superior, Se acepta seccionador de corriente nominal 400 A. cuando el circuito de M .T. sea en calibre 2/0 de Cu)	630 A
Frecuencia	60 Hz
Capacidad de cierre en cortocircuito simétrico válido para dos veces en la vida útil del equipo	12,5 kA
Capacidad de cierre en cortocircuito asimétrico válido para dos veces en la vida útil del equipo	31 kA
Número de operaciones con la corriente nominal es 100, para seccionadores de uso general (ver Norma IEC 694) y 1 000 operaciones para el ensayo de resistencia mecánica (ver número 6.102 Norma IEC 265-1)	

Además, el seccionador tendrá las siguientes características:

Mecanismo de disparo que minimice el tiempo de apertura y cierre de los contactos del seccionador independiente del operador.

Operación manual por medio de palanca con acceso frontal en el exterior de la celda.

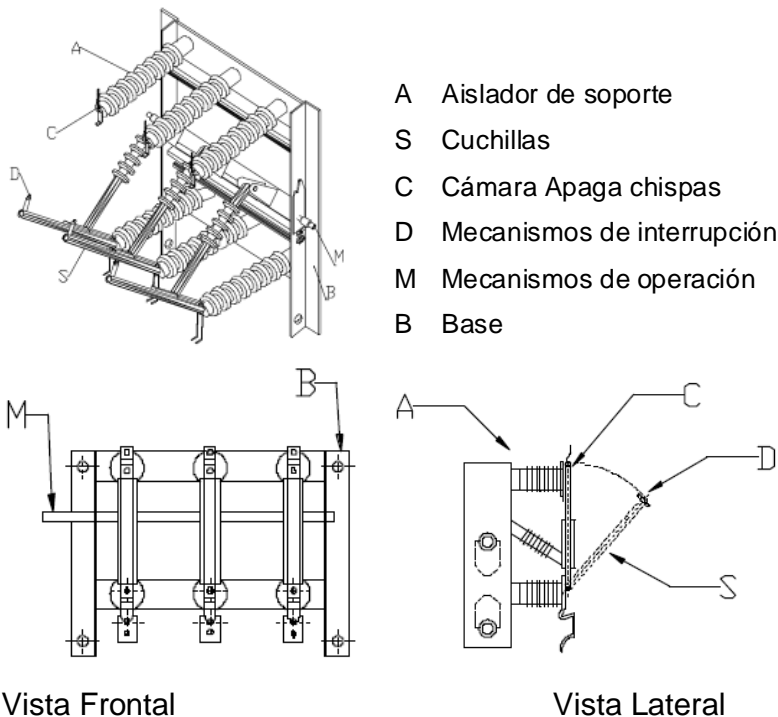
El seccionador estará provisto de contactos principales de conexión y contactos de interrupción que hagan conexión con los contactos fijos en una cámara extintora de arco.

El material de los contactos de interrupción será apto para proporcionar máxima duración por interrupción de cargas y cierre bajo fallas.

Distancia mínima entre fases y tierra 19 cm.

Para la instalación de los seccionadores se exige el protocolo de ensayos de rutina requeridos por la norma NTC 2131.

Figura. Seccionador tripolar en aire 17,5 kV de operación bajo carga  
(Fuente Norma de CODENSA)



**Seccionador tripolar en aire 17,5 Kv de operación bajo carga con fusible.**

El seccionador de operación bajo carga para la protección del transformador deberá tener las siguientes características:

Tabla. Característica seccionador en aire de los circuitos de entrada y salida  
(Fuente Norma NTC 2131 (IEC 265-1) e IEC 694)

Operación	Tripolar
Tensión nominal	17,5 kV

Tensión máxima de impulso	
Entre polo y tierra	95 kV
Entre polos	110 kV
Tensión máxima a frecuencia industrial durante un minuto	
Entre polo y tierra	38 kV
Entre polos	45 kV
Corriente nominal	400 A
Frecuencia	60 Hz
Capacidad de cierre en cortocircuito simétrico válido para dos veces en la vida útil del equipo	12,5 kA
Capacidad de cierre en cortocircuito asimétrico válido para dos veces en la vida útil del equipo	31 kA
Número de operaciones con la corriente nominal es 100, para seccionadores de uso general (ver Norma IEC 694) y 1 000 operaciones para el ensayo de resistencia mecánica (ver número 6.102 Norma IEC 265-1)	

Además, el seccionador tendrá las siguientes características:

Disparo libre.

Mecanismo de operación de energía almacenada, independiente del operador.

Operación manual por medio de palanca con acceso frontal en el exterior de la celda.

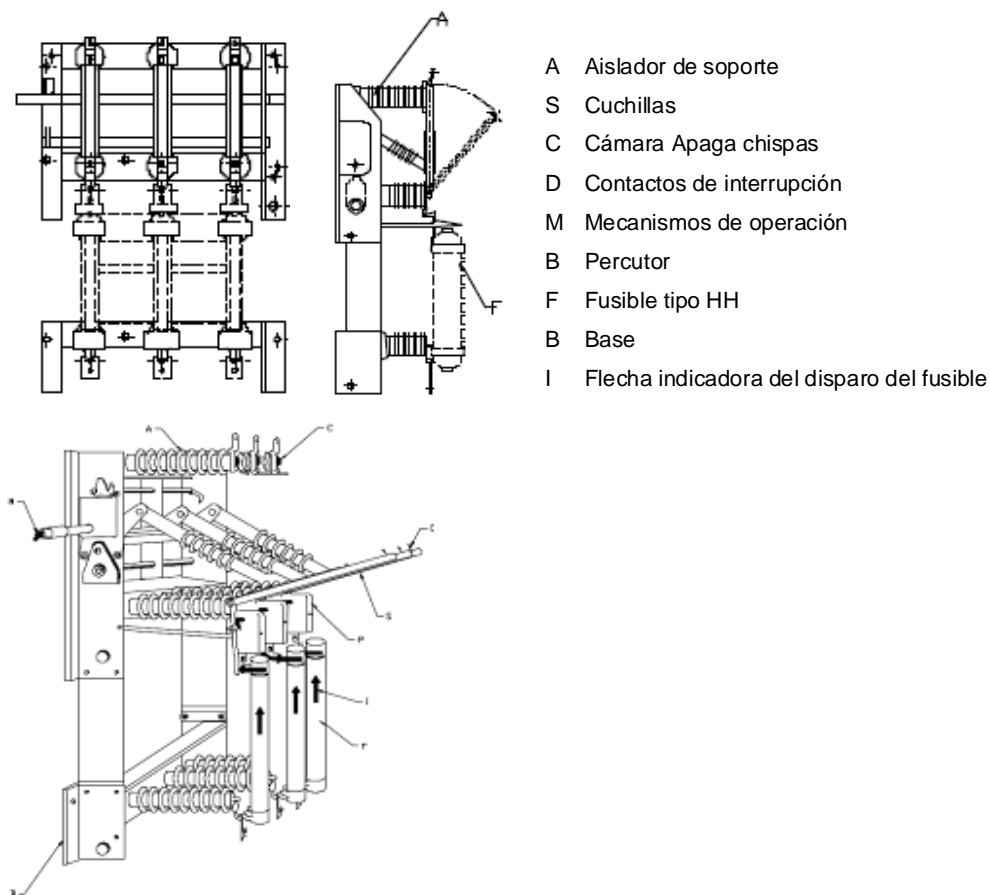
El seccionador estará provisto de contactos principales de conexión y contactos de interrupción que hagan conexión con los contactos fijos en una cámara extintora de arco.

El material de los contactos de interrupción será apto para proporcionar máxima duración por interrupción de cargas y cierre bajo fallas.

Los fusibles serán limitadores de corriente de rango total.

Figura. Seccionador tripolar en aire 17,5 kv de operación bajo carga con fusibles

(Fuente norma CODENSA).



**Seccionador duplex tripolar en aire 17,5 Kv 630 A de operación bajo carga.**

El seccionador Dúplex en aire está compuesto de dos seccionadores unidos, uno de entrada y otro de salida con derivación central mediante platinas. Instalación interior, deben ser tripolar de operación bajo carga con las siguientes características:

Tabla. Seccionador dúplex en aire 17,5 kV de operación bajo carga con fusibles (Fuente Norma NTC 2131 (IEC 265-1) e IEC 694)

Operación	Tripolar
Tensión nominal	17,5 kV
Tensión máxima de impulso	
Entre polo y tierra	95 kV
Entre polos	110 kV
Tensión máxima a frecuencia industrial durante un minuto	
Entre polo y tierra	38 kV
Entre polos	45 kV
Corriente nominal	630 A
Frecuencia	60 Hz
Capacidad de cierre en cortocircuito simétrico válido para dos veces en la vida útil del equipo	12,5 kA
Capacidad de cierre en cortocircuito asimétrico válido para dos veces en la vida útil del equipo	31 kA
Número de operaciones con la corriente nominal es 100, para seccionadores de uso general (ver Norma IEC 694) y 1 000 operaciones para el ensayo de resistencia mecánica (ver número 6.102 Norma IEC 265-1)	

Además, cada seccionador tendrá las siguientes características:

Mecanismo de disparo que minimice el tiempo de apertura y cierre de los contactos del seccionador independiente del operador.

Operación manual por medio de palancas independientes con acceso frontal en el exterior de la celda.

Cada seccionador estará provisto de contactos principales de conexión y contactos de interrupción que hagan conexión con los contactos fijos en una cámara extintora de arco.

El material de los contactos de interrupción será apto para proporcionar máxima duración por interrupción de cargas y cierre bajo fallas.

Distancia mínima entre fases y tierra 19 cm.

La extinción del arco se efectúa mediante aire a presión atmosférica, generando por el mismo. El soplado del aire y la velocidad de separación de los contactos deben garantizar su apertura.

Se deben identificar claramente la posición de los seccionadores, cuando es operado manualmente.

El seccionador dúplex debe tener placas de identificación que contenga la siguiente información: Nombre del fabricante, año de fabricación, referencias del fabricante, número de serie, características nominales, normas que cumple, número y vigencia de la certificación.

Para la instalación de los seccionadores se exige el protocolo de ensayos de rutina requeridos por la norma NTC 2131, con el visto bueno de la Empresa Certificadora del producto.

## **Barrajes**

Los barrajes de baja tensión se diseñarán en cobre electrolítico de alta pureza seleccionado en calibres adecuados para las corrientes nominales de servicio. Se soportarán sobre aisladores o portabarras de resina, porcelana o baquelita de alta resistencia con capacidad para soportar los esfuerzos de cortocircuito exigidos por el sistema. Se utilizará conductor de cobre aislado tipo THW para las conexiones entre barraje e interruptores de salida de media tensión o platina de cobre según se diseñe.

## **Iluminación**

El local deberá disponer de un sistema de iluminación artificial con un nivel medio superior a 100 luxes, cuyo control se encuentre ubicado cerca de la puerta de acceso.