



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL
CARRERA DE ELECTRICIDAD

**ANÁLISIS DE LA DEMANDA ENERGÉTICA URBANA CON SISTEMAS
INTEGRADOS DE GEOREFERENCIACIÓN EN LA ZONA CENTRO DE
GUAYAQUIL**

Trabajo de titulación previo a la obtención del

Título de Ingeniero Eléctrico

AUTORES: Jimmy Joel Jiménez Baldiviezo

Gregori Alexander Galarza Zambrano

TUTOR: Ing. Roy Freddy Santana Jara, MSc

Guayaquil-Ecuador

2025

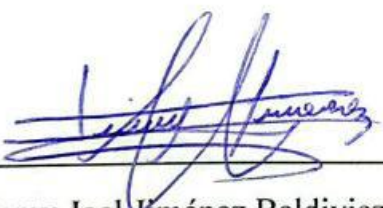
CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Jimmy Joel Jiménez Baldiviezo con número de identificación C.I. 0953955366, y Gregori Alexander Galarza Zambrano con número de identificación C.I. 0957919368, manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo y autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 19 de agosto del año 2025

Atentamente;



Jimmy Joel Jiménez Baldiviezo
C.I. 0953955366



Gregori Alexander Galarza Zambrano
C.I. 0957919368

CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Nosotros, Jimmy Joel Jiménez Baldiviezo con número de identificación C.I. 0953955366, y Gregori Alexander Galarza Zambrano con número de identificación C.I. 0957919368, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de lo que somos autores del Proyecto Técnico: “ANÁLISIS DE LA DEMANDA ENERGÉTICA URBANA CON SISTEMAS INTEGRADOS DE GEOREFERENCIACIÓN EN LA ZONA CENTRO DE GUAYAQUIL”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de Ingeniero en Electricidad, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en el formato digital a la biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 19 de agosto del año 2025

Jimmy Joel Jiménez Baldiviezo

C.I. 0953955366

Gregori Alexander Galarza Zambrano

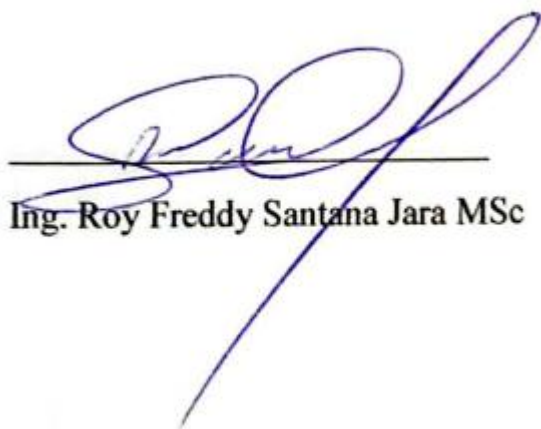
C.I. 0957919368

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Roy Freddy Santana Jara con documento de identificación No. 0910972637 docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: “ANÁLISIS DE LA DEMANDA ENERGÉTICA URBANA CON SISTEMAS INTEGRADOS DE GEOREFERENCIACIÓN EN LA ZONA CENTRO DE GUAYAQUIL”, realizado por Jimmy Joel Jiménez Baldiviezo con número de identificación C.I.0953955366, y Gregori Alexander Galarza Zambrano con número de identificación C.I.0957919368, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto Técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 19 de agosto del año 2025

Atentamente;



Ing. Roy Freddy Santana Jara MSc

DEDICATORIA

Primeramente, dedico este trabajo a Dios, a mi familia, amigos y profesores que dedicaron su tiempo para enseñarme. A mis Padres quienes trabajaron día y noche para poder brindarme una buena educación; en estos años de formación académica he aprendido cosas valiosas y he tenido experiencias que formarán mi carácter como profesional. A mis hermanos también le dedicó este trabajo para que sean testigos de que con esfuerzo pueden lograr todo lo que se propongan en esta vida, y a mis amigos que fueron de gran apoyo con sus palabras de aliento y me dieron un refugio cuando lo necesitaba. Dedico este proyecto a todos los que me han visto luchar para poder graduarme. También a la Universidad que con su enseñanza lo he conseguido.

Gregori Alexander Galarza Zambrano

Dedico este trabajo de titulación a mi familia que fue un pilar fundamental en este camino: a mi madre, Reina Valdiviezo, quien con su amor y constancia hizo que este camino sea más llevadero, a mi padre, Nicolas Jiménez, que con sus consejos y valores me hizo ser una gran persona de bien y trabajadora, a mis hermanos, que siempre me brindaron su apoyo hasta en los peores momentos a mi novia, Dayely por su apoyo constante y su motivación incondicional para no dejarme rendir en este camino lleno de buenos y malos momentos y no menos importante mi compañero y amigo Panchito que los buenos momentos y las risas no faltaron para poder relajar los días de estrés hoy estas en un lugar mejor y sé que Dios te tiene en su gloria, este logro no es solo mío este logro está conformado por la ayuda de todas las personas que me rodean que jamás me dejaron rendir y siempre me brindaron su apoyo y su ayuda.

Jimmy Joel Jiménez Baldiviezo

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios en primer lugar que me guio en todo este camino de altas y bajas para ser perseverante y poder lograr mi objetivo, a mis padres Daysi y Galo que gracias a su esfuerzo y apoyo emocional pude culminar otra meta más en vida y estoy totalmente agradecido con ellos. A mis hermanos Anahí y David que con sus palabras de aliento me ayudaron a seguir luchando cuando quería rendirme y ser un ejemplo para ellos.

A mi tutor de tesis, el Ing. Roy Freddy Santana quien, gracias a sus conocimientos, dedicación y desarrollo de cada parte de la investigación, se logró concretar el fruto del desarrollo de nuestro proyecto investigativo.

A mi familia que fue testigo de todo el camino que he recorrido para poder llegar a este momento, a mis maestros que me guiaron con su paciencia y sabiduría en todo este trayecto de enseñanza.

Por último, agradezco poder graduarme de esta prestigiosa universidad.

Gregori Alexander Galarza Zambrano

Agradezco primeramente a Dios por brindarme la fuerza necesaria para poder llegar a este punto de mi carrera y poderla culminar, ya que sin su ayuda nada de esto hubiera sido posible. Agradezco a mis padres, Reina y Nicolas, quienes fueron un pilar fundamental en este camino lleno de buenos y malos momentos donde ellos siempre estuvieron conmigo guiándome con sus consejos y sus valores que me hicieron ser una mejor persona. Un especial agradecimiento a mi tutor el Ingeniero Roy Santana que con sus conocimientos y su experiencia nos brindó su apoyo y sus consejos para poder culminar este proyecto.

Jimmy Joel Jiménez Baldiviezo

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	ii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR	iii
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DE TRABAJO DE TITULACIÓN	iv
DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ANEXOS	xv
ACRÓNIMOS	xvi
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
CAPÍTULO 1	1
1 TÍTULO	1
1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 INTRODUCCIÓN	2
1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.4 JUSTIFICACIÓN	5
1.5 ALCANCE Y DELIMITACIONES	5
1.6 MARCO HIPOTÉTICO	6
1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL	6
1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA	6
1.7 OBJETIVOS	6
1.7.1 OBJETIVO GENERAL	6
1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	7
CAPÍTULO 2	8
2.1 FUNDAMENTO TEÓRICO	8
2.1.1 PLANIFICACIÓN DE LA ENERGÍA EN ÁREAS URBANAS	8
2.1.2 TERMOGRAFÍA INFRARROJA PARA REDES ELÉCTRICAS	8
2.1.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) TRIDIMENSIONAL	9
2.1.4 MODELADO ENERGÉTICO DE EDIFICACIONES	10

2.1.5	CURVAS DE DEMANDA ELÉCTRICA POR TIPO DE CARGA...	10
2.1.6	SUBESTACIONES ELÉCTRICAS	11
2.1.7	ELEMENTOS DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA	13
2.1.8	SOFTWARE ArcGIS.....	23
2.1.9	TIPO DE SOLUCIONES ArcGIS	24
2.1.10	SOFTWARE CYMDIST	25
2.1.11	INTERNET DE LAS COSAS (IoT)	25
2.1.12	APLICACIÓN DE IoT EN EL SECTOR ELÉCTRICO.....	28
2.2	NORMATIVA Y REFERENCIA TECNICA RELEVANTE	28
2.2.1	ESTÁNDARES RELACIONADOS A ArcGIS	29
2.2.2	NORMATIVA ISO 50001. GESTIÓN DE LA ENERGÍA	30
2.2.3	SERIE IEC 60364	33
2.2.4	CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL (NEC).....	34
2.2.5	ESTÁNDARES ANSI/NETA.....	34
2.2.6	NORMATIVAS Y DOCUMENTOS DE PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA	35
2.2.7	REGULACIONES DE LA ARCONEL SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA	36
CAPÍTULO 3	37
3.1	ENFOQUE METODOLÓGICO DEL ESTUDIO	37
3.2	ÁREA DE ESTUDIO: SUBESTACIÓN BOYACÁ-CENTRO DE GUAYAQUIL	38
3.3	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS.....	40
3.4	RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS	40
3.5	LEVANTAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN ..	42
3.6	DATOS TERMICOS Y GERROFERENCIADOS	42
3.7	EQUIPAMIENTO Y PREPARACIÓN DE LA INSPECCIÓN.....	44
3.8	CÁLCULO Y CARACTERIZACIÓN DE DEMANDA ELÉCTRICA.....	45
3.8.1	CÁLCULO DE CONSUMO ENERGÉTICO POR EDIFICACIÓN ..	45
3.8.2	CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA POR SECTOR.....	45
3.8.3	CURVAS DE DEMANDA.....	46
3.8.4	PERFILES DE CARGA NORMALIZADOS	49
3.8.5	FACTOR DE CARGA Y UTILIZACIÓN	49
3.8.6	DEMANDA MÁXIMA COINCIDENTE DEL SISTEMA (ABRIL 11 DE 2024, 14:45 PM).....	49

3.8.7	CURVAS DE DEMANDA MÁXIMA DE ALIMENTADORAS	50
3.8.8	NÚMERO TOTAL DE USUARIOS Y CONSUMO POR CADA ALIMENTADORA	52
3.9	MODELADOS	57
3.9.1	MODELADO SIG 3D DE EDIFICACIONES Y REDES	57
3.9.2	ANÁLISIS DE PÉRDIDAS TÉCNICAS	58
3.10	SIMULACIONES	59
3.10.1	SIMULACIÓN ENERGÉTICA POR PERFIL DE CARGA	59
3.10.2	ANÁLISIS DE DENSIDAD DE CARGA	59
3.11	TERMOGRAFÍA EN ALIMENTADORES.....	61
3.11.1	PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA.....	61
3.12	RESULTADOS ESPERADOS	61
3.13	ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y ACCIONES CORRECTIVAS	62
3.14	UBICACIONES Y RESULTADOS OBTENIDOS.....	63
3.14.1	ESTIMACIONES DE CARGA POR EDIFICACIONES	63
3.14.2	INTEGRACIÓN Y VISUALIZACIÓN ESPACIAL	64
3.14.3	MODELO SIG 3D INTERACTIVO DEL CENTRO DE GUAYAQUIL	67
CAPÍTULO 4.....		72
4.1	MEDIDAS CORRECTIVAS A CORTO PLAZO.....	72
4.1.1	REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE ALIMENTADORES CRÍTICOS	72
4.2	ESTRATEGIAS DE EFICIENCIAS ENERGETICA	78
4.2.1	EFICIENCIA EN EDIFICACIONES	79
4.2.2	GESTIÓN ACTIVA DE LA DEMANDA	80
4.2.3	GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO	81
4.2.4	GESTIÓN DE LA CARGA POR HORARIOS ESCALONADOS	81
4.2.5	PROYECCIÓN DE IMPACTO ENERGÉTICO.....	81
4.3	NORMATIVA LOCALES Y LINEAMIENTO TECNICOS.....	82
4.3.1	NORMATIVA NACIONAL: CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL ECUADOR (2011).....	82
4.3.2	REGULACIÓN SECTORIAL: ARCERNNR (AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES).....	83

4.3.3	NORMATIVA LOCAL: ORDENANZAS MUNICIPALES DEL MUNICIPIO DE GUAYAQUIL	83
4.3.4	REFERENCIAS INTERNACIONALES: NORMAS IEEE e IEC	84
4.4	RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES.....	84
4.4.1	MODELACIÓN ENERGÉTICA URBANA AVANZADA CON SIG 3D	84
4.4.2	INCORPORACIÓN DE PLATAFORMAS DE ANÁLISIS DE DATOS URBANOS EN TIEMPO REAL	85
4.4.3	EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA.....	85
	CONCLUSIONES.....	86
	RECOMENDACIONES.....	87
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88
	ANEXOS.....	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Capacidades de los fusibles.....	16
Tabla 2. Clasificación de los fusibles.....	16
Tabla 3. Tipos de soluciones de software ArcGIS.....	24
Tabla 4. Aplicaciones de la IoT en la electricidad.....	28
Tabla 5. Normativas relacionadas a la ISO 50001.....	32
Tabla 6. Documentos asociados a las normativas energéticas.....	35
Tabla 7. Documentos de la Arconel.....	36
Tabla 8. Normas ANSI/NETA ATS-2009.....	44
Tabla 9. Demanda máxima coincidente del sistema.....	50
Tabla 10. Alimentador Padre Solano “04BO090T11”.....	53
Tabla 11. Alimentadora Malecón “04BO090T12”.....	53
Tabla 12. Alimentadora Nueva Boyacá “04BO090T13”.....	54
Tabla 13. Alimentadora Mendiburo “04BO090T14”.....	54
Tabla 14. Alimentadora Córdoba “04BO090T21”.....	55
Tabla 15. Alimentadora Panamá “04BO090T23”.....	56
Tabla 16. Alimentadora Rocafuerte “04BO090T24”.....	56
Tabla 17. Perfiles de demanda eléctrica por tipo de edificación.....	62
Tabla 18. Análisis resultado esperados.....	78
Tabla 19. Plan de acción energética.....	82

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Termografía en seccionadoras cuchillas tripolares en vacío de alimentadoras de distribución.....	9
Figura 2. Interfaz del software ArcGIS alimentador urbano.....	10
Figura 3. Curva diaria de demanda de energía en alimentador urbano.....	11
Figura 4. Subestación eléctrica	13
Figura 5. Seccionadores de aire de alta tensión	14
Figura 6. Interruptor seccionador tipo pantógrafo	14
Figura 7. Pararrayo de corriente (tc)	15
Figura 8. Fusible de potencia	16
Figura 9. Transformador de potencia sumergido en aceite	17
Figura 10. Partes de un transformador sumergido en aceite	17
Figura 11. Aislador de grillete de porcelana ANSI.....	18
Figura 12. Aisladores poliméricos: conductores industriales	19
Figura 13. Tablero del cargador de baterías.....	19
Figura 14. Banco de baterías.....	20
Figura 15. Diagrama unifilar de la subestación Boyacá de 69KV	21
Figura 16. Presentación del plan nacional energético 2020.....	22
Figura 17. Vista de los mapas ArcGIS.....	24
Figura 18. Pantalla de ejecución del software CYME.....	25
Figura 19. Dispositivo IoT: tarjeta NIC AOS LTE.....	26
Figura 20. Redes de conexión inteligente IoT	27
Figura 21. Metodología de uso de la normativa 50001.....	32
Figura 22. Subestación Boyacá en su localidad	39
Figura 23. Subestación Boyacá en plano georreferenciado	39
Figura 24. Datos de alimentadoras GYE	40
Figura 25. Cargabilidad transformadores Mes de abril.....	41
Figura 26. Cartografía de edificaciones del sector de estudio	41
Figura 27. Aislador Flameado en línea de subtransmisión	43
Figura 28. Efecto corona aislador 69 kV	43
Figura 29. Ultrasonido en cadena de aisladores de 69 k	44
Figura 30. Cámara termográfica modelo Flir t640.....	45
Figura 31. Curva Normalizada Comercial Días Hábiles Transformador 1.....	46

Figura 32. Curva Normalizada Comercial Días Semi - Hábiles transformador 2	47
Figura 33. Perfiles de riesgo.....	47
Figura 34. Curva de demanda Alimentadora Malecón	50
Figura 35. Curva de demanda Alimentadora Panamá.....	50
Figura 36. Curva de demanda Alimentadora Boyacá	51
Figura 37. Curva de demanda Alimentadora Mendiburo.....	51
Figura 38. Curva de demanda Alimentadora Córdoba.....	52
Figura 39. Curva de demanda Alimentadora Padre Solano	52
Figura 40. Número total de clientes y su consumo Alimentadora Padre Solano.....	53
Figura 41. Número total de clientes y su consumo Alimentadora Malecón	53
Figura 42. Número total de clientes y su consumo Alimentadora Nueva Boyacá.....	54
Figura 43. Número total de clientes y su consumo Alimentadora Mendiburo	55
Figura 44. Número total de clientes y su consumo Alimentadora Córdoba	55
Figura 45. Número total de clientes y su consumo Alimentadora Panamá	56
Figura 46. Número total de clientes y su consumo Alimentadora Rocafuerte.....	57
Figura 47. Simulación densidad de carga CYMDIST	60
Figura 48. Criterios de Neta	62
Figura 49. Simulación y distribución de carga de alimentadores de la subestación Boyacá.....	64
Figura 50. Capa Escena Software ArGIS Pro (1)	65
Figura 51. Capa Escena Software ArGIS Pro (2)	65
Figura 52. Densidad de Carga en la Zona Centro de Guayaquil.....	66
Figura 53. Localización del sector de mayor Densidad de Carga: Alimentadora Panamá software CYMDIST	66
Figura 54. Localización del sector de mayor Densidad de Carga: Alimentadora Malecón software CYMDIST	67
Figura 55. Localización del sector de mayor Densidad de Carga: Alimentadora Córdoba software CYMDIST	67
Figura 56. Análisis 2D. Redes de distribución Georreferenciadas software ArcGIS Pro	68
Figura 57. Capa Edificios en modelado 3D software ArcGIS Pro	68
Figura 58. Propiedad Simbología para tipo de Edificaciones software ArcGIS Pro .	69
Figura 59. Altura de las edificaciones. software ArcGIS Pro	69
Figura 60. Selección de edificaciones para análisis 3D software ArcGIS Pro	70

Figura 61. Visualización de redes 2D y edificaciones en 3D software ArcGIS Pro..	70
Figura 62. Perspectiva tipos de edificaciones 3D y redes eléctricas 2D software ArcGIS Pro.....	71
Figura 63. Análisis 3D Línea de Subtransmisión Garay software ArcGIS Pro.....	71

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Alimentadoras.....	95
Anexo 2. Informe de la Inspección Visual, Termográfica, Efecto Corona y Ultrasonido de la Línea de 69 kV	98
Anexo 3. Demanda coincidente del sistema ABRIL 2024	101
Anexo 4. Clientes SE Boyacá	102
Anexo 5. Termografía SE Boyacá	106

ACRÓNIMOS

- **CNEL EP:** Corporación Nacional de Electricidad Empresa Pública.
- **S/E:** Subestación.
- **MVA:** Mega voltamperios.
- **MW:** Mega vatios.
- **kV:** Kilovoltios.
- **kW:** Kilovatios.
- **kWh:** Kilovatios-hora.
- **PT:** Potencia total demandada.
- **FC:** Factor de carga.
- **OA:** Operación anual (cargabilidad operacional).
- **GIS / SIG:** Sistema de Información Geográfica.
- **SIG 3D:** Sistema de Información Geográfica tridimensional.
- **ArcGIS Pro:** Software para modelado geográfico y análisis espacial.
- **CYMDIST:** Módulo de simulación y análisis de distribución del software CYME.
- **ANSI/NETA:** American National Standards Institute / International Electrical Testing Association.
- **NFPA:** National Fire Protection Association.
- **ISO:** International Organization for Standardization.
- **U:** Coeficiente global de transferencia de calor.
- **A:** Área de superficie expuesta.
- **ΔT :** Diferencia de temperatura interior–exterior.
- **P_{sim}:** Potencia máxima simultánea.
- **fs:** Factor de simultaneidad.
- **I:** Corriente de carga.
- **R:** Resistencia del conductor por km.
- **X:** Reactancia del conductor por km.
- **cos ϕ :** Factor de potencia.
- **Q:** Carga térmica.
- **η :** Eficiencia del sistema de climatización.
- **FLIR T640:** Cámara termográfica utilizada para inspecciones infrarrojas.
- **3D:** Tridimensional
- **Iot:** recolección y transferencia de datos de manera inalámbrica

RESUMEN

Este proyecto técnico analiza el sistema eléctrico en el centro de Guayaquil, enfocándose en la sobrecarga de la subestación Boyacá y las limitaciones del software CYMDIST en la planificación de redes eléctricas en 2D. El objetivo principal es evaluar las condiciones técnicas y espaciales actuales de la red de distribución, delimitando el área de estudio y estableciendo hipótesis y objetivos. Se revisarán conceptos clave como la planificación energética urbana, la termografía infrarroja, los sistemas de información geográfica (SIG) en 3D, el modelado energético de edificaciones y las curvas de demanda eléctrica, además de las normativas relevantes. A través de inspecciones termográficas con drones y cámaras infrarrojas, se evalúan alimentadores y transformadores, y se construyen modelos 3D con ArcGIS Pro, lo que permite similares escenarios energéticos hasta el 2035. Los resultados obtenidos permiten representar la demanda eléctrica de forma georreferenciada, cumpliendo los objetivos del análisis técnico y espacial de la red. Se proponen medidas correctivas inmediatas como el mantenimiento de alimentadores críticos y monitoreo termográfico, junto con estrategias de mediano plazo orientadas a la eficiencia energética y el uso de energías renovables. A largo plazo, se contempla la integración de redes inteligentes y la generación distribuida. Estas acciones buscan mejorar la confiabilidad y precisión del análisis energético urbano, respondiendo al objetivo de integrar redes eléctricas en (SIG) para una planificación más eficiente y sostenible.

Palabras clave: Simulador CYMDIST, Planificación de redes eléctricas, Modelado 3D, Subestación eléctrica, ArcGIS Pro, Sistema de información geográfica (SIG), Demanda eléctrica, Sostenibilidad.

ABSTRACT

This technical project analyzes the electrical system in the center of Guayaquil, focusing on the overload of the Boyacá substation and the limitations of the CYMDIST software in 2D network planning. The main objective is to assess the current technical and spatial conditions of the distribution network, defining the study area and establishing hypotheses and goals. Key concepts such as urban energy planning, infrared thermography, 3D geography information systems (SIG), building energy modeling, and electrical demand curves are reviewed, along with relevant standards. Infrared thermographic inspections using drones and cameras evaluate feeders and transformers, and 3D models are created with ArcGIS Pro, enabling energy simulations until 2035. The results allow for georeferenced representation of electrical demand, meeting the objectives of technical and spatial network analysis. Immediate corrective measures are proposed, including maintenance of critical feeders and thermographic monitoring, along with medium-term strategies aimed at energy efficiency and renewable energy use. Long seek to improve the reliability and precision of urban energy analysis, fulfilling the objective of integrating electrical networks into GIS for more efficient and sustainable planning.

Keywords: CYMSDIT Simulation, Power grids planning, 3D Modeling, Electrical Substation, ArGIS Pro, Geographic information system (SIG), Electrica demand, sustainability.

CAPÍTULO 1

1 TÍTULO

Análisis de la demanda energética urbana con sistemas integrados de georreferenciación en la zona centro de Guayaquil.

1.1 ANTECEDENTES

La demanda sostenida de energía en las grandes urbes crece constantemente a nivel mundial, debido a factores como la concentración poblacional y la variación ambiental resultante del cambio climático, lo que obliga a los gobiernos a gestionar, de forma más eficiente, la provisión del recurso. De acuerdo con [1], para 2023, en el Ecuador, el gasto estimado de energía en el sector residencial fue de 143,36 KWh, según la información proporcionada por la Agencia de Regulación y Control de Electricidad; sin embargo, el consumo varía de acuerdo a la región.

Por otro lado, la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL) [2] señaló un aumento considerable en la demanda energética, sobre todo en ciudades costeras como Guayaquil, provocando tensiones en el estado de sus estaciones eléctricas. Esos valores son altos debido al aumento de la temperatura, lo que incide en la utilización de sistemas de enfriamiento, uso indiscriminado de equipos electrónicos y el constante crecimiento de la ciudad, llegando a un promedio mensual de 180 KWh por familia [1]. Para ilustrar la demanda de energía por año, CNEL EP [2], mencionó que la Unidad de Negocio (UN) Guayaquil es una de las 10 UN de más alto consumo (6,766,872 MWh).

Al revisar la literatura existente sobre el tema de la demanda energética, se ha podido conocer que en las grandes ciudades el equipamiento eléctrico es bastante limitado, con escaso monitoreo y propenso a cargas excesivas, sobre todo en las áreas en donde se encuentra mayor concentración de personas. A estos problemas hay que añadir el aumento poblacional informal, normativas no actualizadas, poca o nula adopción de energías renovables, además de la ineficiencia energética en edificios privados o públicos.

Frente a esto, las nuevas tecnologías y métodos de análisis energético, como lo son los sistemas de información geográfica (SIG) 3D, técnicas de medición de temperatura y detección de anomalías térmicas (termografía infrarroja), el modelado energético de edificios para diagnosticar de forma más precisa y ciertas técnicas de planeación de

mayor adaptabilidad, son utilizados para un mejor estudio del sector. Una investigación de [3] sobre la introducción de sistemas energéticos con base en renovables en entornos urbanos que ayuden con las progresivas necesidades de energía de las personas, facilitó la construcción de un modelo informático sustentado en agentes que permitieron simular eventos en una red de distribución aplicado a entornos urbanos, el mismo que evaluó las estrategias que más se adaptaron al diseño de la misma. Los sistemas de energía introducidos permitieron que los instaladores puedan satisfacer sus demandas de energía y distribuir el excedente a los vecinos más cercanos; específicamente, se ha comprobado que combinando análisis espacial y simulación de energía se identifiquen áreas críticas, mejoramiento de la distribución de la carga y proyección de entornos de intervención de mayor sostenibilidad.

En otro contexto, en el Ecuador las crisis energéticas que se producen por las variaciones climáticas representan un reto para los gobiernos. Su efecto en los ciudadanos es evidente: apagones, fábricas paralizadas y sectores sin energía, exigen reflexionar sobre este tema limitante del progreso y bienestar; la escasa o nula inversión en equipos, la sujeción a fuentes no renovables de energía, la ineficaz gestión del recurso, ha llevado a una carestía y elevación de costos, sobre todo en los sectores urbanos e industriales, como consecuencia de estructuras caducas de generación energética, con metas imposibles de alcanzar y equivocadas vías que han alejado al sector de la verdadera realidad [4].

Específicamente, en áreas urbanas pobladas como Guayaquil, la tensión que existe por la deficiente infraestructura energética es evidente; esto sucede porque el consumo de energía ha aumentado, así como también se ha concentrado el comercio y un crecimiento urbano vertical. No obstante, la combinación de tecnología avanzada, análisis espacial y aplicación de normativas reguladoras de energía aún se mantienen incipientes. Por lo tanto, este proyecto busca contribuir con un modelo conceptual y técnico, que facilite el fortalecimiento de la planificación energética de las urbes, con la aplicación de tecnologías accesibles y modelos que pueden replicarse a nivel nacional.

1.2 INTRODUCCIÓN

El aumento de las zonas urbanizadas, sobre todo en las grandes ciudades del mundo, conlleva un elevado incremento en las necesidades de energía; esto genera múltiples

retos a los países, sobre todo en la administración de los recursos de este servicio. En los centros urbanos, la demanda de energía tiene mucho que ver con el aumento de población, además de modelos de comportamiento de consumo y los distintos tipos de construcciones que conforman ese sector [5].

El gasto de energía en las áreas geográficas que comprenden un determinado territorio es distinto, dependiendo de su localización. El sector residencial está conformado por un sistema combinado, que depende de varios factores, como lo son el clima (la temperatura predominante en el exterior), aspectos demográficos y económicos, y los requerimientos de los usuarios finales del servicio. Al omitirse uno o algunos de estos factores en el momento de realizar un análisis para impulsar nuevos planes de provisión de energía o la creación de políticas y directrices, existe la posibilidad de que las acciones que resulten sean un fracaso; por tal motivo es de mucha importancia un cálculo profundo, que permita afrontar los retos, tanto de energía como del clima [5].

En el mismo contexto, a pesar de que existen estudios amplios del consumo de energía residencial, es necesario un consenso estándar y general para crear modelos geoespaciales integrales [5]. De acuerdo con [6] se ha reportado un calentamiento excesivo en alrededor de 400 centros urbanos significativos en el mundo, por lo que los retos en cuanto a rendimiento de energía tienen una notable incidencia en edificaciones, tanto proyectos nuevos, de carácter social, tradicionales, así como también viviendas adyacentes con rendimiento eficiente de energía. Esto significaría que es importante el desarrollo de estrategias para un consumo eficiente de este recurso, a través de la transformación de las redes energéticas existentes en un determinado sector, puesto que es más conveniente este tipo de cambio que la renovación de una sola edificación.

La alta demanda energética en los centros urbanos implica la necesidad de disponer de herramientas con tecnología de punta, con las que se podrá realizar un estudio más detallado y exacto, además de realizarlo en tiempo real, de toda la energía que se encuentra distribuida. Una de estas herramientas es el Sistema de Información Geográfica (SIG), muy utilizado a nivel mundial para optimizar los planes urbanos de distribución energética [7], y que facilita el cálculo de la georreferenciación de la información de energía, facilitando la construcción de mapas que pueden especificar

el nivel de requerimientos energéticos en lugares específicos de una localidad o ciudad, con lo que se puede mejorar la gestión del recurso o su correspondiente asignación [8].

A la georreferenciación se suma su integración en el análisis los niveles de consumo energético, facilitando la identificación de las zonas de mayor demanda y anticipar las acciones que se requieran llevar a cabo en cuanto a infraestructura, aspectos de mucha importancia en las grandes urbes, en donde las desigualdades sociales y económicas son evidentes en la utilización de la energía [8]. El uso de los SIG ha tenido su eficacia en otras urbes latinoamericanas, permitiendo el mapeo de la demanda de energía y la mejora en la repartición de este recurso, la eficiencia y disminución de costos [7].

A nivel nacional, Guayaquil es una ciudad que crece constantemente. Sus edificaciones generan una alta demanda de energía eléctrica, sobre todo en el sector urbano, tanto para uso residencial, comercial o institucional, generando alta demanda energética. Su red de distribución ha sido diseñada con modelos 2D, desconectados del entorno espacial real de donde se consume; esta desconexión entre la red y el territorio provoca diagnósticos de consumo de energía poco precisos y, por ende, es más difícil identificar zonas críticas.

La demanda emergente de energía en Guayaquil, junto con los retos que presenta en sistema eléctrico, requiere ser analizado detalladamente, para determinar cuál es la necesidad energética real en el centro de la ciudad. Para lograr este propósito, el uso de herramientas tecnológicas como los SIG tridimensionales, facilitará vencer estas limitantes, y esto se conseguirá integrando redes de distribución 2D con modelos 3D de edificios urbanos, optimizando la visualización, análisis y gestión de la demanda de energía. Esta facultad de superposición espacial se dificulta en sectores como el centro de Guayaquil, en donde los edificios y el consumo de energía hacen frente a desafíos complejos de planificación.

Por lo tanto, la utilización de los SIG para la georreferenciación de los requerimientos de energía puede ofrecer una herramienta útil de identificación de patrones de consumo y sitios de mayor criticidad, de manera que la planificación energética para la ciudad sea eficiente y sostenible.

1.3 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La forma de planificación de la demanda general agregada permite comprender las deficiencias en la representación espacial de la carga. En el centro de la ciudad de

Guayaquil los alimentadores de la subestación Boyacá han presentado una alta cargabilidad con transformadores que han alcanzado el 91% de su temperatura estimada. Sin embargo, los datos que se tienen al alcance están limitados para comprender realmente cómo funciona la demanda para diferentes edificaciones y sector privado.

Actualmente, los estudios que se han realizado para analizar las conexiones de los sistemas eléctricos en las edificaciones urbanas han demostrado que los sistemas de redes en dos y tres dimensiones se encuentran restringidos. A esto hay que añadir la inexistencia de directrices técnicas que faciliten demostrar lo limitado que se encuentran los sistemas SIG, en los cálculos de la demanda energética existente en determinadas áreas geográficas. Esto se traduce en la disminución de la confianza que pueda tener un sistema, restando confianza a las herramientas informáticas y limitando que se planifique correctamente la incorporación de nueva maquinaria en las subestaciones o acciones de mantenimiento predictivo.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La zona céntrica de la ciudad de Guayaquil, con su linda historia comercial y demografía diversa, necesita un plan de energía inteligente, capaz de integrar información geoespacial y eléctrica. El uso de un SIG permite georreferenciar redes, analizar patrones y proyectar un escenario energético con mayor fluidez y precisión. Por lo tanto, se surge unir las dos metodologías, el modelo 2D sirve para integrar redes y 3D para edificaciones, aplicando criterios de correspondencia espacial y funcional que permitiría la visualización de demanda energética de edificaciones, ramal o sectores público o privado.

Esta propuesta permite ir más allá de las formas habituales y tradicionales y facilitaría la toma de decisiones para un mayor servicio técnico y estratégico para la mejora de sostenibilidad y confiabilidad en los sistemas energéticos de la ciudad.

1.5 ALCANCE Y DELIMITACIONES

Este estudio se sitúa en el casco urbano de la ciudad de Guayaquil, en donde se concentra gran cantidad de construcciones de uso mixto (comercial, residencial e institucional) y que es manejada por la subestación Boyacá, la misma que recibe suministro a través de la línea de subtransmisión Garay, con una operatividad de 69

kilovoltios (kV), distribuyendo energía por medio de dos transformadores de potencia, que tienen capacidad nominal de 18/24 (MVA).

El estudio estará compuesto por 1.000 usuarios, tanto comerciales como residenciales, escogidos de forma aleatoria. La propuesta se desarrollará a nivel metodológico, sin intervenciones físicas, y se va a enfocar en el análisis espacial y energético mediante SIG 3D.

1.6 MARCO HIPOTÉTICO

1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL

Si se establecen criterios técnicos adecuados para integrar redes de distribución eléctrica en 2D con edificaciones urbanas en 3D en un entorno SIG, entonces es posible mejorar la estimación y visualización de la demanda energética a nivel de edificación y ramal en zonas urbanas

1.6.2 HIPÓTESIS ESPECÍFICA

- La clasificación correcta de las edificaciones de acuerdo con su uso funcional facilitará la asignación de una curva de demanda tipo, adecuada para estimar su carga eléctrica.
- Con el establecimiento de una correspondencia espacial entre los edificios y los elementos de la red eléctrica se podrá representar técnicamente la demanda distribuida en un entorno SIG.
- La sistematización de los criterios de integración red-edificación, permitirá replicar el modelo para apoyar la planificación de infraestructura energética urbana.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 OBJETIVO GENERAL

Proponer criterios técnicos y espaciales en la integración de redes de distribución eléctrica aprovechando la tecnología de los Sistemas Integrados de Georreferenciación para mejorar la calidad de la planificación energética urbana en la zona centro de Guayaquil.

1.7.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar las condiciones técnicas y espaciales actuales de la red de distribución eléctrica en la zona centro de Guayaquil, con base en información georreferenciada.
- Determinar los parámetros técnicos y espaciales relevantes para la integración de redes de distribución eléctrica en entornos SIG, orientados a la planificación energética urbana.
- Diseñar una propuesta de integración de redes eléctricas utilizando SIG, que permita mejorar la precisión y confiabilidad del análisis energético urbano en la zona de estudio.

CAPÍTULO 2

2.1 FUNDAMENTO TEÓRICO

2.1.1 PLANIFICACIÓN DE LA ENERGÍA EN ÁREAS URBANAS

La planificación de la energía urbana se refiere a un crecimiento inteligente de la ciudad que equilibra el uso de energía con ser seguro y eficiente. En este proceso se trata de descubrir los patrones de demanda e infraestructura de edificaciones eléctricas que existen en escenarios futuros [9], requerir coordinaciones entre instituciones públicas, empresas distribuidoras y la ciudadanía. Es posible crear ciudades y adaptarse a cambios tecnológicos y climáticos.

Este tipo de planificación es muy importante para enfrentar desafíos, tales como el cambio climático, puesto que las ciudades crecen de forma acelerada y necesitan diferentes maneras de obtener energía. La investigación muestra la planificación energética actual como la eficiencia de recurso y participación ciudadana. La unión de tecnologías como redes eléctricas inteligentes, energía renovable y eficiente en edificaciones como Ciudades Inteligentes (*Smart Cities*) permitirá crear ciudades inteligentes y reducir el riesgo apagones y sobrecarga [10].

2.1.2 TERMOGRAFÍA INFRARROJA PARA REDES ELÉCTRICAS

La termografía infrarroja es un método nuevo y recomendado para inspeccionar los sistemas eléctricos de principio a fin y poder encontrar la detección de fallas tempranas, como piezas y componente en desgaste por el excesivo calentamiento de los equipos. Esta tecnología permite visualizar las diferentes etapas de calentamiento que se encuentran en los conductores, transformadores y aisladores. Este equipo permitirá realizar mantenimientos eficaces y eficientes [11].

Entre sus ventajas se encuentran el tiempo de ahorro evitando interrupciones, la utilización de los recursos de mantenimiento en los equipos eléctricos con un tiempo más prolongado en su vida útil. En lugares donde es difícil llegar a las infraestructuras, se usan drones para verificar con la cámara de calor las temperaturas altas de los equipos [12]. Y utilizar la respectiva normativa ANSI/NETA ATS-2009 garantizando la correcta evaluación de los equipos con la unión de la tecnología IoT y herramientas de gestión inteligente, permitirá estar en alerta y notificando las interrupciones en la red eléctrica de la ciudad para el fortalecimiento de la confiabilidad.

En la Figura 1 se muestra el uso de la cámara termográfica que permitirá realizar la respectiva revisión de parámetros, con la normativa ANSI/NETA-2009.

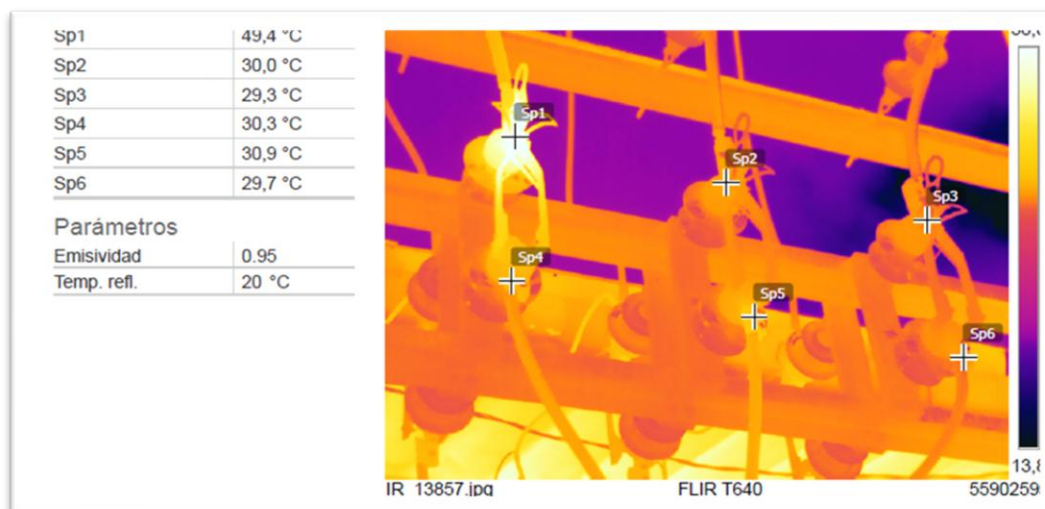


Figura 1. Termografía en seccionadoras cuchillas tripolares en vacío de alimentadoras de distribución

Fuente: elaborado por los autores

2.1.3 SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG) TRIDIMENSIONAL

La planificación energética de la ciudad con SIG permite el uso de tres herramientas principales, integrar variables espaciales, técnicas, socioeconómico, fundamentales para la planificación energética urbana en un entorno visual interactivo. Su uso en entornos urbanos facilita el análisis detallado de la relación entre la infraestructura eléctrica, el uso del suelo, la densidad constructiva y los patrones de consumo energético [9].

Con SIG 3D se identifican áreas con alta demanda al evaluar el impacto de la capacidad de carga de red existentes y los nuevos proyectos de desarrollo urbano. Estas plataformas se integran con modelos BIM (Building Information Modeling), sensores de tiempo real y simulaciones climáticas para registrar el comportamiento energético de la ciudad [13]. La compatibilidad de herramientas como CYMDI, ArcGIS Pro permitirá realizar el respectivo análisis multicriterio, proponer medidas correctivas localizadas y mejorar la toma de decisiones urbanas con base en evidencia espacial y energética en edificaciones.

En este estudio, el uso del software ArcGIS, que se muestra en la Figura 2, permitirá realizar mediciones en 3D en las edificaciones del centro de la ciudad de Guayaquil.

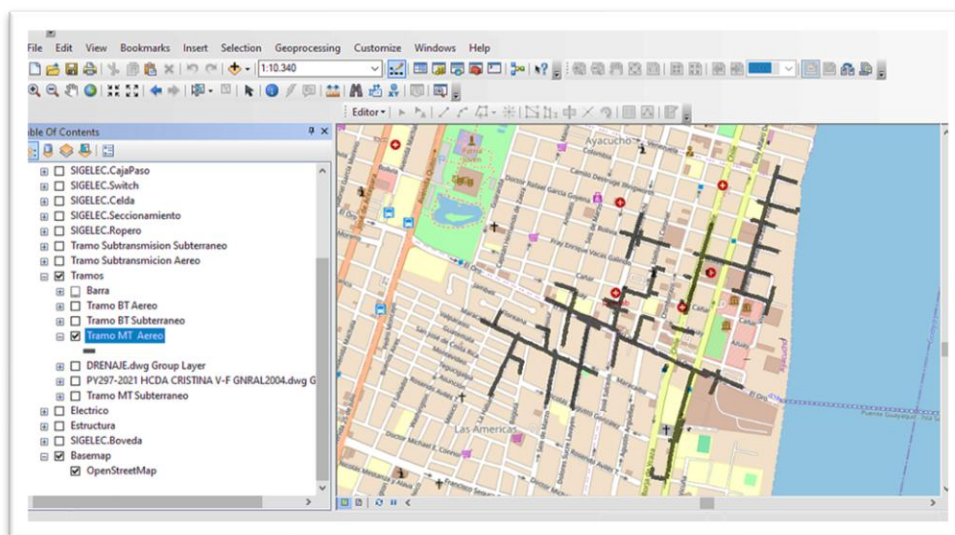


Figura 2. Interfaz del software ArcGIS alimentador urbano

Fuente: elaborado por los autores

2.1.4 MODELADO ENERGÉTICO DE EDIFICACIONES

El modelado de energía eléctrica de los edificios es una forma importante de probar la eficiencia energética, para determinar la manera de mejorar. Este enfoque utiliza simulaciones digitales para tratar de descubrir los comportamiento térmico y eléctrico, teniendo en cuenta algunos aspectos, tales como la orientación solar, aislamiento, condiciones climáticas [14].

El uso de herramientas como ArcGIS permite evaluar diferentes escenarios de operación, tecnología pasiva y activa y propuesta de mejoramiento de energía. Este tipo de análisis es muy práctico y útil en áreas de la ciudad con edificaciones altas por este motivo tiene un objetivo muy específico en la red de distribución. El modelado de energía eléctrica permitirá verificar el cumplimiento de normativas, planificar intervenciones progresivas, estimar el potencial de generación distribuida [15]. Los diseños de políticas públicas están basados en datos reales y pueden realizar la construcción de edificaciones de consumo eficiente.

2.1.5 CURVAS DE DEMANDA ELÉCTRICA POR TIPO DE CARGA

Las curvas de demanda eléctrica muestran las variantes que se producen por el consumo energético en diferentes momentos, lo que permite anticipar los momentos de mayor consumo de la red. Estas curvas se clasifican en categoría residenciales, comerciales, industriales e institucionales con su propia forma de variación de voltaje máximo [16].

El análisis de estas curvas permite una gestión más eficiente del suministro energético, el diseño de programas de eficiencia dirigidas y aplicación de la tasa de tiempo para incentivar el desplazamiento de la demanda fuera de los picos [17]; también se pueden calcular indicadores tales como como factor de carga, la demanda máxima y demanda promedio, necesarios para el tamaño óptimo de transformadores, alimentadores y sistema de respaldo. El uso de medidores para la digitalización específica ofrece datos con mayor detalle, lo que ayuda a obtener una imagen detallada de cómo se comportan los diferentes grupos de usuarios para los modelos de planificación y simulaciones de redes eléctricas urbanas [18].

A nivel institucional, el modelado de energía permite modificar los diseños de escuelas, centros de salud, edificios administrativos, mejorando su desempeño ambiental y la reducción de gastos, Además puede integrarse con sistemas de certificación como LEED, BREEAM o EDGE para las verificaciones de estándares eléctricos de sostenibilidad. La Figura 3 permite visualizar la curva de demanda típica del consumo diario de los usuarios residenciales y comerciales.

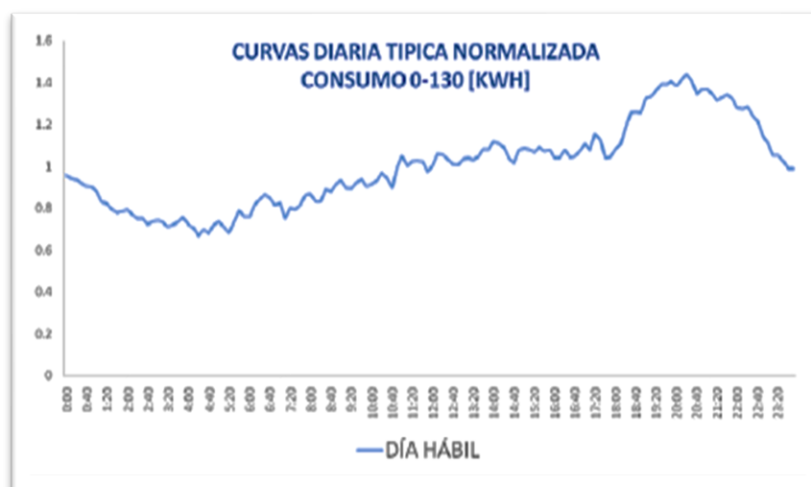


Figura 3. Curva diaria de demanda de energía en alimentador urbano
Fuente: elaborado por los autores

2.1.6 SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

Las subestaciones eléctricas “son instalaciones encargadas de realizar transformaciones de tensión, frecuencia, número de fases o conexiones de dos o más circuitos” [19, Párr. 1]. Su finalidad es el establecimiento de los niveles de tensión eléctrica correctos, que permitirán la producción, conversión, regulación y distribución del recurso eléctrico [20]. Tienen una ubicación adyacente a las centrales que generan energía eléctrica, en el perímetro de las áreas urbanas o en la parte interior o exterior

de las edificaciones. Las que se encuentran en las ciudades, tienen su ubicación al interior de los edificios, con el fin de optimizar los espacios, minimizando también los efectos contaminantes; por su parte, las subestaciones que se ubican fuera de los centros urbanos están a la intemperie [19].

Las subestaciones eléctricas están conformadas por maquinaria técnica especializada y mecanismos de control, encargados de mantener el voltaje de las cargas eléctricas en los niveles correctos, gestionando el flujo de energía a través de herramientas que controlan y protegen las instalaciones; en lo posterior, esta energía será distribuida y pasará al consumo de los usuarios. Las herramientas incorporadas para el control del flujo energético están reguladas por estándares y normativas de diseño, con los cuales los sistemas eléctricos se encuentran protegidos [21].

Las subestaciones eléctricas son partes clave de los sistemas de energía, cambian los niveles de voltaje y ayudan a mover y extender la energía. Thomas Edison estableció la primera planta eléctrica en Nueva York en 1882, iniciando todo el asunto de la electricidad urbana. Pero fue el trabajo de Nikola Tesla para alterar la corriente y el uso de Westinghouse lo que hizo posible construir enormes redes con diferentes niveles de voltaje. Al principio, estas subestaciones eran solo puntos básicos donde se cambiaba la energía; a medida que la necesidad del recurso creció y la red se hizo más grande, comenzaron a tener todo tipo de equipo para mantener las cosas seguras, medir cosas y controlar el flujo de carga. Con todo el progreso tecnológico, ahora se habla de subestaciones inteligentes que forman parte de los sistemas “SCADA” y las redes inteligentes [22].

En la Figura 4 se muestra un modelo de subestación eléctrica.



Figura 4. Subestación eléctrica
Fuente: Tomado de [19]

2.1.7 ELEMENTOS DE UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA

2.1.7.1 SECCIONADORES DE AIRE DE ALTA TENSIÓN

Son interruptores mecánicos que facilitan la apertura de circuitos sin carga, garantizando un mantenimiento seguro. Se los conoce como seccionadores de aire, y son componentes utilizados para energizar o quitar energía a cualquier parte de un circuito eléctrico. Desempeñan un papel fundamental en la revisión visual sobre las conexiones, para comprobar su cierre o apertura [20], [23].

Estos dispositivos no operan bajo carga; se mantienen cerrados cuando fluye una corriente más o menos significativa, o cuando se presenta alto voltaje residual en los contactos, luego de que han sido abiertos. No obstante, sí permiten la interrupción de corrientes eléctricas bajas, siempre que el voltaje de contacto sea casi inexistente.

Por otro lado, los seleccionadores de puesta a tierra son componentes mecánicos que fueron diseñados para realizar la conexión a tierra de algunos fragmentos de los circuitos. Su función básica es certificar la seguridad de los equipos y otros elementos de los circuitos al ponerlos a tierra, y con esto facilitar la accesibilidad segura para el mantenimiento de los mismos. Su funcionamiento puede ser junto a un seccionador de alta tensión u operar independientemente [24] (ver Figura 5).



Figura 5. Seccionadores de aire de alta tensión
Fuente: Tomado de [24]

2.1.7.2 INTERRUPTORES SECCIONADORES DE DOBLE RUPTURA CON RUPTURA DE AIRE DE ALTA TENSIÓN

Son conectores de interrupción o restablecimiento de la continuidad de un circuito eléctrico, aun en presencia de carga alta o fallas. De gran importancia para mantener la seguridad de los sistemas eléctricos.

El seccionador de doble apertura lateral es una clase de seccionador distinto al de apertura por presentar una estructura compacta y un ángulo de apertura de sus cuchillas, la misma que no es de 90° , sino que lo hace a un ángulo menor, provocando la reducción requerida entre las fases. Su cuchilla se encuentra montada en un aislador central que gira, mientras los aisladores que se encuentran a los extremos soportan las mordazas [24].

En la Figura 6 se presenta una toma física de un modelo de seleccionador de energía.



Figura 6. Interruptor seccionador tipo pantógrafo
Fuente: Tomado de [24]

2.1.7.3 PARARRAYOS O APARTARRAYOS

Son componentes para proteger los equipos de las variaciones de tensión provocadas por descargas atmosféricas. Alejan hacia la tierra las corrientes de energía peligrosas, manteniendo, de esa forma, la tensión de los equipos en niveles de seguridad.

Es importante el monitoreo de las condiciones de los pararrayos actuales, dado que los equipos que se encuentran a su cargo para su protección deben mantenerse fuera de las variaciones eléctricas y, a pesar de disponer de una vida útil larga, tienen que pasar por una revisión para descubrir cualquier desgaste de sus propiedades aislantes, antes de su condición se transforme en crítica. Existen dos dispositivos para monitoreo ampliamente utilizados:

- Contadores de sobretensiones: registran la cantidad de impulsos de sobretensión que han sido desviados.
- Monitores de corriente de fuga: miden la pequeña corriente que fluye del pararrayo, detectando algún fallo posible.

En la Figura 7 se puede visualizar este componente de protección de equipos.



Figura 7. Pararrayo de corriente (tc)

Fuente: Tomado de [25]

2.1.7.4 FUSIBLE DE POTENCIA

Son componentes para seguridad eléctrica, que se diseñan con la finalidad de parar la corriente en un circuito al momento de detectar cortocircuito o sobrecarga. Protege las instalaciones eléctricas, garantizando la seguridad personal de posibles incendios.

El funcionamiento del fusible permitirá la detección de fallos o sobrecargas, la interrupción de corriente y la coordinación de su trabajo con otros dispositivos encargados de dar seguridad a los sistemas. Su principal función es la fundición del elemento fusible, que abrirá el circuito, la extinción del arco eléctrico que se genera en

el proceso y mantenerlo abierto, sin la formación de arcos residuales [26] (ver Figura 8).



Figura 8. Fusible de potencia
Fuente: Tomado de [26]

En la Tabla 1 se presentan los tipos de fusibles y todos los valores a ellos asociados.

Tipo de fusible	kV			Amperios, RMS, simétricos		
	Nominal	Máximo	Nivel básico de aislación (NBAI)	Máximo	Interrupción	
					60 Hz	50 Hz
SMD-50	34.5	38	200	100E	6 700	6 700
	46	48.3	250	100E	5 000	5 000
	69	72.5	350	100E	3 350	3 350
SMD-1A	34.5	38	200	200E	17 500	17 500
	46	48.3	250	200E	13 100	13 100
	69	72.5	350	200E	8 750	8 750
SMD-2C	34.5	38	200	300E	33 500	33 500
	46	48.3	250	300E	31 500	31 500
SMD-2B	69	72.5	350	300E	17 500	17 500
	115	121	550	250E	10 500	10 500
	138	145	650 & 750	250E	8 750	8 750
SMD-3	69	72.5	350	300E	25 000	25 000

Tabla 1. Capacidades de los fusibles
Fuente: Tomado de [26]

En la Tabla 2 se muestran los tipos de fusibles que existen en el mercado.

Fusible clase G	Tensión máxima de operación de 300V; no son recambiables.
Fusible clase H	Pueden ser recambiables o no, con capacidades de interrupción de hasta 10KA. Operan con voltajes entre 250V y 600V AC.
Fusible clase J	No son recambiables y soportan tensiones de hasta 600V AC. Pueden tener un retardo de tiempo y están diseñados para ser atornillados a barras colectoras o fijados a portafusibles.
Fusible clase K	Son limitadores de corriente no recambiables, con capacidades de interrupción que van de 100 a 200KA y una tensión de operación de 600V AC.
Fusible clase L	Para tensiones de 600V AC, están pensados para ser atornillados a barras colectoras.
Fusible clase R	No son recambiables y pueden operar con retardo de tiempo. Tienen una tensión nominal que varía entre 250V y 600V AC
Fusible clase CC	Pequeños y de baja potencia, no son recambiables y son ideales para intensidades nominales de hasta 30V AC. Se fijan en portafusibles

Tabla 2. Clasificación de los fusibles
Fuente: Tomado de [27]

2.1.7.5 TRANSFORMADOR DE PODER

Es el equipo más importante de la subestación. Cambia el nivel de la tensión de la energía, para un aumento (elevadores) o disminución (reductores). Es un elemento estático que funciona por medio de corriente alterna, y su objetivo es cambiar la intensidad o voltaje de la corriente, conservando el nivel de frecuencia y, teóricamente, la potencia. Para conseguir este propósito, transforma la electricidad del devanado de entrada en un campo magnético y posteriormente la convierte en electricidad.

En la Figura 9 se muestra un modelo de un transformador eléctrico.



Figura 9. Transformador de potencia sumergido en aceite

Fuente: Tomado de [28]

Los componentes de un transformador se los puede apreciar en la Figura 10.

- 1-Cuba de transformador
- 2-Tubo radiadores
- 3-Núcleo (circuito magnético)
- 4-Devanado
- 5-Relé Buchholz
- 6-Tanque conservador
- 7-Indicador de aceite
- 8-Tubo de escape en caso de explosión
- 9-Aisladores devanado at
- 10-Aisladores devanado bt
- 11-Termómetro
- 12-Conexión de los tubos radiadores del tanque
- 13-Tornillo opresores para dar rigidez al núcleo
- 14-Base para transporte
- 15-Refrigerante

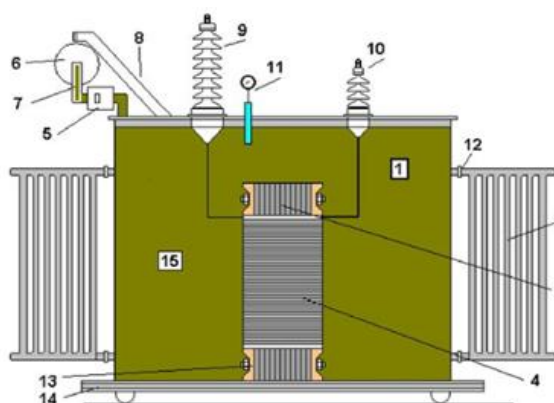


Figura 10. Partes de un transformador sumergido en aceite

Fuente: Tomado de [29]

- **Deficiencias que presenta un transformador de poder**

Los fallos primarios se producen gradualmente; si no tienen una solución inmediata podrían ocasionar graves daños. Se manifiestan con **sobrecalentamiento**, cuando las conexiones internas están mal estructuradas, los ventiladores tienen funcionamiento deficiente o cuando se bloquea el paso del refrigerante impidiendo, de esa forma, la ventilación adecuada del sistema; también por **sobre flujo magnético**, cuando en la parte central del transformador la densidad del flujo magnético crece proporcionalmente a la frecuencia y tensión, provocando calor y pérdidas. **Sobrepresión**, ocurre en el tanque del transformador, debido al depósito de material gaseoso elevando, por ende, la presión. Ocurre de manera imprevista y progresiva. **Descargas parciales**, descargas eléctricas pequeñas, generadas entre partes *vivas* del transformador, deteriorando progresivamente el aislamiento [30].

2.1.7.6 AISLADORES

Son componentes importantes que tienen la función de aislar los conductores eléctricos que se encuentran en las torres y el suelo. Su diseño soporta alto voltaje y mantiene en su lugar el cableado; se los usa en la distribución de energía y líneas de transmisión.

Un tipo de aislador comúnmente utilizado es el de **porcelana**, para líneas carga eléctrica de 11 KV y 400 KV; la confección de estos aisladores tiene como base la arcilla cocida, y son resistentes [31].

En la Figura 11 se muestran los modelos de aisladores de porcelana que existen en el mercado.



*Figura 11. Aislador de grillete de porcelana ANSI
Fuente: Tomado de [31]*

El otro tipo de aisladores son los **poliméricos**, como alternativa actual a los aisladores de porcelana. Su diseño está desarrollado para cumplir los más rigurosos requisitos, con un abanico amplio de productos. Se caracterizan por su fácil mantenimiento y acoplamiento, con lo que se disminuye costos y tiempo de implementación [32] (ver Figura 12).



*Figura 12. Aisladores poliméricos: conductores industriales
Fuente: Tomado de [32]*

2.1.7.7 SERVICIOS AUXILIARES DE CARGA CONTINUA

Estos servicios buscan “tener el control de la subestación, proveer la alimentación a circuitos de disparo, circuitos de cierre, equipos de protección, sistemas de refrigeración, aire acondicionado y equipos de supervisión” [33, p. 13]. El funcionamiento de los equipos que integran la subestación está dado por una fuente de energía, de manera que se controle, supervise y proteja los aparatos.

En la Figura 13 se muestra un modelo de un cargador de baterías.



*Figura 13. Tablero del cargador de baterías
Fuente: Tomado de [34]*

Las baterías que se utilizan en las subestaciones eléctricas están almacenadas en bancos, los mismos que son un conjunto de estos elementos, que sirven para el almacenamiento de la energía eléctrica. Se conectan en serie o en paralelo y de esta forma se puede ofrecer cargas energéticas que permitan el funcionamiento de dispositivos o sistemas eléctricos [35]. En la Figura 14 se muestra un modelo de este sistema de almacenamiento.



*Figura 14. Banco de baterías
Fuente: Tomado de [34]*

2.1.7.8 DEFINICIÓN DE DIAGRAMA UNIFILAR PARA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA 69KV

Estos diagramas son utilizados “para representar de manera simplificada los circuitos eléctricos. (...) permiten entender cómo se conectan los diferentes elementos de un sistema eléctrico, así como analizar y diseñar sistemas más complejos” [36, Párr. 1].

En la Figura 15 se muestra el diagrama unifilar representativo de la subestación Boyacá de 69KV.

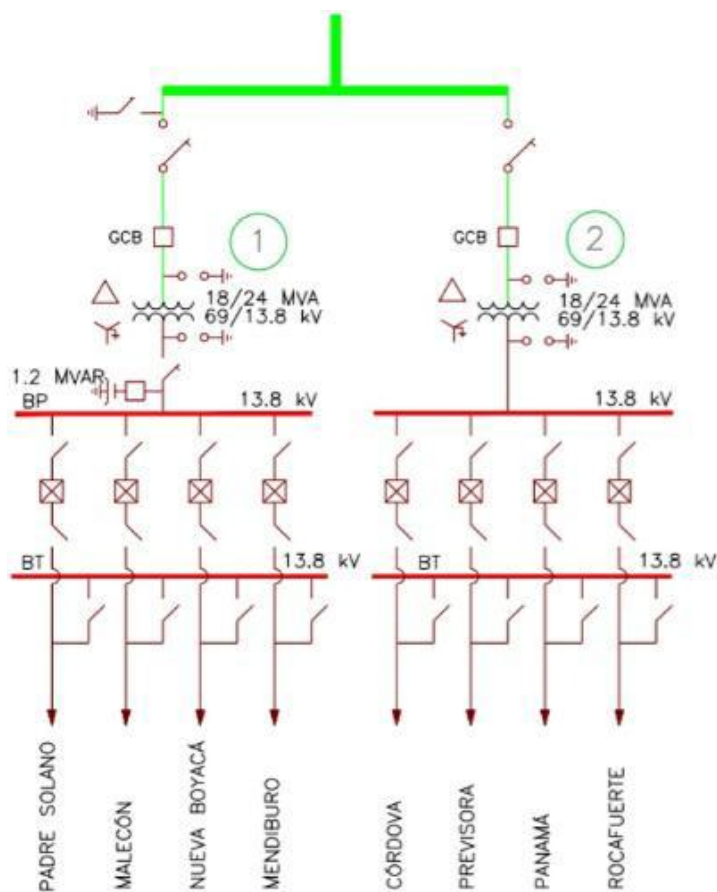


Figura 15. Diagrama unifilar de la subestación Boyacá de 69KV
Fuente: elaborado por los autores

Existen algunos criterios de desempeño para la protección de las subestaciones, entre los que se encuentran la **tasa de falla**, que representa una cantidad tolerable de fallos en el aislamiento, que se pueden presentar durante la existencia de la subestación. Su diseño se fundamenta en niveles de desempeño evaluables, según las normativas IEC 60071-2 y la IEEE 1313.2; en la normativa la IEC 62305-2-2010 se definen riesgos aceptables para la instalación, los que se ven influenciados por eventuales pérdidas del servicio [37].

Por lo general “en las subestaciones se utilizan **márgenes de seguridad** de 15 % para los devanados del transformador y 5 % para el aislamiento en aire” [37, Párr. 4].

Por otro lado, la **distancia de separación** representa “la distancia entre los pararrayos y el equipo que se pretende proteger. Si es demasiado grande y debido a las reflexiones y las ondas viajeras, el voltaje en el equipo protegido podría exceder su nivel de aislamiento especificado” [37, Párr. 5].

2.1.7.9 DEMANDA ELÉCTRICA

El modelo de proyección de la demanda nacional de energía toma en consideración algunos escenarios a futuro. Se sustenta en modelos econométricos de estructura logarítmica lineal, formulada de la siguiente manera:

$$\ln Y_t = \ln \alpha + \beta_1 \ln X_{1t} + \beta_2 \ln X_{2t} + \varepsilon_t$$

En donde

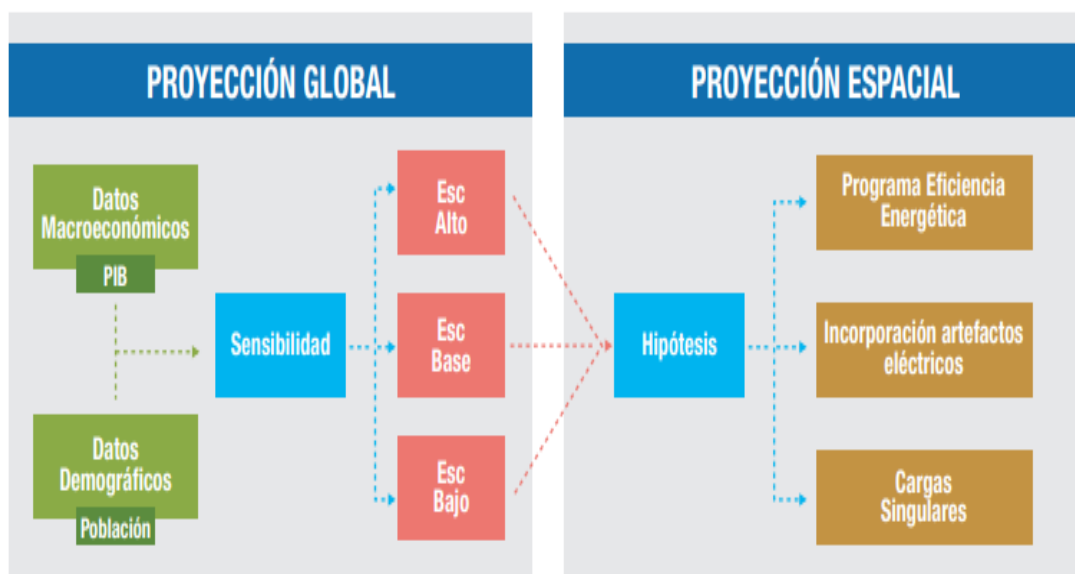
YT = es la variable a explicar

XT = variables explicativas

ET = término de error aleatorio

El **coeficiente A** (ÁNGULO) = ordenada al origen y representa las elasticidades de **YT** con respecto a las **XT** y las **B** son los coeficientes de regresión [38].

El modelo base fue construido sobre los sustentos de proyecciones de demanda de los consumidores, desde donde variables clave como la población y el PIB se sometieron a hipótesis para poder realizar las estimaciones. A esto se sumaron el cambio de la tecnología y diversos planes, que tienen incidencia exógena en la demanda. En la Figura 16 se muestra el modelo de proyección, de forma esquematizada, que fue utilizado en este plan.



*Figura 16. Presentación del plan nacional energético 2020
Fuente: Tomado de [38]*

2.1.8 SOFTWARE ArcGIS

ArcGIS es una plataforma compleja integral de los sistemas de información geográfica SIG, que tiene como objetivo la recolección, organización, gestión y análisis de un conjunto de datos espaciales, para su posterior distribución y compartición. Su utilización está orientada hacia profesionales a nivel mundial y se aplica a áreas gubernamentales, empresariales, científicas, educativas y comunicativas. Esta herramienta permite una fácil publicación de información geográfica, de modo que tenga mayor accesibilidad para cualquier usuario sin importar el lugar en donde se encuentre, a través de la red, dispositivos inteligentes y ordenadores de escritorio [39].

En 1981 lanzó su primer software ARC/INFO, una de las primeras herramientas SIG comerciales del mundo. Con la evolución de la tecnología, en el año 2000 lanzó ArcGIS como una solución integrada que combinó análisis espacial, visualización de mapas, gestión de datos.

Con ArcGIS se puede: “crear, compartir y utilizar mapas inteligentes, compilar información geográfica, crear y administrar bases de datos geográficas, resolver problemas con el análisis espacial, crear aplicaciones basadas en mapas, dar a conocer y compartir información mediante la geografía y la visualización” [39, Párr. 6]. A través de los mapas se pueden organizar y comunicar elevados volúmenes de datos, permitiendo que sean comprensibles para cualquier persona, lo que los convierten en herramientas muy eficaces. Esta herramienta facilita la producción de un amplio abanico de formatos de mapas, tales como “mapas Web accesibles en navegadores y dispositivos móviles, diseños de mapa impresos de gran formato, mapas incluidos en informes y presentaciones, libros de mapa, atlas, mapas integrados en aplicaciones, etc.” [39, Párr. 7].

Sin importar la forma de su publicación, un mapa creado en esta plataforma es *inteligente*, esto es que permite la integración y síntesis de datos descriptivos de un sinnúmero de fuentes.

La Figura 17 muestra una visión de la representación de las pantallas de los distintos tipos de mapas ArcGIS que utilizan los profesionales en sus proyectos.



Figura 17. Vista de los mapas ArcGIS

Fuente: Tomado de [39]

2.1.9 TIPO DE SOLUCIONES ArcGIS

Las soluciones ArcGIS para análisis espacial y cartográfico existentes en el mercado, pueden ser utilizados a través de dispositivos, computadoras de escritorio o en la nube. En la Tabla 3 se muestran algunas de estas herramientas.

SOLUCIÓN	DESCRIPCIÓN
Pro	Aplicación de escritorio de última generación, para procesar datos geospaciales de un solo proyecto en 2D y 3D hasta su visualización. Su diseño permite tener un flujo de trabajo intuitivo y actual.
Desktop	Con aplicaciones clásicas como ArcMap, ArcCatalog, se editan y analizan datos geográficos. Modelo inicial de la empresa, entró en fase de soporte maduro en 2024 y su retiro se prevé para 2026.
Online	Plataforma en la nube (SaaS). Se pueden crear, almacenar, analizar y compartir mapas, datos y aplicaciones en línea desde cualquier dispositivo inteligente, con lo que se facilita la colaboración.
Enterprise	Para empresas, su implementación puede realizarse en equipos locales o en la nube. Sus servicios se orientan hacia la gestión de datos, cartografía, análisis; la información geoespacial se puede compartir de manera segura.
Tecnología para desarrolladores	Incluye kits de desarrollo (SDK), API y otras herramientas para que los programadores puedan crear aplicaciones personalizadas con funciones de mapeo y análisis espacial para la web, dispositivos móviles y de escritorio.
Soluciones varias	Aplicaciones prediseñadas y plantillas de mapas para utilización inmediata. Utilizado en diversos sectores (gobierno, seguridad, servicios públicos).
Bases de datos espaciales	Bases geoespaciales personales, de archivos y corporativas conectadas a PostgreSQL, SQL Server, Oracle, etc.

Tabla 3. Tipos de soluciones de software ArcGIS

Fuente: Tomado de [40]

2.1.10 SOFTWARE CYMDIST

CYME es un instrumento especializado que sirve para el modelado de los sistemas de distribución. Facilita la simulación del análisis del sistema, la capacidad de almacenamiento, los planes de contingencia, la calidad de la energía y la mejora del sistema. Este software tiene un paquete especializado llamado CYMDIST, utilizado para analizar los sistemas de distribución; dispone de equipos para modelado y estudio de las simulaciones que se utilizan en la organización de un sistema de distribución de energía, cuyo funcionamiento permitirá calcular el balance o desbalance que suceda en alguna de las fases, usando configuraciones radial, de anillo o de malla [41].

En la Figura 18 se muestra un ejemplo de la pantalla del software CYME en ejecución, modelando un sistema de distribución.

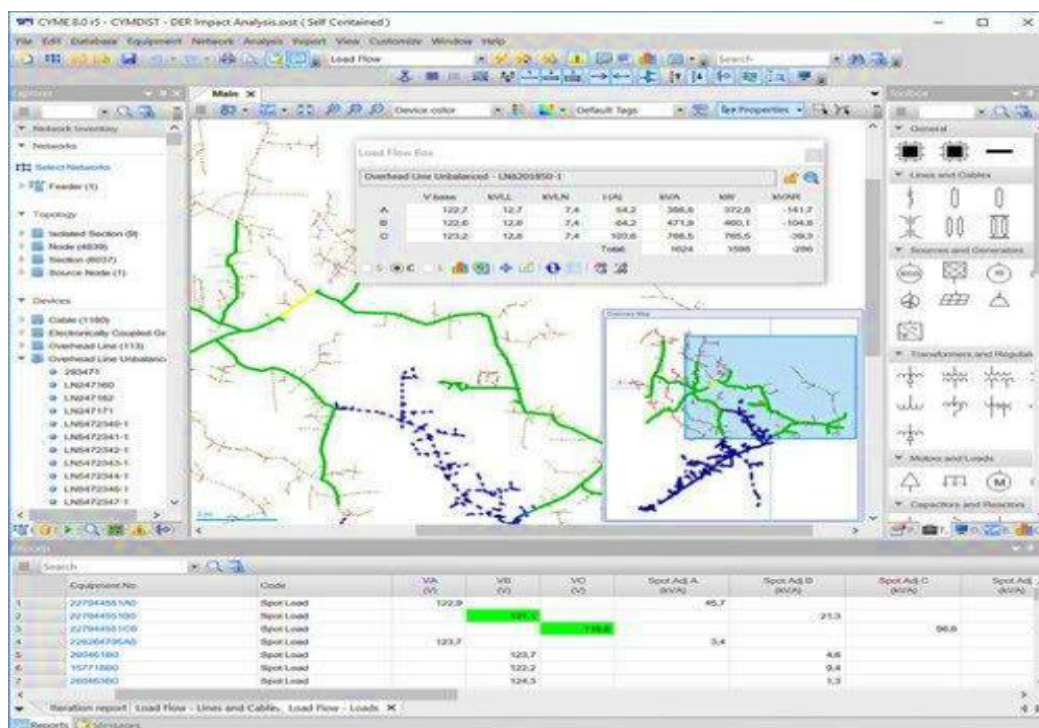


Figura 18. Pantalla de ejecución del software CYME
Fuente: Tomado de [41]

2.1.11 INTERNET DE LAS COSAS (IoT)

Internet de las Cosas o *Internet of Things* (IoT) es la tecnología constituida por una red de dispositivos físicos electrónicos que se pueden conectar entre ellos y facilitan la recolección y transferencia de datos de manera inalámbrica, sin la participación humana. Estos dispositivos pueden ser sensores, vehículos, electrodomésticos, redes eléctricas, entre otros, puesto que no solamente se necesitan los tradicionales, como

los ordenadores y móviles, ya que todo objeto que tenga interruptor para encenderse y apagarse puede ser IoT al momento de conectarse a la red, es decir, cualquier objeto al que se le pueda asignar una dirección IP con la cual realizar la transferencia de datos [42].

En la Figura 19 se muestra la tarjeta NIC AOS LTE, un medidor IoT, que ayuda a los consumidores llevar a cabo un monitoreo más flexible de energía y optimizar su uso.



*Figura 19. Dispositivo IoT: tarjeta NIC AOS LTE
Fuente: Tomado de [43]*

Algunas de las aplicaciones más importantes de la IoT son:

- **Dispositivos portátiles:** la más evidente aplicación de la IoT es la portabilidad, lo que la convierte en útil para actividades de la vida diaria. Ejemplos son los relojes inteligentes, rastreadores, cascos de realidad virtual, etc.
- **Hogares inteligentes (Smart Home):** son sistemas que conectan todos los aparatos eléctricos para la automatización de tareas, pudiendo tener el control de los mismos a lo lejos. Como ejemplos de estos dispositivos se encuentran los termostatos, cámaras de seguridad, medidores de servicios públicos, electrodomésticos conectados a internet, entre otros.
- **Ciudades inteligentes:** IoT permite la recolección y análisis de datos, que es realizado por sensores y medidores que se encuentran conectados. Los datos que se generan pueden ayudar en el mejoramiento de los equipos, servicios públicos u otros servicios. Como ejemplos se pueden mencionar control de semáforos, gestión de residuos con sensores en contenedores, alumbrado público automatizado, entre otros.

- **Vehículos autónomos:** los dispositivos IoT que son parte de estos vehículos permiten compartir datos sobre su estado y la ruta. El vehículo, a través de los sistemas que se encuentran conectados, acopian y estudian la información del tránsito y su entorno, para favorecer una conducción más autónoma.
- **Ventas de minoristas:** automatización de cajas, descuentos, perchas inteligentes que comunican cuando hay pocos productos en inventario, robots y gestión óptima de la cadena de suministro. Ejemplo de esto es la eliminación del uso de dinero en efectivo y actualización del carrito de compras en tiempo real.
- **Telesalud:** Dispositivos médicos para ofrecer servicios a la distancia, lo que incluye diagnósticos médicos remotos y la transmisión digital de imágenes, videollamadas para consultas.
- **Agricultura inteligente:** optimización de actividades agrícolas, mediante el uso de sensores y cámaras interconectadas, que monitorean los cambios en los cultivos para un ajuste operacional, para conseguir la mejora de la producción. Ejemplos son los sistemas de riego inteligentes basados en sensores de humedad y clima.
- **Industria (IoT):** se refiere al monitoreo remoto de maquinaria, mantenimiento predictivo y optimización de procesos productivos. En la Figura 20 se muestra el alcance que tienen las redes inteligentes IoT en la conexión de múltiples sectores.



*Figura 20. Redes de conexión inteligente IoT
Fuente: Tomado de [44]*

2.1.12 APLICACIÓN DE IoT EN EL SECTOR ELÉCTRICO

Los beneficios de la adopción de la IoT son varios, por lo que su utilización en diversos sectores es numerosa. En el sector eléctrico tiene algunas aplicaciones, como se lo puede apreciar en la Tabla 4.

TIPO	DESCRIPCIÓN
Monitoreo del consumo eléctrico	Mediante dispositivos, como lo son los medidores inteligentes , que operan de manera remota, es factible la medición del consumo energético en tiempo real, permitiendo detectar comportamientos deficientes, pudiendo implementar soluciones más eficientes para la empresa.
Estabilidad y confiabilidad de la red	IoT sirve para la gestión de las cargas de energía, tanto residenciales como industriales, habilitando la regulación de las frecuencias para moderar los niveles energéticos y la red tenga buen funcionamiento.
Mantenimiento predictivo	Mediante el uso de sensores, se pueden emitir alertas previas para que los equipos entren en fase de mantenimiento y minimizar la presencia de fallos. De esta forma así se previenen paralizaciones en la elaboración de los productos y urgentes arreglos de los equipos.
Recolección de datos	Los datos que IoT recopila se transforman en una base de conocimiento, para la prevención de riesgos y fallos, facilitando una toma de decisiones más precisa, con lo que se puede mejorar la eficiencia energética, rentabilidad y sostenibilidad en el tiempo.
Gestión de la demanda	Se pueden identificar formas de gestión de necesidades de carga eléctrica, conociendo de mejor manera el estado de los activos. Así se reduce la dependencia de fuertes gastos a largo plazo.
Control de Iluminación y climatización	Iluminación , mediante sensores de infrarrojo o de radar para detección de movimiento; también se puede personalizar el consumo de luz en ciertas áreas, con lo que se ahorra electricidad. Climatización , se automatiza con termostatos inteligentes y su regulación es remota. Los sensores de registro de clima activan o desactivan los aparatos eléctricos (acondicionadores de aire o calefactores).
Incentivo al uso de energías renovables	Se eliminan las trabas para el impulso de las energías renovables, reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles.
Correcciones automáticas	Se detectan comportamientos deficientes en los sistemas de energía para poder aplicar correcciones automáticamente; esto ayuda a que los daños se solucionen más rápido, antes de que éstos se conviertan en problemas graves que perjudiquen a la red de distribución.

Tabla 4. Aplicaciones de la IoT en la electricidad

Fuente: Tomado de [45]

2.2 NORMATIVA Y REFERENCIA TECNICA RELEVANTE

Las áreas urbanas necesitan normativas que deban cumplirse para contemplar los criterios de sostenibilidad y resiliencia urbana para estar preparados a todo tipo de cambio climático, como lo son los códigos de construcción ecológicos, normativas locales de ahorro de energía o ventajas para configuraciones de energía a pequeña

escala, que son muy importantes para poder dirigir el crecimiento de la ciudad en una dirección inteligente y ecológica. La referencia técnica también debe incluir guías prácticas emitidas por la IEEE, CIGRE Y ASHRAE, que se actualizan constantemente en los estándares eléctricos para una esencial planificación territorial y ambiental [15]. Además, tener reglamentos sólidos establecidos que faciliten la inversión en infraestructura energética moderna, como baterías, redes inteligentes y paneles solares, también ofrece facilidad al acceso del financiamiento climático y cooperación internacional para poder realizar proyectos de transición energética.

La normativa y reglamentación es un aspecto muy importante para establecer los lineamientos, estándares técnicos y de seguridad sobre la infraestructura que se construye, ejecuta y mantiene en la ciudad. Entre éstas se encuentran las directrices internacionales como ISO 50001 para la gestión de energía, la IEC 60364 para instalaciones eléctricas de baja tensión, NEC (código eléctrico nacional), con las cuales se permite garantizar eficiencia, sostenibilidad y seguridad en la provisión del servicio eléctrico.

Otras reglamentaciones importantes a considerar para las subestaciones son la IEC 62271, que se refiere a los equipos de conmutación y control de alta tensión, la IEEE Std 80, que es una guía para el diseño de sistemas de puesta a tierra de subestaciones, la IEEE C37 Series, que son normas sobre interruptores, reconectores y protecciones, y la NFPA 70E, que es una norma de seguridad eléctrica en los lugares de trabajo.

2.2.1 ESTÁNDARES RELACIONADOS A ArcGIS

ArcGIS trabaja con estándares internacionales geoespaciales y cartográficos.

- **OGC (Open Geoespacial Consortium):** estándares abiertos para intercambio de datos espaciales. Los siguientes son algunos protocolos de servicio web geográficos:
 - **Web Map Service (WMS):** se visualizan datos espaciales en forma de imágenes por medio de la red.
 - **Web Feature Service (WFS):** acceso de los usuarios a consultas y edición de datos de vectores de forma directa.
 - **Web Coverage Service (WCS):** accesibilidad a modelos de elevación e imágenes del satélite.

- **Web Map Tiling Service (WMTS):** usado para mostrar teselas de mapas generadas previamente, de rápida visualización [46].
- **SERIE ISO 90100:** uso eficiente de datos geoespaciales [47]
 - **ISO 19115:** señala una estructura que permite describir los datos geográficos digitales, define los metadatos [48].

2.2.2 **NORMATIVA ISO 50001. GESTIÓN DE LA ENERGÍA**

Esta normativa está creada para ofrecer soporte a empresas de cualquier ámbito, que tienen un compromiso con la sociedad para afrontar el posible impacto causado por sus operaciones, la conservación de los recursos y el mejoramiento del resultado, por medio de una gestión eficiente de la energía, para optimizar la calidad y el manejo del medio ambiente. Está sustentada en un modelo de sistema de gestión de mejora continua, que se utiliza en otras normativas (ISO 9001, ISO 14001) [49].

Este marco de trabajo ofrece a las empresas algunos requisitos:

- Creación de una política de uso productivo de la energía.
- Establecimiento de objetivos y metas realistas para el cumplimiento de la antes mencionada política.
- Uso de datos que permitan la mejor comprensión y toma de decisiones efectiva para la utilización del recurso eléctrico.
- Medición de los resultados.
- Revisión del funcionamiento de la política.
- Mejora continua de la gestión de la energía eléctrica [49].

Esta normativa:

Especifica los requisitos para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la energía (SGEn), destinado a garantizar que los sistemas y procesos mejoren continuamente y apoyen una cultura de desempeño energético en todos los niveles de la organización. [50, Párr. 3].

La **Organización Internacional de Normalización (ISO)** fue la entidad encargada de publicar la norma **ISO 50001** en vista de la ineficiente gestión de la energía que existía, tanto en las empresas y todo tipo de construcciones e industrias. ISO 50001 evolucionó a partir de estándares nacionales como **EN 16001**, desarrollado en Europa,

y guías de eficiencia energética usadas en EE.UU., Japón y otros países. En 2018 se publicó la versión revisada, **ISO 50001:2018**, con un enfoque aún más alineado a la estructura de alto nivel de las normas ISO, fomentando la cultura de eficiencia energética organizacional a nivel global.

Entre los objetivos de esta normativa, que tienen relación con el desempeño empresarial de la energía, se pueden mencionar los siguientes [51]:

- Implementación de políticas que sean eficaces para la gestión del recurso energético: la organización estará en la capacidad de gestionar eficientemente su energía en la ejecución de sus procesos y demás actividades.
- Descubrimiento de oportunidades para mejora de la energía: significa mejorar la utilización y el rendimiento energético.
- Establecimiento de objetivos y metas energéticas: deberán estar alineados con la organización y sus requerimientos, incluyendo áreas que posiblemente necesitan mejora.
- Presentación fidedigna del consumo energético: transparencia en los argumentos organizacionales en cuanto a la gestión de su energía.
- Medición y análisis sobre el desempeño de la energía.
- Evaluación del rendimiento del sistema de administración de energía, para mejorarlo en caso de requerirse.
- Estimulación del desarrollo continuo: para ajustar la organización y sus procesos a los cambios sociales, el mercado y los usuarios [51].

La normativa ISO 50001, al igual que otras normativas ISO, siguen un método de gestión de la calidad, con base en el ciclo Deming (o ciclo PDCA), que busca la mejora de los procesos: planificar, hacer, verificar y actuar [52].

La Figura 21 muestra cuáles son los lineamientos más importantes que una organización deberá considerar para implementar ISO 50001.

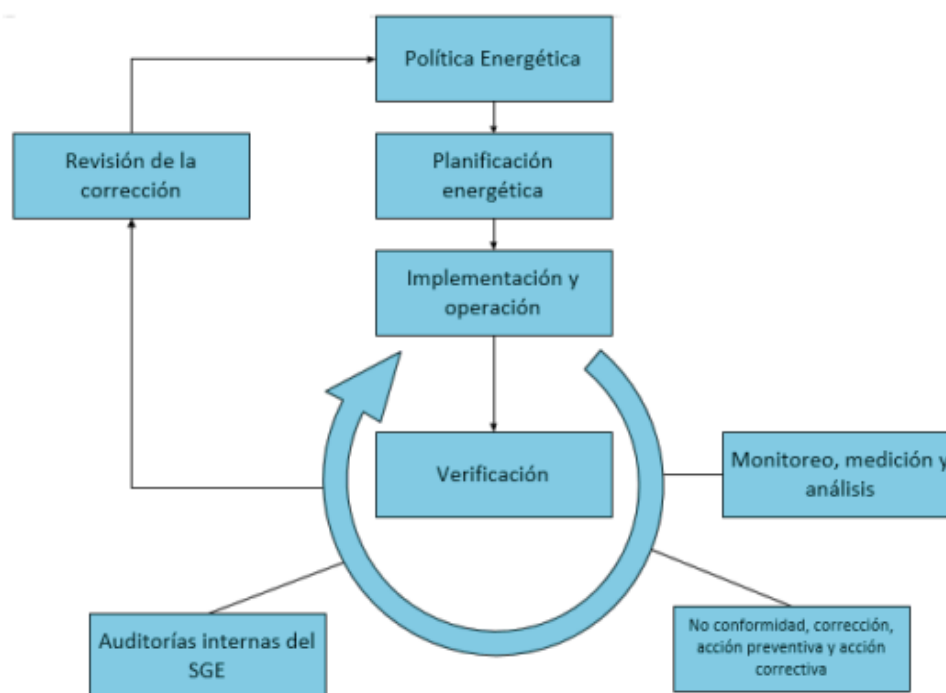


Figura 21. Metodología de uso de la normativa 50001

Fuente: Tomado de [52]

ISO 50001 está estrechamente relacionada con más normas de gestión, y muchas organizaciones la implementan en conjunto con otras (ver Tabla 5).

Norma	Nombre completo	Relación con ISO 50001
ISO 9001	Sistemas de Gestión de la Calidad	Tienen su base en el ciclo PDCA (Planificar, hacer, Verificar, Actuar) y una estructura de alto nivel (HLS), permitiendo la fácil integración de la ISO 50001 y la gestión de la calidad [53].
ISO 14001	Sistemas de Gestión Ambiental	Gestión de los aspectos ambientales de la organización, mediante un marco de trabajo, complementado directamente con la gestión de energía de la ISO 50001. La eficiencia en el manejo de la energía es un elemento clave en la gestión ambiental; de ahí su implementación conjunta [54] [55]
ISO 45001	Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo	También comparte la HLS, facilitando la integración con la gestión de la energía y la calidad, creando un sistema de gestión integral [56]
ISO 50002	Auditorías Energéticas	Ofrece directrices para la ejecución de auditorías, como parte de la fase de <i>Planificar</i> de un sistema de gestión energética según la ISO 50001 [57].
ISO 50003	Auditoría y Certificación	Determina los requerimientos para las organizaciones certificadoras que auditan sistemas de gestión de la energía según la ISO 50001 [58].
ISO 50006	Medición del Desempeño Energético	Brinda herramientas y guías de medición, monitoreo y reporte de rendimiento de energía, importante en las fases de <i>Verificar y Actuar</i> del ciclo PDCA [59].
ISO 50015	Medición y Verificación del Desempeño Energético	Estable principios y métodos de medición y verificación del ahorro energético conseguido por la organización, para demostrar la eficacia del sistema de gestión. [60]

Tabla 5. Normativas relacionadas a la ISO 50001

Fuente: Tomado de [53], [54], [55], [56], [57], [58], [59], [60]

2.2.3 SERIE IEC 60364

Son estándares internacionales que se los utiliza para la regulación de la instalación de la energía de baja tensión, creadas por Comisión Electrotécnica Internacional (IEC). No es aplicable directamente a los equipos, aunque la norma IEC 60204-1 hace referencia a ellos [61]. Son un conjunto de pautas ofrecidas a los usuarios para diseñar y articular instalaciones eléctricas, con la finalidad de brindar mayor seguridad y que la infraestructura tenga el correcto funcionamiento [62] además de criterios de funcionalidad y eficiencia energética.

Esta serie cubre:

- Circuitos que se alimentan con tensiones nominales de hasta 1000 V CA o 1500 V CC inclusive.
- Otros circuitos diferentes al cableado interno de los equipos.
- Cableado fijo para TIC, señalización, entre otras, que instalación de fibra óptica.
- Cables descubiertos y sistemas de cables que no se cubren por normativa para aparatos electrodomésticos.

Aplicados en: residencias, comercio, industria, lugares públicos, infraestructura agrícola, construcciones prefabricadas, establecimientos médicos, construcción, instalaciones temporales, alumbrado, baterías estacionarias y baterías conectadas, entre otros ejemplos [61].

Su creación estuvo orientada hacia Europa, pero con el paso del tiempo esta normativa se ha ido adoptando a otros países, que incluye a la NTE INEN ecuatoriana y a otros países.

IEC 60364 se articula con otras normas técnicas internacionales como:

- IEC 61008 / IEC 61009: Dispositivos diferenciales residuales (RCD).
- IEC 60947: Equipos de baja tensión para uso industrial.
- IEC 61439: Tableros eléctricos de baja tensión.
- IEC 61936-1 e IEC 60076: para instalaciones que integren subestaciones o transformadores [63].

2.2.4 CÓDIGO ELÉCTRICO NACIONAL (NEC)

El Código Eléctrico Nacional **NEC** (National Electric Code por sus siglas en inglés) es una norma estadounidense que determina requisitos mínimos de seguridad para instalaciones eléctricas a nivel de campo, que garantiza que toda operación de energía sea realizada de manera estandarizada y con altos niveles de seguridad.

El NEC por sí mismo no se constituye en una ley, sino como un código de aplicación obligatoria en todo EEUU y algunos países latinoamericanos, adaptado a la reglamentación local [64]; “sus requisitos se aplican a través de la **UL 508A** como norma de producto para los armarios eléctricos de las máquinas y la **NFPA 79** como norma de instalación de los equipos eléctricos en las máquinas” [64, Párr. 2]. El NEC es un código de la Asociación Nacional de Protección contra Incendios **NFPA** (National Fire Protection Association por sus siglas en inglés) y se publica como NFPA 70. Las nuevas tecnologías obligan a la actualización cada tres años de este código.

La Administración de Seguridad y Salud Ocupacional (**OSHA**) de EEUU, que exige el cumplimiento de la Ley Federal de Seguridad y Salud Ocupacional, junto con la **NEC** “exigen la homologación de los dispositivos y equipos por parte de los Laboratorios de Ensayos Reconocidos a Nivel Nacional (NRTL)” [64, Párr. 8].

Otras normativas relacionadas que se articulan con el NEC son las **IEEE** y **ANSI**, que son organismos extranjeros que crean regulaciones relacionadas a los equipos eléctricos y todo el sector electromecánico [65].

2.2.5 ESTÁNDARES ANSI/NETA

Los estándares ANSI/NETA del Instituto Nacional Estadounidense de Normas/Asociación Internacional de Pruebas Eléctricas son estándares industriales creados para la operación segura y mantenimiento de sistemas y maquinaria eléctrica. Estos estándares certifican la operatividad de los equipos de energía eléctrica, ya sean entregados por los propietarios o los fabricantes y que cumplan las normas y tolerancias por ellos establecidas, recordando que la instalación de la maquinaria deberá ser instalada siempre que se cumplan los requerimientos del diseño. Estas normativas fueron creadas “para orientar al personal en la especificación y realización de las pruebas necesarias para garantizar que dichos sistemas y aparatos funcionen

satisfactoriamente, minimizando el tiempo de inactividad y maximizando su vida útil” [66].

Dentro de este estándar se encuentra el **ANSI/NETA ATS-2025, Norma para las Especificaciones de Pruebas de Aceptación para Equipos y Sistemas Eléctricos**, que es un instrumento técnico fundamental dentro de la industria de la energía. Las especificaciones contenidas en este estándar fueron diseñadas para que la maquinaria y los sistemas eléctricos tengan un correcto funcionamiento, acaten la normativa requerida y su instalación esté acorde con los detalles del diseño. Se utiliza ANSI/NETA ATS-2025 como un documento para asesorar a los usuarios que la implementación de los equipos y sistemas eléctricos respeten los requerimientos del proyecto, además de que los fabricantes les provean de productos seguros y confiables para mucho tiempo.

Para garantizar un inicio de operación de sistemas y equipos que sea satisfactorio, las directrices de NETA permiten asegurar el cumplimiento de las pruebas de aceptación, determinando los procedimientos adecuados a través de inspecciones y demostraciones de campo, de manera que se puedan disminuir los fallos y extender la vida útil de los equipos [67].

2.2.6 NORMATIVAS Y DOCUMENTOS DE PLANIFICACIÓN ENERGÉTICA

Existen algunas leyes, reglamentos y documentos en el Ecuador para la regulación de la planificación energética. Se pueden mencionar los que se presentan en la Tabla 6.

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica (LOSPEE)	Marco legal y constitucional para regular el servicio de energía eléctrica. Esto incluye los principios de obligatoriedad, universalidad, calidad y eficiencia.
Reglamento General de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética	Define las disposiciones y los procedimientos para la aplicación de la LOEE, incluyendo la obligación de implementar la norma ISO 50001 para grandes consumidores de energía.
Ley Orgánica de Eficiencia Energética (LOEE)	El recurso energético es de interés nacional, y se regula su uso sostenible y eficiente. Se establecen las políticas estatales energéticas y se determinan los lineamientos de administración, en los sectores de la economía.
Plan Maestro de Electricidad (PME)	Creado para la planificación estratégica en el ámbito energético. Se dispone la propagación de la generación, transmisión y distribución, e incentiva las energías renovables.

Tabla 6. Documentos asociados a las normativas energéticas

Fuente: Tomado de [38], [68], [69], [70]

2.2.7 REGULACIONES DE LA ARCONEL SOBRE EFICIENCIA ENERGÉTICA

Otra regulación ecuatoriana es la ARCERNNR, como se muestra en la Tabla 7.

REGULACIÓN	DESCRIPCIÓN
Regulación Nro. ARCERNNR 006/21 (Codificada)	Determina que el servicio energético público y de alumbrado deberán regularse por un Régimen Económico y Tarifario, ya que tiene influencia directa en el consumo de la energía y gestión de la demanda.
Mapa Normativo del Sector Eléctrico	Documento de la Agencia de Regulación y Control de Energía y Recursos Naturales No Renovables (ARCERNNR) para comunicar leyes y regulaciones del sector, junto a determinadas regulaciones en cuanto a tarifas y eficiencia.

Tabla 7. Documentos de la Arconel

Fuente: Tomado de [71], [72]

CAPÍTULO 3

3.1 ENFOQUE METODOLÓGICO DEL ESTUDIO

El estudio actual emplea un enfoque experimental y multidisciplinario que implementa métodos de diagnóstico térmico, modelado de tres dimensiones georreferenciadas y una simulación de energía de sistemas eléctricos para la planificación urbana en el centro de Guayaquil. El estudio se desarrolló bajo la influencia de la subestación de Boyacá, teniendo en cuenta la densidad de su alto edificio y uso residencial, comercial e institucional. Se utilizaron cámaras y drones termográficos calibrados para alimentadoras críticas del monitoreo infrarrojo dada la información, especialmente para las alimentadas con la línea de subtransmisión de 69 kV Garay.

Se realizaron pruebas visuales y de ultrasonido para identificar puntos calientes y emisiones parciales. Se permitió que estas imágenes térmicas evaluaran la condición de la infraestructura eléctrica de acuerdo con las reglas ANSI/NET. Al mismo tiempo, los modelos 3D de City Environment se desarrollaron utilizando el software ArcGIS Pro, que incluía capas geográficas de edificios, redes de voltaje intermedios (aire y subterráneo) y agricultura. Esta representación espacial facilitó el análisis de carga de su volumen, altura y uso.

Las simulaciones de energía se implementaron utilizando perfiles de tiempo diferenciados de acuerdo con el tipo de carga (vivienda, comercial, institucional) basada en las curvas características de la ciudad. El cálculo de la energía consumida por el edificio se realizó a partir de los coeficientes de la superficie, que integraron datos en los modelos de flujo de carga en un software especializado.

Además, se proyectó que los escenarios de crecimiento de la demanda aumentarán en 2035, evaluando el impacto con y sin intervención de eficiencia energética. Finalmente, los resultados se integraron en el sistema SIGS interactivo, que permite la visualización espacial de áreas con mayor densidad de carga, puntos de sobrecarga críticos y posibles medidas correctivas, facilitando la toma de decisiones para garantizar una planificación energética urbana más duradera y eficiente.

3.2 ÁREA DE ESTUDIO: SUBESTACIÓN BOYACÁ-CENTRO DE GUAYAQUIL

El estudio actual se centra en el análisis espacial, térmico y de energía de los edificios en la industria simbólica de la ciudad de Guayaquil, ya que es el núcleo histórico de la ciudad. El área se centra en una alta densidad de estructura mixta (comercial, vivienda e institucional) y es procesada por una subestación eléctrica de Boyacá, que es la principal infraestructura en el sistema de distribución de energía local.

Esta subestación recibe la entrega a través de la línea Sub -Transmisión Garay, que funciona a un voltaje de 69 kilovoltios (kV) y distribuye energía a través de dos transformadores de potencia, cada uno con una capacidad nominal en 18/24 (MVA). El primer transformador, ubicado en el patio interno del medio ambiente (13.8 kV), está conectado a cuatro alimentadoras estratégicas llamada: Malecón, Mendiburo, Nueva Boyacá y Padre Solano, que suministra energía a los sectores centrales con una alta carga comercial. El segundo transformador, a su vez, opera en paralelo con tres alimentadoras adicionales: Córdova, Panamá y Rocafuerte, que también suministra un edificio representativo en el área de la ciudad. Juntos, la estación de Boyacá participa en aproximadamente 1.000 usuarios entre hogares, empresas e instituciones públicas y privadas, y su capacidad instalada total es de aprox. 31 MVA.

Según el informe técnico de 2024 Anexo 1, la demanda aleatoria máxima en el sistema eléctrico se registró el 11 de abril en. 14:45 pm y alcanzó 21. 758 MW en el sistema general. A partir de este número, la subestación Boyacá facilitó una solicitud registrada de 13.93 MW, casi bastante dividida entre los dos transformadores. 1 el transformador alcanzó una demanda máxima de 16.29 MW con una carga operativa OA del 90.97%, lo que indica el nivel de uso cercano a su potencia crítica.

Paralelamente, el transformador 2 informó una demanda máxima similar de 16.29 MW, pero con una carga ligeramente menor correspondiente al 79.18%, lo que refleja una reserva más amplia pero aún significativa. Estos niveles de carga muestran una presión constante sobre la infraestructura eléctrica en el área con altas concentraciones urbanas, donde la planificación energética precisa y el monitoreo continuo son indispensables para evitar una sobrecarga, garantizar la confiabilidad del servicio y optimizar la eficiencia del sistema de distribución.

La estación está ubicada en la calle Boyacá del sector central, y Padre Aguirre se encuentra en un edificio con una fachada específica según la Figura 26. Por otro lado, en el nivel de topología de la red eléctrica, la imagen de la estación junto con el flujo asociado se muestra en la Figura 22.



Figura 22. Subestación Boyacá en su localidad
Fuente: Tomado de [73]

En la Figura 23 se muestra la misma subestación en plano georreferenciado.

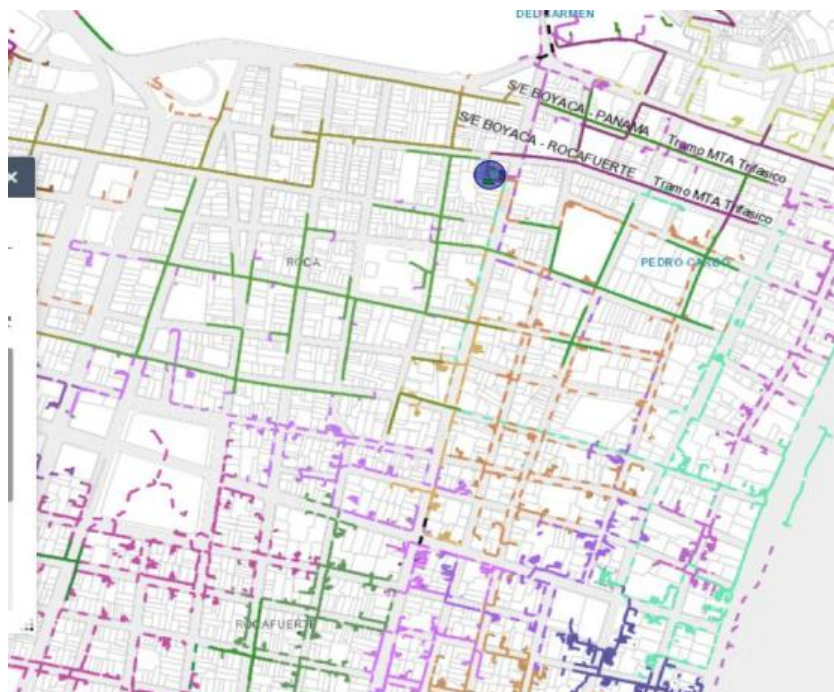


Figura 23. Subestación Boyacá en plano georreferenciado
Fuente: Elaborado por los autores

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

Se utilizaron métodos de modelado de diagnóstico y energía complementados con herramientas de medición, simulación y georreferenciación para desarrollar este estudio. Estas herramientas permitieron crear un enfoque integrado para la planificación energética de la ciudad en el centro de Guayaquil. Los siguientes son los métodos y las herramientas apropiados en detalle.

3.4 RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS

Se obtuvieron datos del año 2024 de todas las alimentadoras a trabajar según la Figura 24; Para realizar el estudio de las demandas de cada alimentadora recopilando datos estadísticos de los consumos según el Anexo 1.

Nombre	Tamaño	Comprimido	Tipo	Modificado	CRC32
Carpeta de archivos					
Rocafuerte.xls	58,880	10,732	XLS Worksheet	06/05/2024 04:...	E560A773
Panama.xls	771,072	186,347	XLS Worksheet	06/05/2024 04:...	2129CEBA
Padre Solano.xls	832,512	212,030	XLS Worksheet	06/05/2024 04:...	2463C9E3
Nueva Boyaca.xls	827,392	206,779	XLS Worksheet	06/05/2024 04:...	B9509305
Mendiburo.xls	865,792	213,440	XLS Worksheet	06/05/2024 04:...	9B69C0EB
Malecon.xls	847,360	213,462	XLS Worksheet	06/05/2024 04:...	678A888B
Cordova.xls	852,480	216,252	XLS Worksheet	06/05/2024 04:...	F03BF3D1

Figura 24. Datos de alimentadoras GYE

Fuente: CNEL EP

En el documento, según la Figura 25, puede observar la carga de transformadores registrados en abril de 2024. Se probó en la capacidad de carga de las líneas y un alto consumo lo que permite introducir el pronóstico.

CNEL EP		CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL															
		DEMANDAS DE ALIMENTADORES Y CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA															
		ABRIL 2024															
No.	UNIDAD DE NEGOCIO	SUBESTACION	CODIGO DEL ALIMENTADOR (BD SIG)	NOMBRE DEL ALIMENTADOR	Demanda Minima [MW]	Demanda a Media [MW]	Demanda Máxima Registrada [MW]	Factor de Potencia	Transformador	[MVA] OA	[MVA] POA	DEMANDA MAX REGISTRADA MES [MW]	Fp de la subestacion	CARGABILIDAD % OA	CARGABILIDAD % PA	Fecha y hora de la Demanda máxima de semana (E11:21:425)	DEMANDA CONCURRENT DEL SISTEMA (MW)
1	GYE	ALBORADA 1	04A1010713	ALBORADA	0.00	3.38	7.00	1.00	T1	18.00	24.00	23.91	1.00	132.99%	99.74%	20.07	
2			04A1010712	BENJAMIN CARRION	0.00	4.01	6.81	1.00									
3			04A1010714	SATIRION	0.00	2.55	4.53	1.00									
4			04A1010711	TAMASENDO	0.00	2.43	3.68	1.00									
5	GYE	ALBORADA 2	04A2020712	ACHABELA	0.00	6.50	11.45	1.00	T1	18.00	24.00	22.76	1.00	126.43%	94.82%	20.32	
6			04A2020711	COMEGUJA	0.00	4.85	10.20	1.00									
7			04A2020712	SEIDRO AYORA	0.00	1.75	6.18	1.00									
8			04A2020714	PAREDA	0.00	0.83	3.87	0.99									
9	GYE	AMERICA	04AM030711	KIMBEY	0.00	1.41	5.11	1.00	T1	18.00	24.00	20.21	1.00	112.46%	84.35%	13.60	
10			04AM030714	M.HALCONAR	0.00	1.02	2.07	0.99									
11			04AM030713	CLIMPO	0.00	3.42	6.38	1.00									
12			04AM030712	PLAZA GARCIN	0.00	3.14	6.16	0.99									
13	GYE	ASTILLERO	04A3040712	CORONEL	0.00	1.55	4.90	1.00	T1	18.00	24.00	16.42	1.00	91.33%	68.49%	13.90	
14			04A3040712	BISMERALDAS	0.00	3.94	7.14	1.00									
15			04A3040711	ALFARO	0.00	2.46	6.08	1.00									
16			04A3040712	GRU	0.00	0.26	10.58	1.00									
17	GYE	ATARAZANA	04A3040713	PUMCHACA	0.00	2.83	3.89	0.99	T2	18.00	24.00	13.00	0.99	106.49%	79.87%	18.74	
18			04A3040711	OSBE	0.00	2.16	4.92	1.00									
19			04A3040711	ATARAZANA 1	0.00	2.36	4.08	1.00									
20			04A3040712	ATARAZANA 2	0.00	2.06	5.60	0.99									
21	GYE	AYACUCHO	04AY080713	ATARAZANA 3	0.00	2.74	7.16	1.00	T1	18.00	24.00	16.09	0.99	90.24%	67.68%	15.43	
22			04AY080711	C. ROMERO	0.00	2.27	5.20	0.99									
23			04AY080714	CENTRO PARK	0.00	1.33	4.09	0.99									
24			04AY080712	LUCHE	0.00	1.86	4.69	1.00									
25	GYE	BELO HORIZONTE	04BH070713	PICHINCHA	0.00	0.93	4.96	1.00	T1	18.00	24.00	23.49	1.00	130.67%	98.00%	22.33	
26			04BH070714	BOQUES DE LA COB	0.00	5.79	9.38	1.00									
27			04BH070712	PUERTO AZUL	0.00	3.95	6.12	1.00									
28			04BH070713	BELO HORIZONTE	0.00	1.67	2.73	1.00									
29	GYE	BIEN PUBLICO	04BP080711	PORTAL AL SOL	0.00	4.97	5.97	1.00	T1	18.00	24.00	7.16	1.00	39.92%	29.94%	6.34	
30			04BP080711	MASCOTE	0.00	0.57	1.71	1.00									
31			04BP080712	NAVAL NORTE	0.00	1.86	4.02	1.00									
32			04BP080713	M. GALECCO	0.00	0.53	1.08	0.99									
33	GYE	BOYACA	04BP080714	ALBUQUE	0.00	0.78	1.24	0.99	T1	18.00	24.00	16.25	1.00	90.97%	68.23%	13.93	
34			04BP080712	MALECÓN	0.00	1.93	7.95	1.00									
35			04BP080714	KENICILERO	0.00	1.72	6.03	0.99									
36			04BP080713	BUENA BOYACA	0.00	0.99	6.01	1.00									
37	GYE	BOYACA	04BP080711	PANDE SOLANO	0.00	2.33	5.78	1.00	T2	18.00	24.00	14.15	0.99	79.18%	99.98%	14.14	
38			04BP080712	PANAMA	0.00	2.87	6.24	0.99									
39			04BP080714	ROVAFUERTE	0.00	2.03	4.33	1.00									
40			04BP080711	CORDOVA	0.00	1.47	7.41	1.00									

Figura 25. Cargabilidad transformadores Mes de abril
Fuente: CNEL EP

La Figura 26 muestra la cartografía para realizar la selección de los edificios que están en el sector de estudio.

Nombre de archivo	Fecha y hora	Tamaño
_gdb.DESKTOP-R5OQ6II.11064.7036.sr.lock	4/10/2021 14:35	Archivo LOCK 0 KB
_gdb.DESKTOP-R5OQ6II.11188.14216.sr.lo...	5/5/2022 10:03	Archivo LOCK 0 KB
_gdb.DESKTOP-R5OQ6II.11972.11968.sr.lo...	16/3/2022 6:29	Archivo LOCK 0 KB
_gdb.DESKTOP-R5OQ6II.12408.4000.sr.lock	14/4/2022 7:37	Archivo LOCK 0 KB
_gdb.GYEPNODD083-E.12232.7716.sr.lock	16/11/2021 9:53	Archivo LOCK 0 KB
_gdb.GYEPNODD086-E.1608.4528.sr.lock	6/6/2022 7:57	Archivo LOCK 0 KB
_gdb.GYEPNODD086-E.5644.6768.sr.lock	18/5/2022 8:04	Archivo LOCK 0 KB
_gdb.GYEPNODD086-E.7292.2244.sr.lock	16/11/2021 7:38	Archivo LOCK 0 KB
_gdb.GYEPNODD252-E.13252.2740.sr.lock	27/2/2024 12:11	Archivo LOCK 0 KB
_gdb.GYEPNODD252-E.13756.8620.sr.lock	27/3/2024 11:57	Archivo LOCK 0 KB
_gdb.GYEPNODD411-E.6740.6128.sr.lock	28/7/2023 7:32	Archivo LOCK 0 KB
a0000001.freelist	17/9/2021 10:06	Archivo FREELIST 13 KB
a0000001.gdbindexes	12/4/2021 17:05	Archivo GDBINDE... 1 KB
a0000001.gdbtable	17/9/2021 10:06	Archivo GDBTABLE 1 KB
a0000001.gdbtablx	17/9/2021 10:06	Archivo GDBTABLX 6 KB
a0000001.TablesByName.atx	17/9/2021 10:06	Archivo ATX 13 KB
a0000001b.freelist	15/9/2022 16:57	Archivo FREELIST 321 KB
a0000001b.gdbindexes	20/4/2021 17:20	Archivo GDBINDE... 1 KB
a0000001b.gdbtable	15/9/2022 16:57	Archivo GDBTABLE 1.733 KB
a0000001b.gdbtablx	15/9/2022 16:57	Archivo GDBTABLX 371 KB
a0000001b.spx	15/9/2022 16:57	Archivo SPX 149 KB
a0000001c.FDO_GLOBALID.atx	29/8/2022 11:34	Archivo ATX 77 KB
a0000001c.freelist	16/9/2022 15:24	Archivo FREELIST 65 KB
a0000001c.gdbindexes	20/4/2021 17:20	Archivo GDBINDE... 1 KB
a0000001c.gdbtable	16/9/2022 15:24	Archivo GDBTABLE 573 KB
a0000001c.gdbtablx	16/9/2022 15:24	Archivo GDBTABLX 46 KB
a0000001c.spx	29/8/2022 11:34	Archivo SPX 41 KB
a0000001d.gdbindexes	20/4/2021 17:20	Archivo GDBINDE... 1 KB
a0000001d.gdbtable	20/4/2021 17:20	Archivo GDBTABLE 260 KB
a0000001d.gdbtablx	20/4/2021 17:20	Archivo GDBTABLX 6 KB
a0000001d.spx	20/4/2021 17:20	Archivo SPX 17 KB
a0000001e.freelist	19/9/2022 16:28	Archivo FREELIST 57 KB
a0000001e.gdbindexes	20/4/2021 17:20	Archivo GDBINDE... 1 KB

Figura 26. Cartografía de edificaciones del sector de estudio
Fuente: CNEL EP

3.5 LEVANTAMIENTO Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

En la etapa inicial, se recopilan datos topográficos, cartográficos y eléctricos en el área de influencia. La infraestructura de información fue proporcionada por National Electricity Corporation (CNEL EP) y Guayaquil GAD, mientras que la información sobre los edificios se obtuvo de las bases de datos MATRAL.

La **potencia total demandada** se calculará con la ecuación:

$$P_T = \sum_{i=1}^n P_i$$

donde:

- PT = potencia total demandada (kW),
- Pi = potencia demandada por cada edificio o carga,
- n = número de edificaciones o centros de carga.

3.6 DATOS TERMICOS Y GERROFERENCIADOS

Durante la inspección se identificaron diversos elementos críticos de la línea, entre ellos: aisladores line post, varillas preformadas, aisladores adicionales, soportes, puntos vulnerables de la red, amortiguadores de vibración en las fases, así como la línea o hilo de guarda y su respectiva conexión a tierra.

Como parte del estudio propuesto, se realizó un análisis de sobrecarga más alto tanto en el nivel de Garay como en la red de distribución de subestaciones de Boyacá Subtransmisión de 69 kV En la sección que vive después de esa subestación, el receptor aéreo se hizo usando drones. Antes del estudio termográfico, se llevaron a cabo inspecciones visuales para identificar las áreas de interés, que, debido a la distancia de observación, era invisible para el ojo humano. Durante la inspección, se identificaron varios elementos de línea crítica, que incluyen: aisladores posteriores a la línea, varillas preparadas, aisladores adicionales, soportes, puntos de red vulnerables, choque de vibración absorbe en fases, así como línea de línea o línea y su aterrizaje relevante.



Figura 27. Aislador Flameado en línea de subtransmisión
Fuente: Anexo 2

Esta prueba visual utiliza dos aspectos importantes: el efecto de la corona para describir el nivel de contaminación en el aislante de acuerdo con la Figura 27 y ultrasonido para observar posibles emisiones parciales según la Figura 28.



Figura 28. Efecto corona aislador 69 kV
Fuente: Anexo 2

En la Figura 29, el espectro se mide con frecuencias armónicas sucesivas y la uniformidad de la amplitud, lo que indica errores de descarga parciales y reemplazo. Hubo distancias entre los puntos y el camino general, lo que permitió que la infraestructura fuera diagnosticada con precisión.



Figura 29. Ultrasonido en cadena de aisladores de 69 k
Fuente: Anexo 2

Cuando se trata de termografía, los siguientes resultados se tuvieron en cuenta en la Tabla 8. Integración de análisis de energía en Feed utilizando el software de simulación de carga.

DIAGNÓSTICO BASADO EN EL AUMENTO DE LA TEMPERATURA SEGÚN ANSI/NETA ATS-2009: TABLA 100.18 (ThermographicSurveySuggestedActionsBasedTemperatureRise)* ver criterios para diagnostico en la página 1			
Nivel	Diferencia de Temperatura (ΔT)	Nivel de Criticidad	Acción
1	1°C - 10°C	Bajo	Etapa de Observación
2	11°C - 40°C	Medio	Reparar en el próximo mantenimiento programado
3	>40°C	Alta	REPARAR INMEDIATAMENTE

Tabla 8. Normas ANSI/NETA ATS-2009
Fuente: Anexo 2

3.7 EQUIPAMIENTO Y PREPARACIÓN DE LA INSPECCIÓN

La termografía infrarroja se realizó con cámaras de alta resolución ($\geq 320 \times 240$ píxeles), sensibilidad térmica ≤ 0.05 ° C e intervalos espectrales en infrarrojos promedio (7.5-14 μm). De acuerdo con los estándares NFPA 70B, las prácticas de mantenimiento eléctrico preventivo (NFPA, 2023) e ISO 18434-1 para monitorear la temperatura de la temperatura en función de la condición de temperatura (ISO, 2008) utilizaron cámaras con capacidad de medición libre de contacto (13.8 KV o más). La cámara utilizada en este nombre es el modelo FLIR T640 (ver Figura 30).



Figura 30. Cámara termográfica modelo Flir t640
Fuente: Tomado de [74]

Antes de que comience la prueba, la historia de fallas y revisiones de mantenimiento y puntos críticos, tales como: secciones, conexión, terminales de transformadores, cuchillas y puntos de conexión entre los conductores. Las pruebas fueron realizadas por una red en operación (vigorosa) en condiciones de carga normales para garantizar una desviación térmica efectiva.

3.8 CÁLCULO Y CARACTERIZACIÓN DE DEMANDA ELÉCTRICA

3.8.1 CÁLCULO DE CONSUMO ENERGÉTICO POR EDIFICACIÓN

Mediante la aplicación de coeficientes de participación (α_i), se estimó el consumo energético por edificio, considerando su superficie útil, uso y ubicación dentro del sistema. Los cálculos se realizaron con integración discreta horaria, permitiendo obtener estimaciones diarias de consumo energético (kWh/día).

3.8.2 CARACTERIZACIÓN DE LA DEMANDA POR SECTOR

Cada tipo de carga presenta patrones de consumo distintos:

- **Residencial:** presenta picos de consumo en horas de la mañana (06h00 – 09h00) y en la noche (18h00 – 23h00), asociados principalmente al uso de iluminación, electrodomésticos y climatización.
- **Comercial:** concentra su demanda en horarios laborales (09h00 – 18h00), con predominio de iluminación, equipos informáticos y aire acondicionado.
- **Industrial:** muestra un perfil más continuo, generalmente con demandas elevadas y cargas de carácter inductivo, que influyen significativamente en el factor de potencia.

La demanda total de la zona de estudio se calculará mediante la sumatoria de cargas, mediante la ecuación de demanda total:

$$P_T = P_{res} + P_{com} + P_{ind}$$

donde:

- PT = potencia total demandada (kW),
- P = potencia demandada en el sector residencial (kW),
- P_{com} = potencia demandada en el sector comercial (kW),
- P_{ind} = potencia demandada en el sector industrial (kW).

3.8.3 CURVAS DE DEMANDA

El análisis de las de la demanda eléctrica, diferenciada de acuerdo con el tipo de carga (vivienda, comercial e industria), se basa en la validación de la información recopilada en el campo de la investigación. Este procedimiento es importante para comprender el comportamiento energético y optimizar la planificación de la electricidad [38].

Para este propósito, se realizó la evaluación de la curva del transformador 1, complementado con una curva de prueba. Este proceso metodológico permitió la integración de las características de los transformadores de potencia primero y segundo para determinar el modelo típico de consumo de área de influencia. Los resultados muestran en la Figura 31, que el Transformador 1 en los días hábiles tienen consumo comercial.



Figura 31. Curva Normalizada Comercial Días Hábiles Transformador 1

Fuente: Elaborado por los autores

La Figura 32 confirma que en los días semi hábiles el transformador 2 reflejan el perfil de consumo principalmente comercial.



Figura 32. Curva Normalizada Comercial Días Semi - Hábiles transformador 2
Fuente: Elaborado por los autores

Este ejercicio muestra que el modelo de curva característica teórica comercial se podría homologar con el modelo de campo experimental de la curva comercial estandarizada de Guayaquil de acuerdo con la Figura 33.

La estandarización del consumo de energía en la unidad de superficie según las Figuras 31 y 32 facilita un análisis comparativo y permite simular futuros escenarios de crecimiento vertical, eficiencia o electrificación. A partir de la estandarización, la recopilación mensual de datos de consumo eléctrico en edificios comerciales representativos, normalización de la demanda: kWh/m²/a, clasificación del perfil de inversión Figura 33 integración conservadora, moderada, agresiva, en el sistema SIG para la visualización giratoria y el escenario de la ciudad.

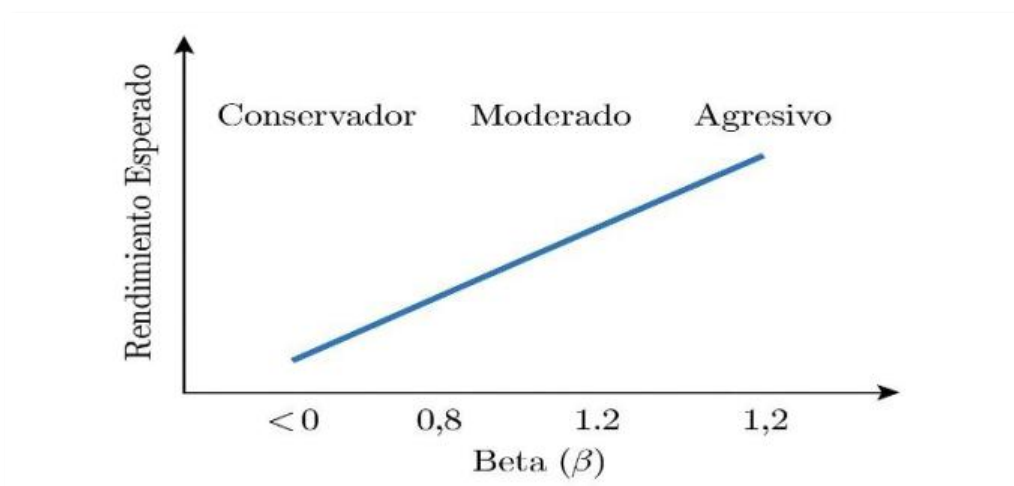


Figura 33. Perfiles de riesgo
Fuente: Elaborado por los autores

De la figura 33 se entiende que:

- Comportamiento inverso al mercado. Uso como cobertura.
- Bajo riesgo. Perfil conservador.
- Riesgo medio. Perfil moderado.
- Alto riesgo. Perfil agresivo.

La Figura 33 muestra el comportamiento típico del consumo de energía en edificios comerciales con requisitos, de 500 a 1000 kWh los días de semana. El perfil muestra un aumento a largo plazo en la demanda a partir de las 07:00 y alcanza el punto máximo alrededor de las 22:00. 16:00 para detectar una disminución gradual en las horas nocturnas. Para la carga total en la participación de cada edificio, se calcula el porcentaje correspondiente, teniendo en cuenta las variables, como el área útil (m²), el tipo de carga instalada y, si están disponibles, mediciones de consumo histórico. Por ejemplo, si la construcción de A representa el 25% del área total, la participación proporcional se otorga 0.25, mediante la siguiente fórmula.

$$E_i = \int_{t_1}^{t_2} P(t) \cdot \alpha_i dt$$

Donde

$P(t)$ es la curva de potencia activa del alimentador [kW],

α_i es el coeficiente de participación del edificio

t_1 y t_2 corresponden al inicio y fin del intervalo de tiempo analizado.

Si se dispone de datos horarios ($t = 1, 2, \dots, 24$), la integral se aproxima mediante una suma discreta:

$$E_i = \sum_{t=1}^{24} P(t) \cdot \alpha_i \cdot \Delta t$$

Donde:

$\Delta t = 1$ hora,

$P(t)$ está expresado en kW,

entonces E_i se obtiene en kWh/día.

3.8.4 PERFILES DE CARGA NORMALIZADOS

Los perfiles de carga estarán en las imágenes con curvas de duración de carga (curvas de carga) derivadas de datos históricos y adaptados a la realidad local. Para fines de comparación y simulación, se utiliza la ecuación de estandarización de perfil:

$$P_{norm}(t) = \frac{P(t)}{P_{max}}$$

donde:

$P_{norm}(t)$ = perfil normalizado en el instante ttt,

$P(t)$ = potencia demandada en el tiempo ttt (kW),

P_{max} = potencia máxima registrada (kW).

3.8.5 FACTOR DE CARGA Y UTILIZACIÓN

Para evaluar la eficiencia del uso de la infraestructura eléctrica se calculará el factor de carga (FC), definido como:

$$FC = \frac{E}{P_{max} \cdot T}$$

donde:

FC = factor de carga (adimensional),

E = energía consumida (kWh),

P_{max} = potencia máxima registrada (kW),

T= período considerado (h).

Un factor de carga alto indica un uso más uniforme de la capacidad instalada, mientras que un factor bajo refleja picos de demanda que pueden provocar sobrecargas en las redes de media tensión.

3.8.6 DEMANDA MÁXIMA COINCIDENTE DEL SISTEMA (ABRIL 11 DE 2024, 14:45 PM)

En la Tabla 9 se visualiza la demanda máxima coincidente del sistema, curva de información se encuentra en el Anexo 3.

DEMANADA MAXIMA COINCIDENTE DEL SISTEMA EN EL MES DE ABRIL	
VALOR TOTAL MW	987.01175

Tabla 9. Demanda máxima coincidente del sistema
Fuente: elaborado por los autores

3.8.7 CURVAS DE DEMANDA MÁXIMA DE ALIMENTADORAS

En la Figura 34 se analizó la curva de demanda máxima en la alimentadora Malecón con la información que se encuentra en el Anexo 1.

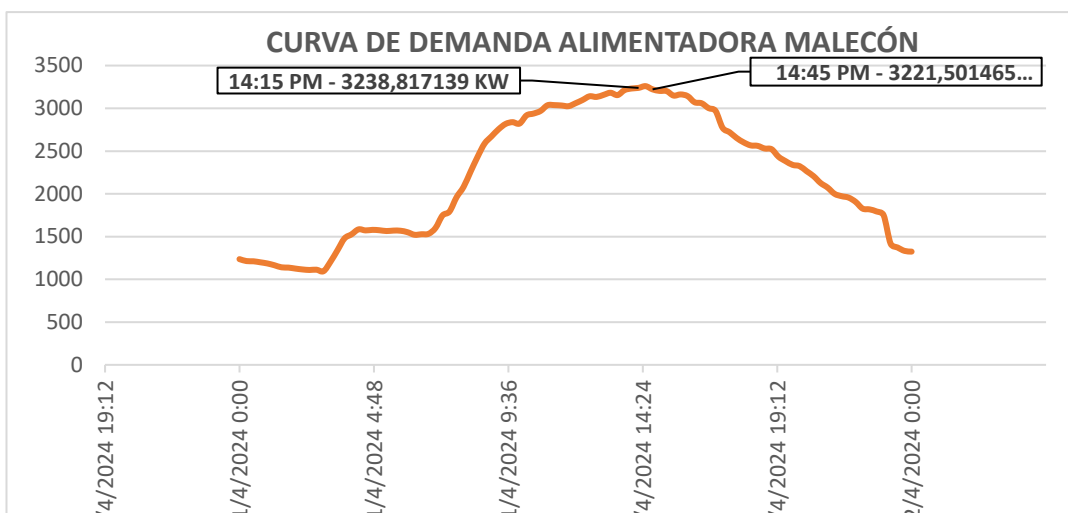


Figura 34. Curva de demanda Alimentadora Malecón
Fuente Elaborado por los autores

En la Figura 35 se analizó la curva de demanda máxima en la alimentadora Panamá con la información que se encuentra en el Anexo 1.



Figura 35. Curva de demanda Alimentadora Panamá
Fuente Elaborado por los autores

En la Figura 36 se analizó la curva de demanda máxima en la alimentadora Nueva Boyacá con la información que se encuentra en el Anexo 1.

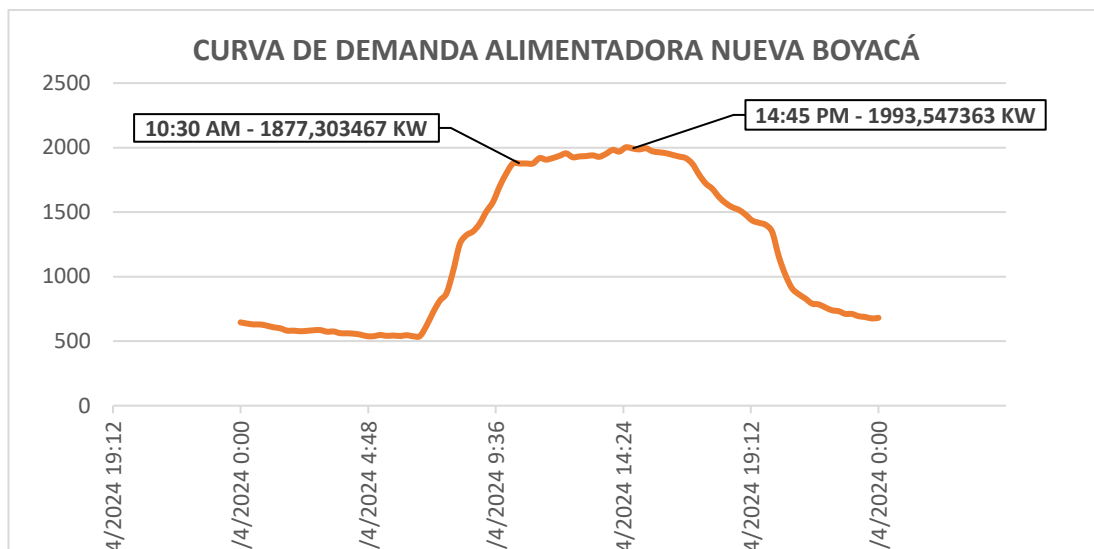


Figura 36. Curva de demanda Alimentadora Boyacá
Fuente Elaborado por los autores

En la Figura 37 se analizó la curva de demanda máxima en la alimentadora Mendiburo con la información que se encuentra en el Anexo 1.

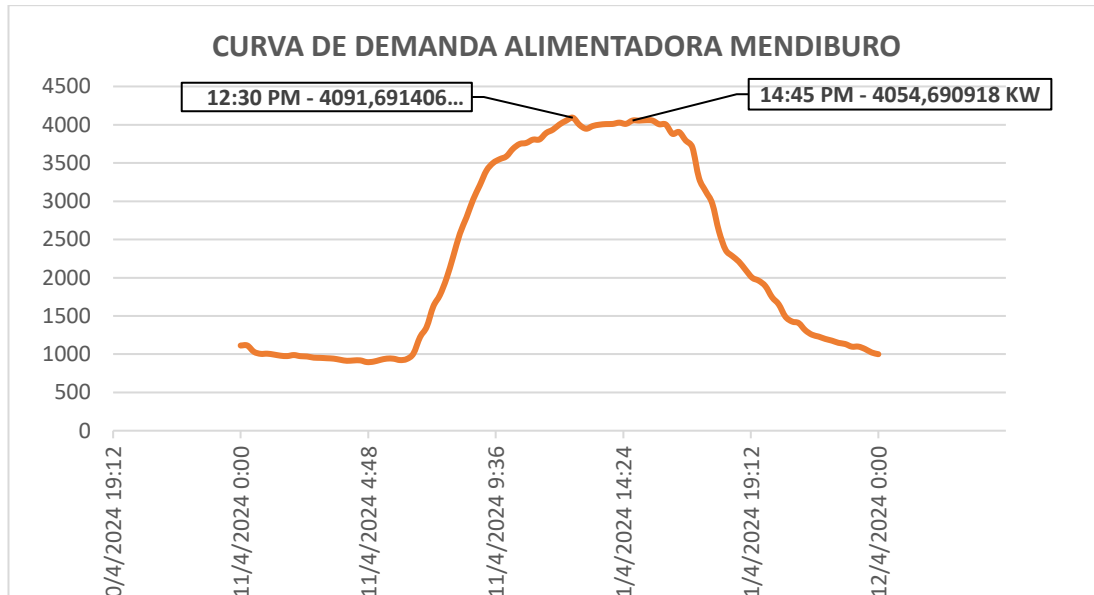


Figura 37. Curva de demanda Alimentadora Mendiburo
Fuente Elaborado por los autores

En la Figura 38 se analizó la curva de demanda máxima en la alimentadora Córdoba con la información que se encuentra en el Anexo 1.

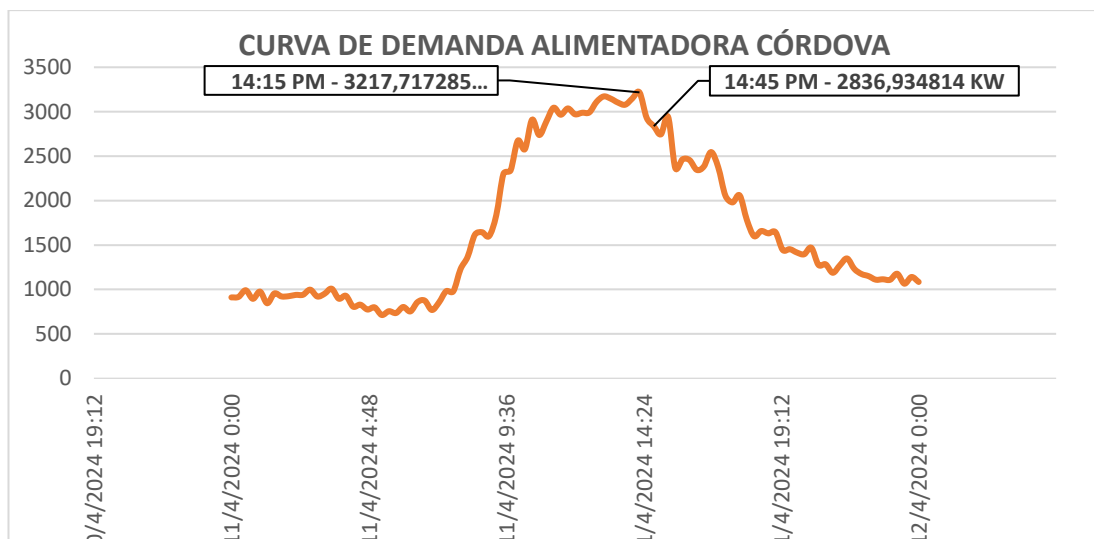


Figura 38. Curva de demanda Alimentadora Córdoba
Fuente Elaborado por los autores

En la Figura 39 se analizó la curva de demanda máxima en la alimentadora Mendiburo con la información que se encuentra en el Anexo 1.

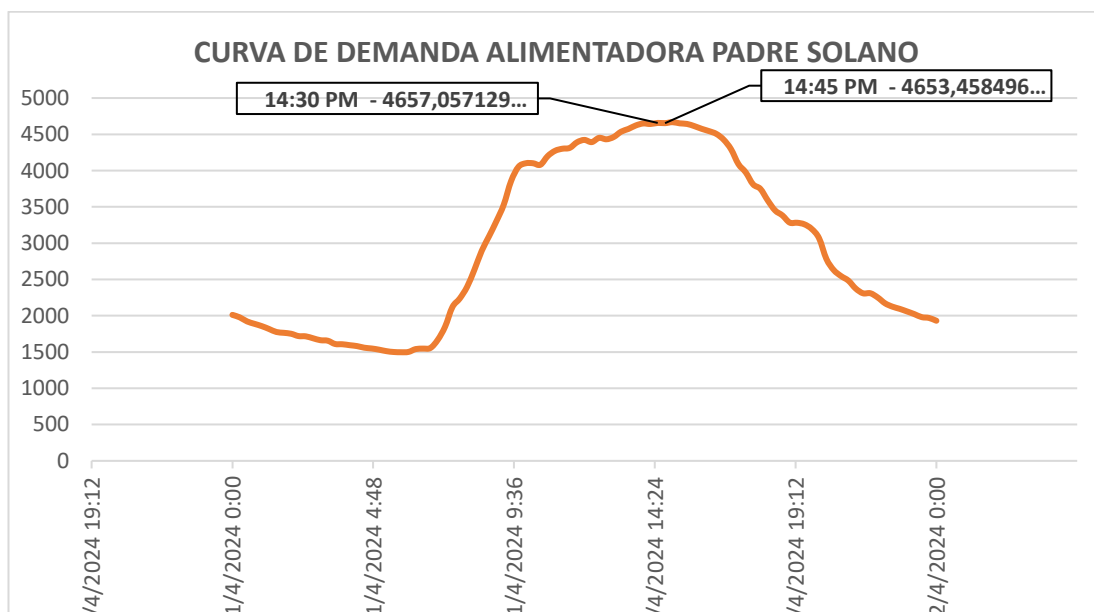


Figura 39. Curva de demanda Alimentadora Padre Solano
Fuente Elaborado por los autores

3.8.8 NÚMERO TOTAL DE USUARIOS Y CONSUMO POR CADA ALIMENTADORA

3.8.8.1 TRANSFORMADOR 1 de 18/24 MVA

Suministran energía a sectores centrales con alta carga comercial. En la tabla 10 se verificó el total de usuarios comerciales y residenciales en la alimentadora Padre Solano con su respectivo consumo, información que se encuentra en el Anexo 4.

Se realizó un estudio de **60 usuarios**.

TRANSFORMADOR 1		
TIPO DE CLIENTE	NUMERO TOTAL DE CLIENTES	CONSUMO TOTAL DE CLIENTES (kVA)
CNELGYE_COMERCIAL	779	10,114
CNELGYE_RESIDENCIAL	1,126	8,406

Tabla 10. Alimentador Padre Solano "04BO090T11"

Fuente: elaborado por los autores

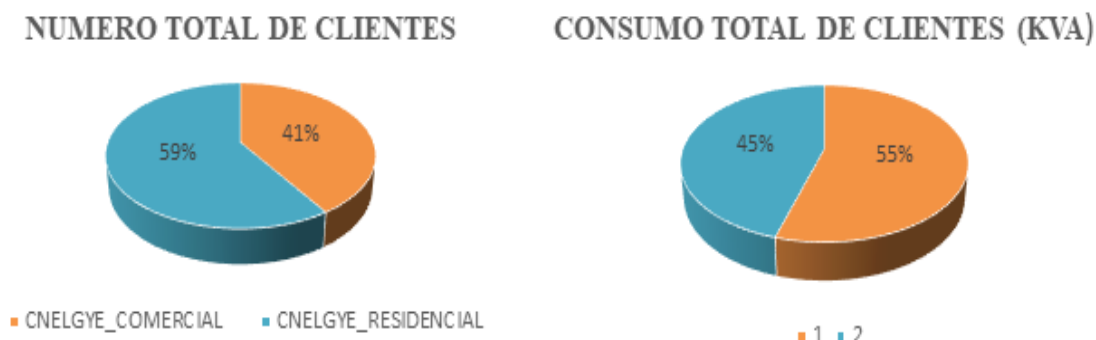


Figura 40. Número total de clientes y su consumo Alimentadora Padre Solano

Fuente Elaborado por los autores

En la Tabla 11 se verificó el total de usuarios comerciales y residenciales en la alimentadora Malecón con su respectivo consumo, información que se encuentra en el Anexo 4. Se realizó un estudio de **40 usuarios**.

TRANSFORMADOR 1		
TIPO DE CLIENTE	NUMERO TOTAL DE CLIENTES	CONSUMO TOTAL DE CLIENTES (kVA)
CNELGYE_COMERCIAL	52	842
CNELGYE_RESIDENCIAL	278	832

Tabla 11. Alimentadora Malecón "04BO090T12"

Fuente: Elaborado por los autores

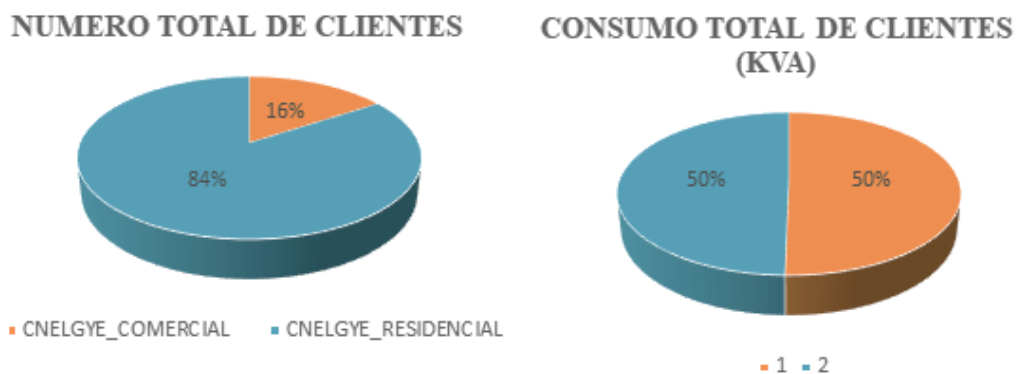


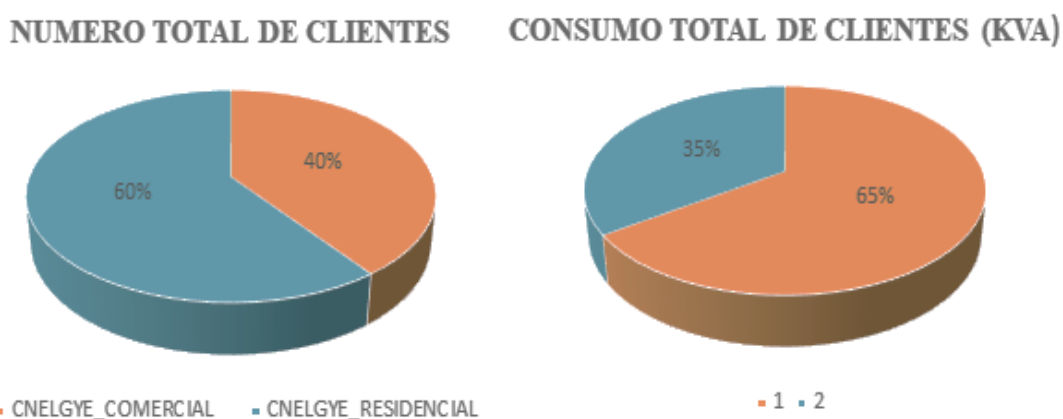
Figura 41. Número total de clientes y su consumo Alimentadora Malecón

Fuente Elaborado por los autores

En la tabla 12 se verificó el total de usuarios comerciales y residenciales en la alimentadora Nueva Boyacá con su respectivo consumo, información que se encuentra en el Anexo 4. Se realizó un estudio de **100 usuarios**.

TRANSFORMADOR 1		
TIPO DE CLIENTE	NUMERO TOTAL DE CLIENTES	CONSUMO TOTAL DE CLIENTES (kVA)
CNELGYE_COMERCIAL	147	3,256
CNELGYE_RESIDENCIAL	221	1,723

*Tabla 12. Alimentadora Nueva Boyacá "04BO090T13"
Fuente: Elaborado por los autores*



*Figura 42. Número total de clientes y su consumo Alimentadora Nueva Boyacá
Fuente Elaborado por los autores*

En la tabla 13 se verificó el total de usuarios comerciales y residenciales en la alimentadora Mendiburo con su respectivo consumo, información que se encuentra en el Anexo 4. Se realizó un estudio de **300 usuarios**.

TRANSFORMADOR 1		
TIPO DE CLIENTE	NUMERO TOTAL DE CLIENTES	CONSUMO TOTAL DE CLIENTES (kVA)
CNELGYE_COMERCIAL	350	8,600
CNELGYE_RESIDENCIAL	223	3,372

*Tabla 13. Alimentadora Mendiburo "04BO090T14"
Fuente: Elaborado por los autores*

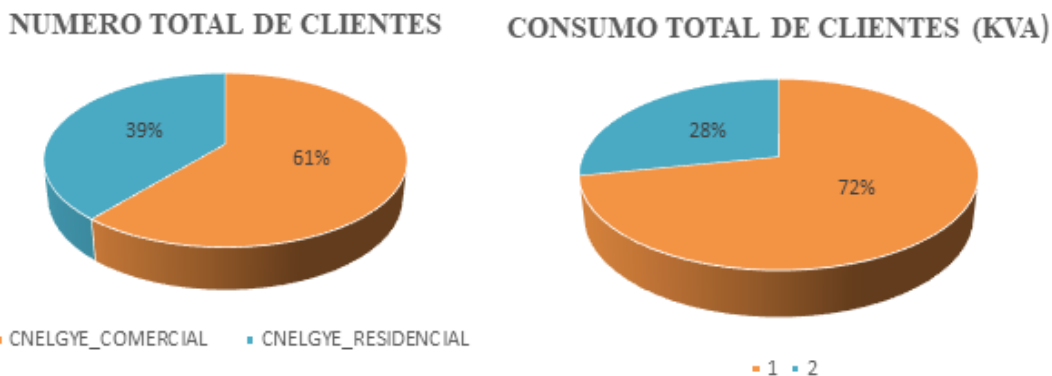


Figura 43. Número total de clientes y su consumo Alimentadora Mendiburo
Fuente Elaborado por los autores

3.8.8.2 TRANSFORMADOR 2 18 / 24 MVA

Opera en paralelo con tres alimentadores adicionales: Córdova, Panamá y Rocafuerte, que igualmente abastecen a edificaciones representativas del área metropolitana.

En la tabla 14 se verificó el total de usuarios comerciales y residenciales en la alimentadora Córdova con su respectivo consumo, información que se encuentra en el Anexo 4. Se realizó un estudio de **50 usuarios**.

TRANSFORMADOR 2		
TIPO DE CLIENTE	NUMERO TOTAL DE CLIENTES	CONSUMO TOTAL DE CLIENTES (kVA)
CNEGYE_COMERCIAL	637	11,301
CNEGYE_RESIDENCIAL	848	7,113

Tabla 14. Alimentadora Córdova “04BO090T21”
Fuente: Elaborado por los autores

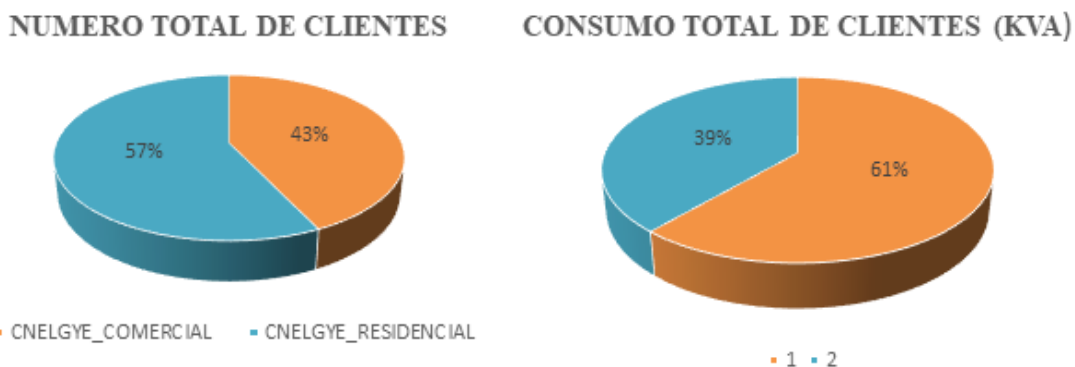


Figura 44. Número total de clientes y su consumo Alimentadora Córdova
Fuente Elaborado por los autores

En la tabla 15 se verificó el total de usuarios comerciales y residenciales en la alimentadora Panamá con su respectivo consumo, información que se encuentra en el Anexo 4. Se realizó un estudio de **250 usuarios**.

TRANSFORMADOR 2		
TIPO DE CLIENTE	NUMERO TOTAL DE CLIENTES	CONSUMO TOTAL DE CLIENTES (kVA)
CNELGYE_COMERCIAL	478	15,925
CNELGYE_RESIDENCIAL	475	3,395

Tabla 15. Alimentadora Panamá "04BO090T23"

Fuente: Elaborado por los autores

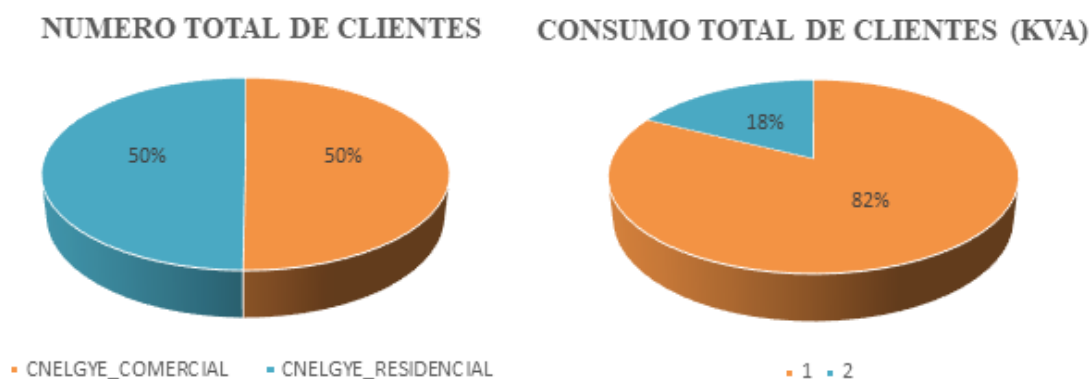


Figura 45. Número total de clientes y su consumo Alimentadora Panamá

Fuente Elaborado por los autores

En la tabla 16 se verificó el total de usuarios comerciales y residenciales en la alimentadora Rocafuerte con su respectivo consumo, información que se encuentra en el Anexo 4. Se realizó un estudio de **200 usuarios**.

TRANSFORMADOR 2		
TIPO DE CLIENTE	NUMERO TOTAL DE CLIENTES	CONSUMO TOTAL DE CLIENTES (kVA)
CNELGYE_COMERCIAL	466	17,564
CNELGYE_RESIDENCIAL	372	5,962

Tabla 16. Alimentadora Rocafuerte "04BO090T24"

Fuente: Elaborado por los autores

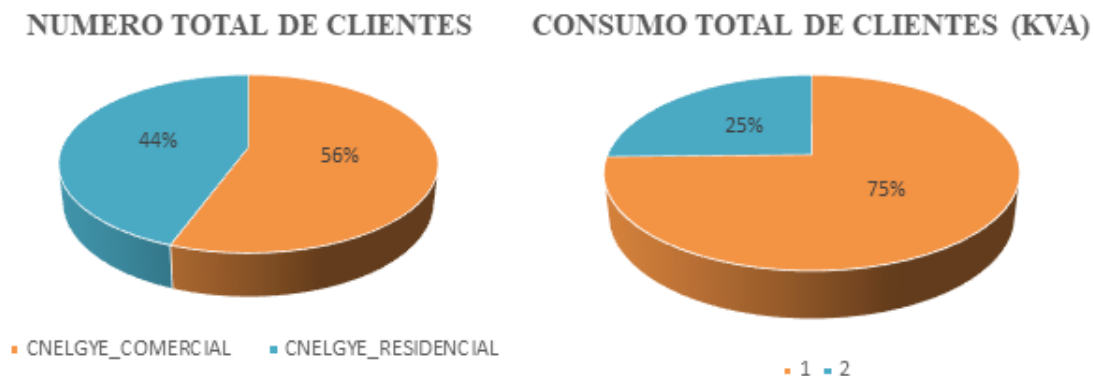


Figura 46. Número total de clientes y su consumo Alimentadora Rocafuerte
Fuente Elaborado por los autores

3.9 MODELADOS

3.9.1 MODELADO SIG 3D DE EDIFICACIONES Y REDES

Este estudio introducirá un modelo experimental basado en el diseño y la simulación de redes de voltaje intermedio en la subestación de Boyacá ubicada en el centro de la ciudad central de Guayaquil. La metodología se basará en la integración de los sistemas de información geográfica 3D (SIG 3D), el software de simulación para sistemas eléctricos y los modelos de energía de edificios destinados a obtener con precisión una imagen de infraestructura eléctrica y necesidades de energía.

3.9.1.1 MODELADO DE REDES ELÉCTRICAS

El diseño de las redes de media tensión se efectuó en software especializado como *ArcGIS Pro*, *Cymdist*. Se representaron las líneas aéreas y subterráneas que abastecen a las edificaciones del área de estudio.

El cálculo de la caída de tensión en cada alimentador se realizó mediante la expresión:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot (R \cos \varphi + X \sin \varphi)}{V_n}$$

donde:

ΔV = caída de tensión (%),

L = longitud de la línea (km),

I = corriente de carga (A),

R = resistencia por km (Ω /km),

X = reactancia por km (Ω /km),

$\cos\phi$ = factor de potencia,

V_n = tensión nominal (V).

3.9.1.2 MODELADO 3D DE EDIFICACIONES

Se emplearon modelos tridimensionales basados en información catastral y satelital, considerando las variables arquitectónicas de cada edificación. Para la estimación de la carga térmica por climatización, se aplicó la siguiente ecuación:

$$Q = U \cdot A \cdot \Delta T$$

donde:

Q = carga térmica (W),

U = coeficiente global de transferencia de calor ($W/m^2 \cdot K$),

A = área de superficie expuesta (m^2),

ΔT = diferencia de temperatura interior-exterior ($^{\circ}C$).

3.9.2 ANÁLISIS DE PÉRDIDAS TÉCNICAS

Las pérdidas técnicas en las líneas de distribución se calcularon con:

$$P_{pérdidas} = I^2 \cdot R \cdot L$$

donde:

$P_{pérdidas}$ = pérdidas por efecto Joule (kW),

I = corriente de carga (A),

R = resistencia del conductor por km (Ω/km),

L = longitud de la línea (km).

La potencia máxima simultánea de cada sector se estimó aplicando un factor de simultaneidad (f_s), de acuerdo con la ecuación:

$$P_{sim} = \sum_{i=1}^n (P_i \cdot f_{s,i})$$

donde:

P_{sim} = potencia máxima simultánea (kW),

P_i = potencia instalada de cada consumidor,

$f_{s,i}$ = factor de simultaneidad del consumidor i

3.10 SIMULACIONES

3.10.1 SIMULACIÓN ENERGÉTICA POR PERFIL DE CARGA

La simulación del perfil de consumo eléctrico es una fase importante de la planificación de la energía urbana, ya que le permite proyectar y analizar la demanda diferenciada de los sectores de vivienda, comerciales e industriales. Este análisis se realiza utilizando un software especializado en el modelado de sistemas de energía en el nivel de voltaje promedio, con el objetivo de identificar áreas con mayor densidad de carga y proponer estrategias de optimización de red de distribución.

3.10.1.1 SIMULACIÓN EN SOFTWARE DE SISTEMAS DE POTENCIA

La simulación se llevó a cabo en la plataforma CYMDIST, que permitió realizar las diferentes funciones como:

- a. Modelar alimentadores de media tensión conectados a la subestación Boyacá.
- b. Ingresar perfiles horarios diferenciados por tipo de carga.
- c. Evaluar flujo de potencia, niveles de tensión y pérdidas técnicas en condiciones de carga máxima y mínima.
- d. Identificar sectores críticos de densidad de carga para planificar refuerzos de red o nuevas infraestructuras de distribución.

3.10.2 ANÁLISIS DE DENSIDAD DE CARGA

El análisis de densidad de carga utilizado se basa en el uso del módulo CYMDIST en el software Cyme desarrollado por Eaton Corporation. Este módulo permite modelar, modelar y un análisis detallado de las redes de distribución eléctrica en el nivel de voltaje promedio (generalmente 13.8 kV o 22.9 kV) que contiene parámetros eléctricos, topológicos y espaciales. El CYMDIST facilita la representación exacta del sistema eléctrico, incluidos los transformadores, las alimentadoras, la carga dividida, los bancos de condensadores, los interruptores, la reconstrucción y otros dispositivos de maniobra que permiten un análisis estrictamente técnico del comportamiento del sistema en diferentes condiciones de funcionamiento. En el estudio actual, la herramienta se usa específicamente en el análisis de densidad de carga y se entiende como la determinación cuantitativa de la demanda eléctrica por año. Unidad de superficie (kW/o km/km²). Este análisis le permite evaluar la distribución espacial de la carga conectada en la red para

identificar áreas con altas concentraciones de consumo de energía. Estas áreas, conocidas como territorios críticos, generalmente reflejan los puntos de riesgo de la operación del sistema, como transformadores o sobrecarga de suministro, pérdida excesiva de pérdida o voltaje más allá de los intervalos regulatorios. CYMDIST no solo usa flujos de carga y pérdidas técnicas, sino que también le permite integrar planes de demanda, simulaciones en diferentes escenarios (máxima, carga mínima, preparación para emergencias) y representar geográficamente nudos con la densidad de carga más alta utilizando el tipo de cliente (hogar, comercial, industrial, industrial) o geográfico. Esta funcionalidad es particularmente útil para la planificación de la energía de la ciudad, ya que proporciona criterios técnicos estables para transformar redes eléctricas, inclusión de nuevas estaciones, ampliar los flujos existentes o las cargas de segmentación a través de redes inteligentes.

A continuación, en la Figura 47 se muestra la simulación de densidad de carga con el mencionado software.

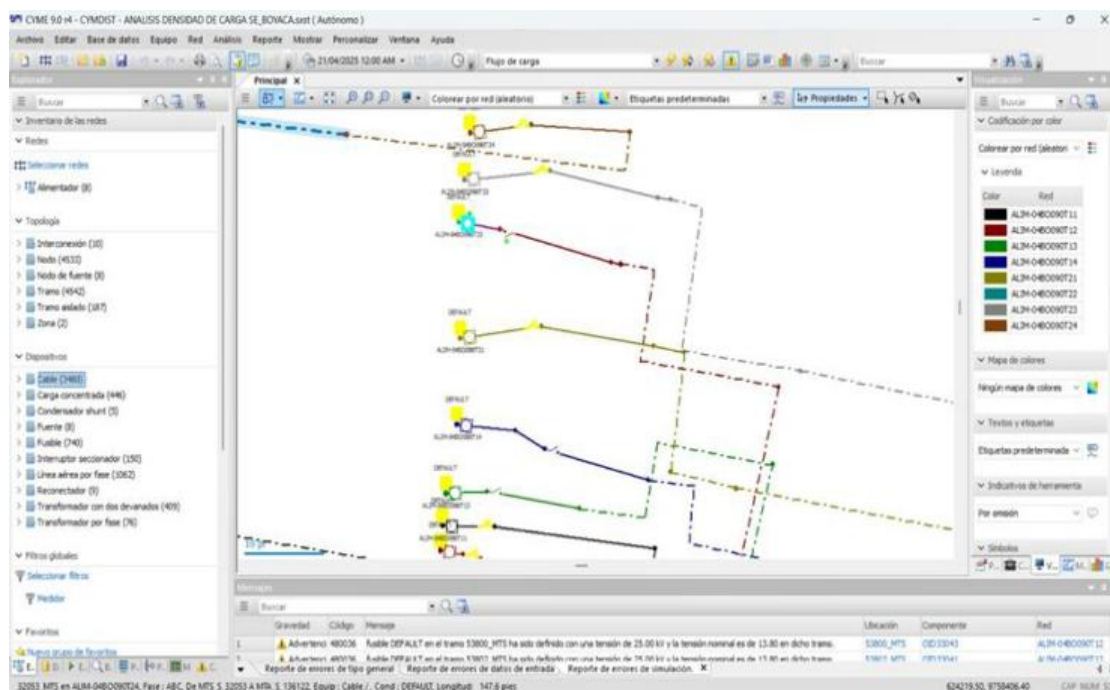


Figura 47. Simulación densidad de carga CYMDIST
Fuente: Elaborado por los autores

Además, el análisis de densidad de carga utilizando CYMDIST está directamente vinculado a las herramientas de TI (como ArcGIS), que facilita el desarrollo de tarjetas de mano de energía y la visualización integrada del entorno de la ciudad, el uso de la

demanda terrestre y eléctrica. Esta integración mejora la priorización de las decisiones, la planificación de mantenimiento predecible y la previsión de escenarios de crecimiento urbano sostenible. Por lo tanto, un análisis de densidad de carga detallado que utiliza esta plataforma es una herramienta estratégica para un diseño eficiente, flexible y personalizable del sistema eléctrico de la ciudad.

3.11 TERMOGRAFÍA EN ALIMENTADORES

El análisis termográfico de los bordes de voltaje intermedio es la herramienta básica para mantener y diagnosticar el sistema eléctrico esperado, lo que permite identificar puntos de sobrecalentamiento, conexiones dañadas o condiciones de carga patológica. Este método se basa en el uso de cámaras térmicas infrarrojas calibradas y certificadas de acuerdo con los estándares técnicos internacionales y los criterios operativos seguros en las instituciones energéticas.

3.11.1 PROCEDIMIENTO DE INSPECCIÓN TERMOGRÁFICA

Los procedimientos de prueba generalmente están determinados por los estándares IEEE STD 62.2-2018 que determinan las pautas para el uso de termografía infrarroja en equipos eléctricos de energía (IEEE, 2018). Las imágenes térmicas se toman a intervalos estándar y desde ángulos suficientes para reducir los errores de reflexión o trastornos solares, que al mismo tiempo determinan la temperatura ambiente, la humedad relativa y la carga de alimentación durante las pruebas. Las imágenes se guardaron y procesaron con un software especializado, lo que permitió el uso de paletas de colores térmicos, denotando áreas de medición (casillas de análisis) y calcular la diferencia de temperatura en el entorno (ΔT). Clasificación de la gravedad pura recomendada por NETA, 2023.

3.12 RESULTADOS ESPERADOS

- Mapa termográfico de alimentadoras con identificación de puntos críticos

Dentro de los detalles más relevantes se obtuvieron los siguientes detalles de forma general en el informe termográfico según tabla 17.

Hora	Residencial (kW)	Comercial (kW)	Institucional (kW)
00h	0.8	0.2	0.1
06h	1.5	0.5	2.0
09h	2.0	6.5	8.0
12h	1.8	9.0	10.0
15h	2.2	10.0	12.0
18h	3.5	7.0	6.0
21h	3.0	2.5	0.5
23h	2.2	0.8	0.2

Tabla 17. Perfiles de demanda eléctrica por tipo de edificación
Fuente: Elaborado por los autores

3.13 ANÁLISIS, INTERPRETACIÓN Y ACCIONES CORRECTIVAS

Las áreas significativas de administración se clasificaron de acuerdo con la prioridad del riesgo y la intervención. Cuando se descubrieron condiciones críticas, se recomienda realizar un ajuste mecánico, ajustes de par, reemplazo de componentes o evaluación de carga. Las observaciones se documentaron en informes técnicos, acompañados de imágenes térmicas ejecutadas geográficamente que promueven la trazabilidad y el monitoreo en inspecciones posteriores. La termografía infrarroja se utilizará en el desarrollo de la subestación Boyacá Anexo 5. Como parte de la planificación, se espera que la exploración termográfica se complementa con ultrasonido en la línea subtransmisión Garay, que proporciona la subestación Boyacá. Además, la termografía se integrará a lo largo de la red eléctrica con un voltaje intermedio que corresponde al suministro de siete (7) alimentadoras de (2) transformadores de potencia. Se realizarán de acuerdo con esta figura 48, de acuerdo con los criterios netos, se hará el nivel de diagnóstico y críticas por daños al equipo analizado.

CRITERIOS DE NETA (International Electrical Testing Association).				
NIVEL	Temperaturas Puntos Similares $DIFSIM = TPC - TREF$	Diferencia Temperatura Ambiente $DIFAMB = TPC - TAMB$	Clasificación	Acción
1	$1^{\circ}C \leq DIFSIM < 4^{\circ}C$	$1^{\circ}C \leq DIFAMB < 11^{\circ}C$	Posible Deficiencia 50%	Requiere más información.
2	$4^{\circ}C \leq DIFSIM < 15^{\circ}C$	$11^{\circ}C \leq DIFAMB < 21^{\circ}C$	Probable Deficiencia 75%	Reparar en próxima parada
3	$15^{\circ}C \leq DIFSIM$	$21^{\circ}C \leq DIFAMB < 40^{\circ}C$	Deficiencia 85%	Reparar lo antes posible
4	$15^{\circ}C \leq DIFSIM$	$40^{\circ}C \leq DIFAMB$	Deficiencia Mayor 100%	REPARAR INMEDIATA MENTE

Dónde:
TPC: Temperatura punto caliente
TAMB: Temperatura ambiente
TREF: Temperatura punto de referencia de otro componente similar bajo cargas similares
DIFSIM: Diferencia temperatura entre punto caliente con temperatura con punto similar
DIFAMB: Diferencia temperatura entre punto caliente con temperatura ambiente

Figura 48. Criterios de Neta
Fuente: Anexo 2

3.14 UBICACIONES Y RESULTADOS OBTENIDOS

3.14.1 ESTIMACIONES DE CARGA POR EDIFICACIONES

Integración de análisis de energía en la alimentación probada por la subestación Boyacá utilizando herramientas de simulación de carga. Este entorno puede modelar escenarios reales con alta precisión mediante el análisis de variables como la densidad de carga, la carga de red y la división de flujo de energía en diferentes condiciones de funcionamiento. En estudios recientes, este tipo de simuladores se han utilizado para evaluar la capacidad de las generaciones distribuidas por las redes de voltaje intermedias, teniendo en cuenta las reglas locales y los escenarios de distribución para edificios locales y futuros.

Por otro lado, la planificación subterránea de la red para el entorno urbano también se ha beneficiado del uso de estos sistemas, lo que permite optimizar las redes de diseño y medición en función de la densidad de población y las necesidades energéticas esperadas. En todos los casos, el análisis de flujo de carga ha sido una herramienta importante para garantizar que las variaciones de voltaje y la distribución de energía cumplan con los estándares de calidad de las regulaciones técnicas nacionales e internacionales.

Para el presente estudio, se considera un alimentador principalmente subterráneo, cuyo análisis se orienta a la evaluación de la curva de demanda con el fin de normalizar tanto el consumo comercial como la variabilidad de la demanda del sistema en el año 2024, mediante el software de simulación, lo que permitirá una representación precisa y confiable del comportamiento de la red de distribución.

La simulación de suplementos y la distribución de la carga se realizó de acuerdo con la Figura 49 y luego se llevaron a cabo áreas donde los edificios tienen una mayor densidad de carga y enfatizan el análisis termográfico descrito anteriormente.

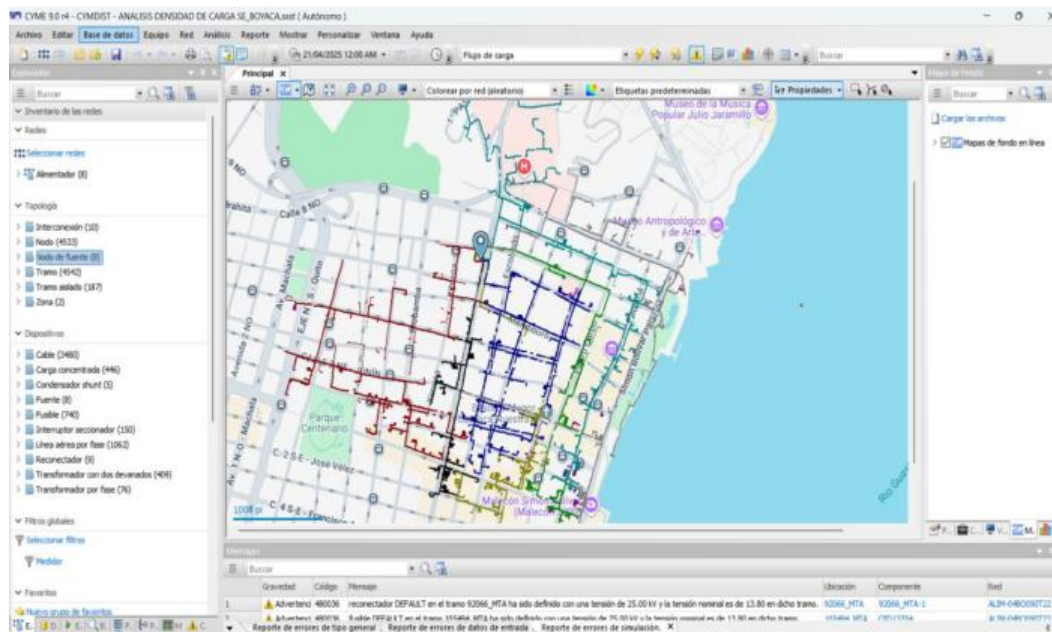


Figura 49. Simulación y distribución de carga de alimentadores de la subestación Boyacá

Fuente: Elaborado por los autores

3.14.2 INTEGRACIÓN Y VISUALIZACIÓN ESPACIAL

El modelado de escenarios de energía con simuladores geográficos se ha vuelto esencial para la planificación territorial sostenible, especialmente el uso de plataformas como ArcGIS Pro con capacidades de tres dimensiones. Estas herramientas le permiten integrar los datos espaciales, climáticos y de infraestructura para optimizar la toma de decisiones para la producción y distribución de energía. Varios estudios han demostrado la utilidad del ArcGIS Pro al identificar áreas adecuadas para proyectos de energía utilizando varios métodos de criterios y análisis jerárquico. La inclusión del modelado 3D en estos procesos ha sido la clave para representar las necesidades energéticas más precisas en las áreas urbanas y rurales, lo que facilita la proyección de escenarios futuros en diversos modelos de consumo y expansión. Además, la transición del modelo 3D con redes eléctricas permitió simular el comportamiento eléctrico, evaluar la viabilidad técnica de las interconexiones y proponer soluciones más eficientes desde un punto de vista espacial. Este progreso consolida los SIG de tres dimensiones como herramientas básicas para enfrentar desafíos energéticos modernos y futuros. A través de ciertas capas, por ejemplo: la imagen según figura. 50 y Basemap 3D como la mostrada en la Figura 51 las cuales vienen incorporadas en el software de modelamiento espacial

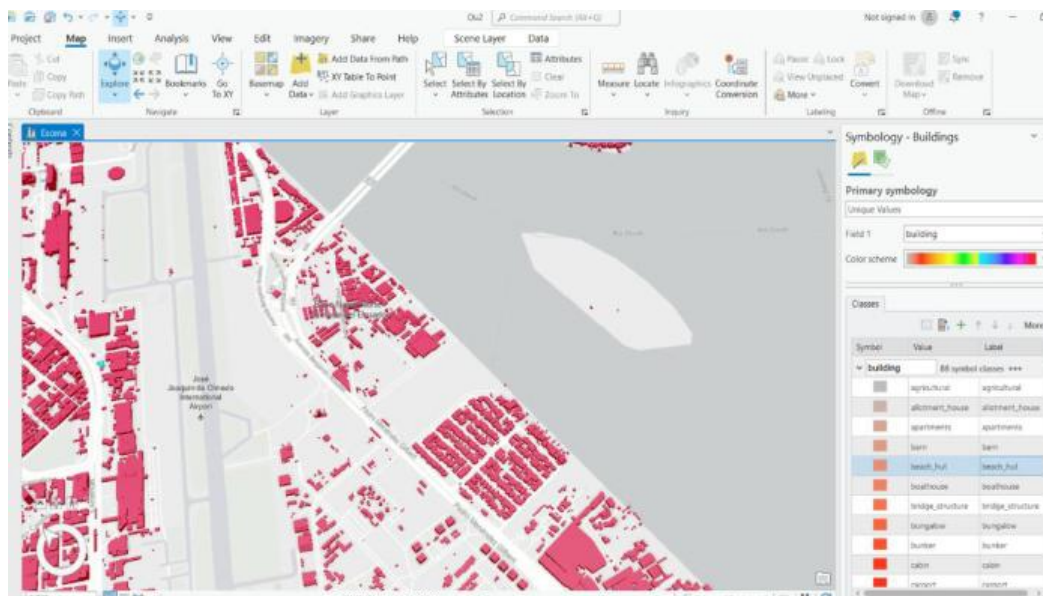


Figura 50. Capa Escena Software ArGIS Pro (1)
Fuente: Elaborado por los autores

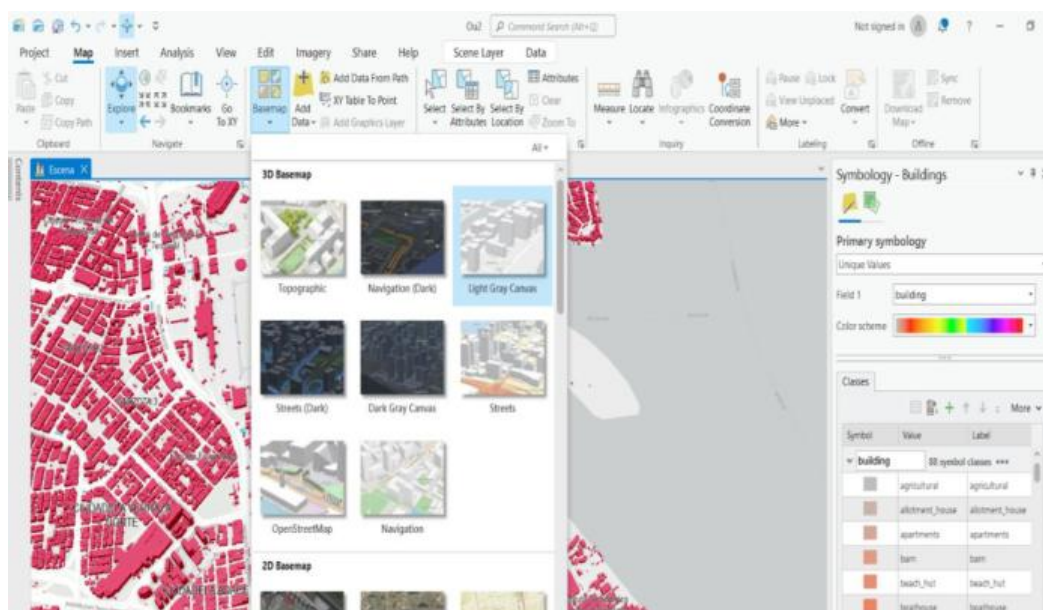


Figura 51. Capa Escena Software ArGIS Pro (2)
Fuente: Elaborado por los autores

La simulación del modelo de flujo de carga desde el centro de Guayaquil se efectuó a través del análisis de la distribución de carga en cada alimentador. Al evaluar el sistema de subdistribución Boyacá, se identificó que esté presente la mayor participación en la densidad de carga, consolidándose como el área de mayor relevancia en el comportamiento eléctrico de la zona de estudio. A continuación, en la Figura 52 se muestra la tarifa de densidad de carga más alta en el centro de Guayaquil en el centro de la subestación de Boyacá.

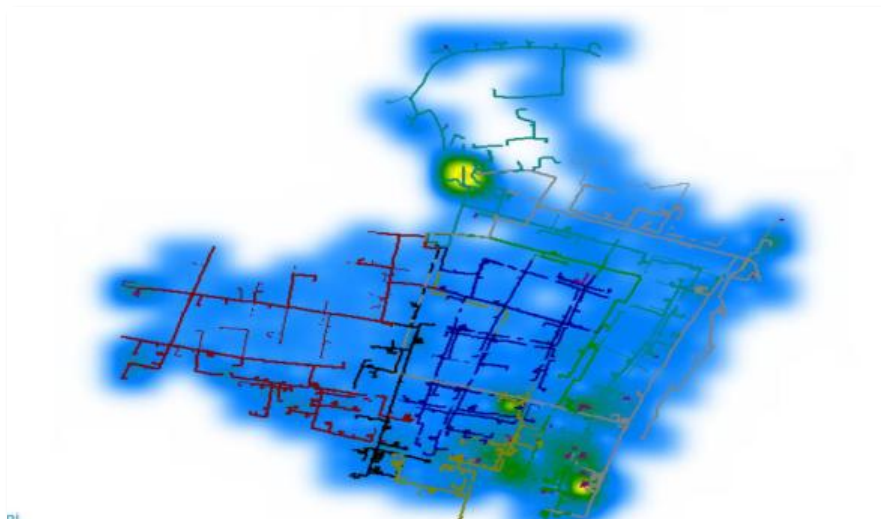


Figura 52. Densidad de Carga en la Zona Centro de Guayaquil
Fuente: Elaborado por los autores

Las zonas de color amarillo son los sectores donde existen una mayor densidad de carga en donde se debería concentrar la mayor parte de análisis planificación de demanda, ejecución de termografías, y contrastar con otro modelo 3D interactivo para analizar los edificios en el sector. Como parte de los resultados los alimentadores de mayor concentración de carga fue la alimentadora Panamá según la Figura 53 en la coordenada X: 624290,26, Y: 9758608,59. De la misma forma la alimentadora según la Figura 54 Malecón en la coordenada X: 624558,86, Y: 9757657,36 y la alimentadora Córdova según la Figura 53 en la coordenada X: 624411,74; Y: 9757898,07.



Figura 53. Localización del sector de mayor Densidad de Carga: Alimentadora Panamá software CYMDIST
Fuente: Elaborado por los autores



Figura 54. Localización del sector de mayor Densidad de Carga: Alimentadora Malecón software CYMDIST
Fuente: Elaborado por los autores



Figura 55. Localización del sector de mayor Densidad de Carga: Alimentadora Córdova software CYMDIST
Fuente: Elaborado por los autores

3.14.3 MODELO SIG 3D INTERACTIVO DEL CENTRO DE GUAYAQUIL

Se realizó el análisis 2D e incorporación de las redes del sector centro de Guayaquil de la subestación Boyacá a través del software de georreferenciación de acuerdo con la Figura 56.

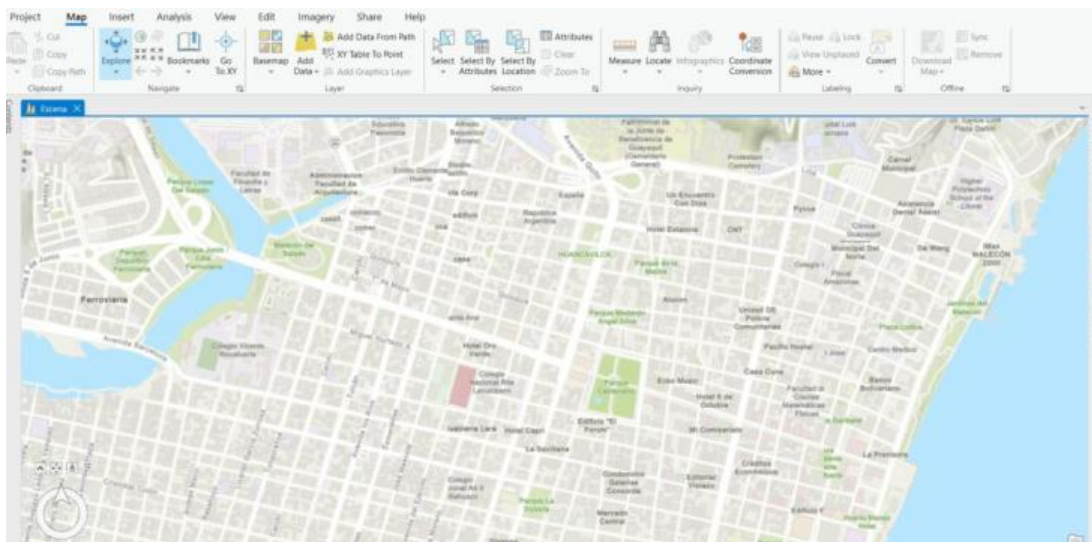


Figura 56. Análisis 2D. Redes de distribución Georreferenciadas software ArcGIS Pro
Fuente: Elaborado por los autores

La Figura 56 está condenada al valor promedio relacionado con el análisis del modelo de simulación de carga de red del sistema de distribución. Los entornos georreferenciados identifican las capas y la base de datos utilizada. El análisis 3D se realiza utilizando un software Georreferenciado para comprender la magnífica exploración de edificios en el sector medio. Como se indica en la Figura 57 los edificios visualizan 18 tamaños del edificio. Para un análisis más preciso, la cartografía se desarrollará con una propiedad simbólica que puede identificar diferentes tipos de edificios en el sector de la ciudad en Guayaquil, nos permite encontrar una combinación con las curvas de demanda y comprender el consumo promedio del edificio.

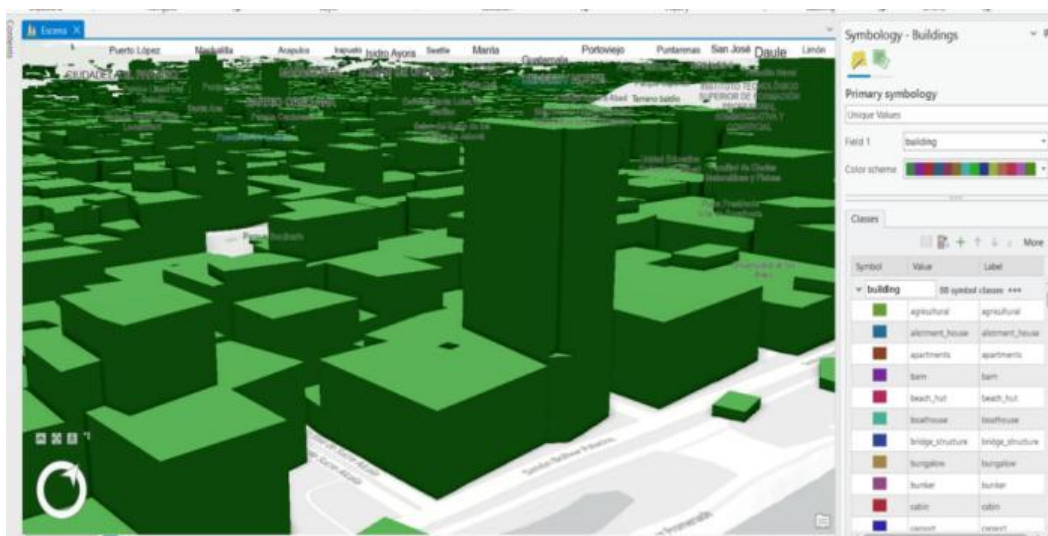


Figura 57. Capa Edificios en modelado 3D software ArcGIS Pro
Fuente: Elaborado por los autores

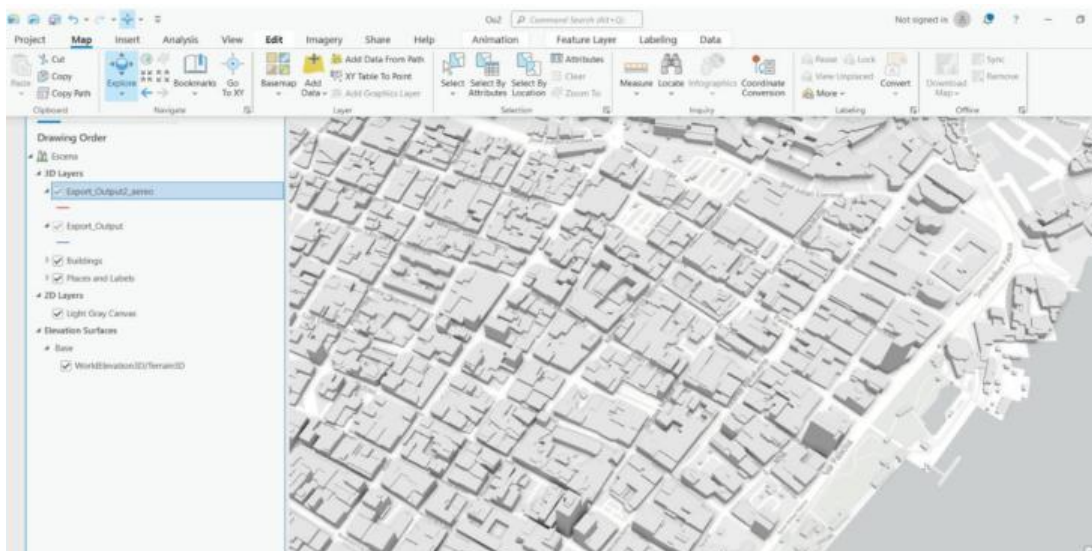


Figura 58. Propiedad Simbología para tipo de Edificaciones software ArcGIS Pro
Fuente: Elaborado por los autores

La Figura 58 presenta el análisis de los tipos de edificaciones utilizando la simbología de la capa de edificio. Posteriormente, en la figura 59 se clasifica cada edificación de acuerdo con su altura, lo que permite estimar el tamaño y volumen de las construcciones. A partir de esta información, se posibilita realizar un análisis energético y contrastado con los resultados del flujo de carga y la densidad de carga obtenido en el modelo previamente estudiado, así como calcular las pérdidas de energía relevantes para la planificación eléctrica.

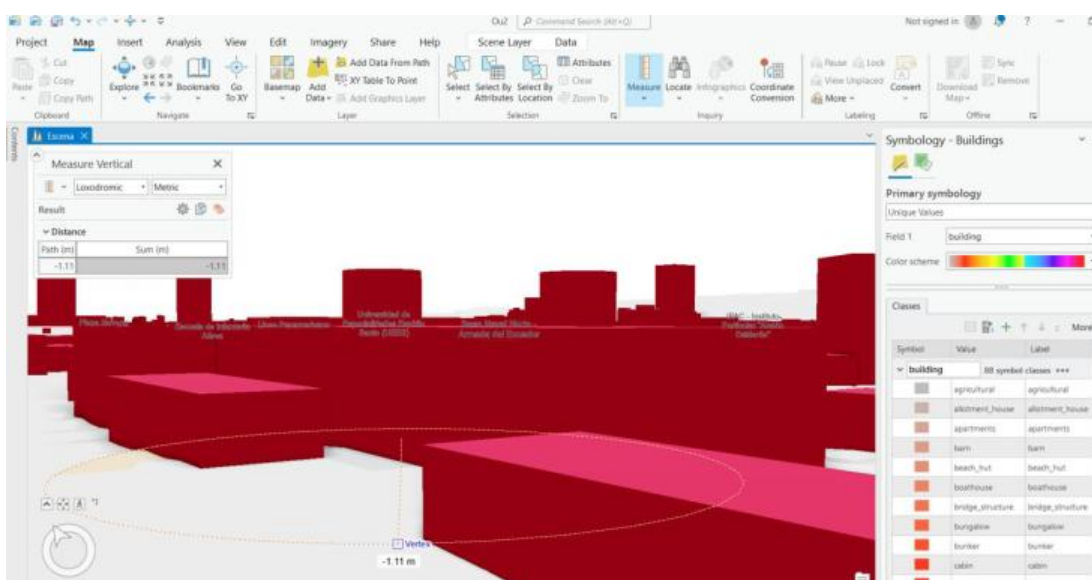


Figura 59. Altura de las edificaciones. software ArcGIS Pro
Fuente: Elaborado por los autores

A través de la Figura 60, una ruta a la selección del área de estudio (color café), donde se analizará la energía consumida por cada edificio, y las redes de

distribución en el área de la ciudad en Guayaquil serían una evaluación realista y en 3D; Sin embargo, la introducción de la red en el área de la ciudad en 2D fue posible según la Figura 58, pero con el conocimiento del diseño 3D, lo cual pone de manifiesto una mejora en perspectiva para un análisis de energía de un observatorio urbano de la zona centro de la ciudad de Guayaquil. De acuerdo con la Figura 61 se logra visualizar las redes en 2D (color morado) y la perspectiva de las edificaciones en 3D (color gris) logrando un panorama favorable para la planificación de la demanda espacial.

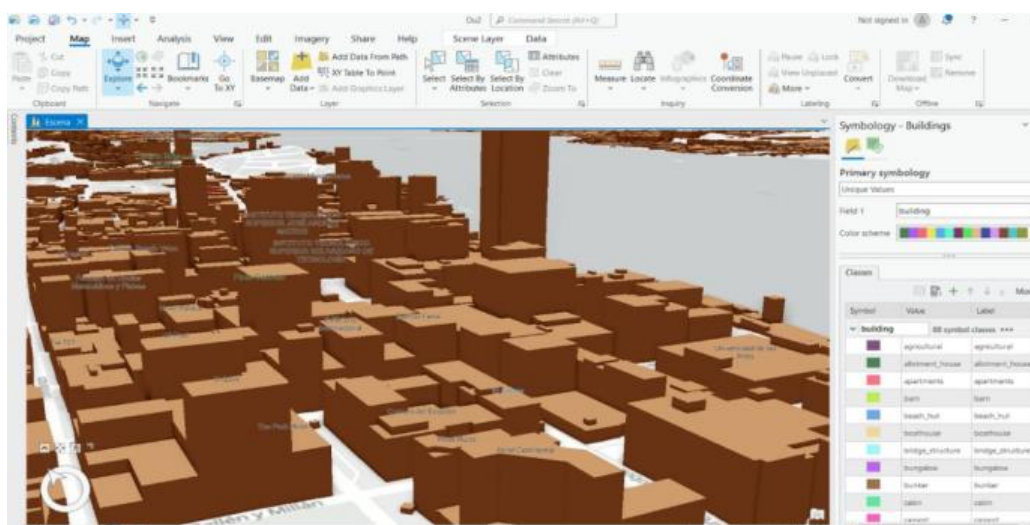


Figura 60. Selección de edificaciones para análisis 3D software ArcGIS Pro
Fuente: Elaborado por los autores



Figura 61. Visualización de redes 2D y edificaciones en 3D software ArcGIS Pro
Fuente: Elaborado por los autores

Con lo demostrado en las perspectivas de la figura 62 se establecen los diferentes tipos de edificaciones en la zona de estudio a manera de colores azul, verde y morado incluyendo las redes eléctricas que se visualizan de color rojo.



Figura 62. Perspectiva tipos de edificaciones 3D y redes eléctricas 2D software ArcGIS Pro

Fuente: Elaborado por los autores

Mediante la intervención con tratamiento de imágenes térmicas se determinó la presencia de sobrecarga en el nivel de 69 kV de la línea Garay, la cual abastece a la subestación Boyacá. Complementariamente, se realizó un análisis del espacio en 3D, permitiendo una evaluación más precisa de la infraestructura y sus condiciones operativa en la figura 63.

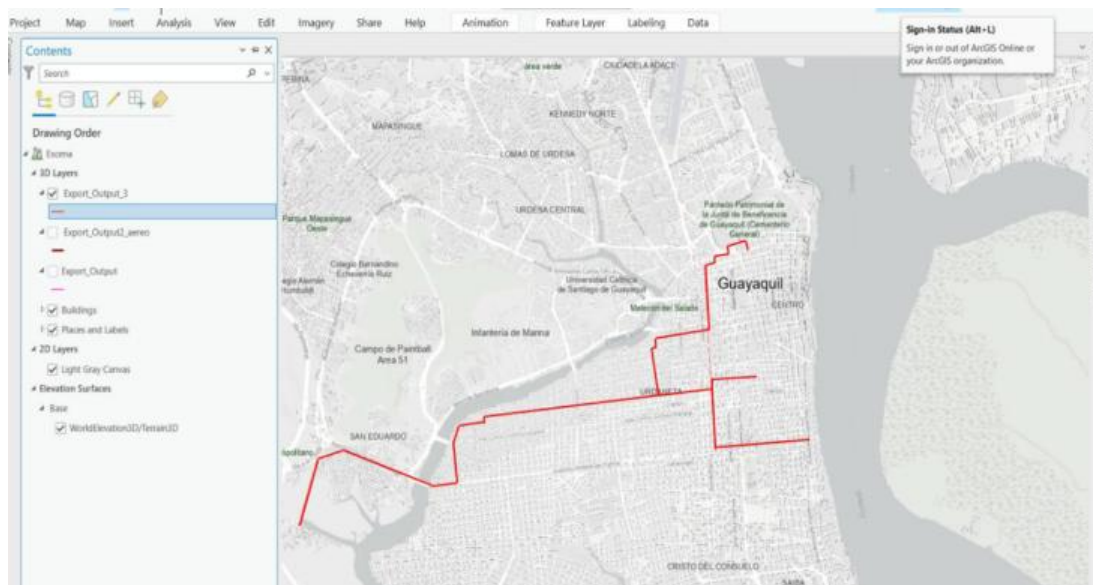


Figura 63. Análisis 3D Línea de Subtransmisión Garay software ArcGIS Pro

Fuente: Elaborado por los autores

CAPÍTULO 4

En este capítulo se desarrollará la propuesta de integración para una planificación estructurada de demanda en el sistema eléctrico de distribución una propuesta de integración y mejoramiento energético urbano con apoyo del SIG basados en los criterios técnicos desarrollados en el Capítulo 3.

4.1 MEDIDAS CORRECTIVAS A CORTO PLAZO

El análisis energético de la subestación Boyacá evidencia la superposición de picos de carga diarios, especialmente en horarios laborales y residenciales (mediodía y noche), lo que incrementa el riesgo de sobrecarga en alimentadores críticos. A fin de evitar fallos en la red, se proponen las siguientes medidas inmediatas integrando los siguientes subtemas:

4.1.1 REVISIÓN Y MANTENIMIENTO DE ALIMENTADORES CRÍTICOS

Priorizar inspecciones con termografía infrarroja para detectar puntos calientes, conexiones defectuosas y sobrecargas en líneas de alta densidad. Para este estudio una forma de alinear los planes de acción que busca una integración georreferenciada el siguiente orden:

- A. Diagnóstico Termográfico:** La inspección en la subestación Boyacá realizada en interior de las bahías de media y alta tensión, así como en los alimentadores y transformadores mediante termografía, resulta fundamental para garantizar y mantener la cabecera de la fuente de alimentación en perfectas condiciones operativas. Como se pudo apreciar en el Capítulo 3 hacer termografía exhaustiva en los reconectores, cuchillas y seccionadores ya sean de alta o media tensión proveerá de forma preventiva cualquier punto caliente futuro. En esta etapa es prescindible tener un técnico de experiencia mínima con criterios termográficos.
- B. Procesamiento y Clasificación:** En esta etapa el análisis de imágenes térmicas y categorización de riesgos es una planificación que establece como parte del desarrollo de un plan de acción enfocado a la digitalización y recopilación y análisis de información crítica proveniente de la subestación Boyacá.

Los datos deben incluir:

- Curvas de demanda en MVA y corrientes por alimentadora

- Historial de carga del transformador de poder
- Niveles de cargabilidad de las alimentadoras Panamá, Malecón y Córdova, las cuales fueron las que obtuvieron una mayor densidad de carga.
- Registros de inspecciones termográficas realizadas a los componentes con mayor incidencia térmica histórica desde hace 3 años anteriores.
- Además, se deben considerar las variables ambientales y operativas como la temperatura estacional, días hábiles y franjas horarias adecuadas para ejecutar nuevas mediciones termográficas

Estos insumos permitirán establecer líneas de acción específicas para identificar zonas críticas, anticipar sobrecargas, mejorar la distribución de carga y fundamentar decisiones de inversión y expansión de infraestructura en función de la demanda espacial proyectada.

C. Simulación de Sistemas de Potencia (Densidad de Carga): Dentro de la metodología para planificar y perfeccionar se plantea una estrategia energética, sirviéndonos del programa CYMDIST para estudiar los sistemas de potencia, junto con los instrumentos de los sistemas de información geográfica (SIG). Esta propuesta de esta idea tiene como objetivo detectar los puntos débiles técnicos, mejoramiento de la capacidad operativa en las redes de distribución y facilitar la toma de decisiones basada en análisis espacial y eléctrico.

Al principio, se trasladarán las redes de reparto realizada del espacio en la simulación en CYMDIS, incorporando los perfiles de carga por horario en las cabeceras de cada alimentadora. A partir de esto, se llevará a cabo el estudio de flujo de carga y la distribución de cargas a lo largo de cada alimentadora, lo que permitirá identificar puntos de sobrecarga, o desequilibrios de tensión.

Para que este análisis sea confiable, se debe garantizar que las redes eléctricas modeladas cuenten con una depuración y actualización de cargas reales por alimentadora, reflejando correctamente la demanda actual de los usuarios en cada sector urbano. Luego aprobar este diseño, calculamos la densidad de carga, que se pondrá al SIG usando capas de temas con referencia geográfica.

Con esta base técnica, se proponen las siguientes medidas correctivas de corto plazo, orientadas a mejorar el desempeño del sistema de distribución urbana:

a. Mejora de los transformadores

- Aumentar la potencia de los transformadores que tengan niveles de carga superiores al 80% de su capacidad nominal.
- Darle prioridad a los transformadores que estén en áreas en zonas con alta densidad de carga.

b. Arreglo de Conductores

- Cambio de calibres en tramos de conductores que presenten caída de tensión excesiva o riesgo térmico por sobrecarga.
- Estandarización de calibres en tramos críticos para garantizar la homogeneidad del sistema.

c. Revisión de Seccionadores Portafusibles

- Sustitución de seccionadores portafusibles en mal estado o con especificaciones inadecuadas.
- Rediseño de protecciones en ramales secundarios para mejorar la selectividad y confiabilidad.

d. Corrección de Cargas Mal Distribuidas

- Redistribución de cargas entre fases o alimentadoras para balancear el sistema y reducir pérdidas técnicas.
- Reconfiguración de redes en anillo en sectores vulnerables a interrupciones.

e. Actualización de la Base Cartográfica y Topológica

- Incorporación de datos eléctricos en el SIG, incluyendo densidad de carga, niveles de tensión y tramos críticos.
- Digitalización de nuevas redes y validación de su georreferenciación en campo.

f. Integración de Capas Temáticas Urbanas en SIG

- Incorporación de capas de riesgo eléctrico urbano, como edificaciones verticales, zonas industriales, hospitales y centros comerciales.
- Identificación de áreas de expansión urbana según la planificación municipal, para anticipar futuras demandas.

g. Expansión Preventiva del Sistema

- Proyección y diseño de extensiones de red hacia zonas con alta probabilidad de crecimiento, en coordinación con el área comercial.

- Preparación de infraestructura para atender la demanda proyectada de clientes en baja, media y subtransmisión.

D. Integración en SIG: Una vez obtenidos los resultados del modelado de flujos de carga, distribución y densidad de carga mediante el software de sistemas de potencia CYMDIST, es necesario realizar su integración en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Esta etapa permitirá combinar la potencia analítica del modelado eléctrico con las capacidades espaciales del SIG, mejorando así el análisis territorial y la planificación energética.

La información generada por CYMDIST, especialmente las curvas de carga y densidad por nodo o tramo, deberá ser transcrita y georreferenciada dentro del SIG, utilizando la capa 2D como base para la representación de las redes eléctricas. A través de esta capa, se podrán visualizar las trayectorias de las redes, nodos críticos y zonas con mayor concentración de demanda energética.

El SIG permite integrar una mayor cantidad de atributos geospaciales y variables externas, lo que ofrece una plataforma más robusta para la toma de decisiones en planificación eléctrica. Gracias a esta integración, es posible superponer los resultados eléctricos con capas temáticas adicionales, tales como:

- i. Zonas de riesgo eléctrico en entornos urbanos (alta densidad de población, presencia de edificaciones altas, infraestructura sensible, etc.),
- ii. Interés para el crecimiento espacial, como nuevas urbanizaciones, zonas comerciales en expansión, áreas industriales proyectadas, entre otros.

Esta fusión de análisis técnico (eléctrico) y espacial (territorial) proporciona una visión integral del sistema, y facilita una planificación energética más eficiente, segura y alineada al crecimiento urbano proyectado.

e. Curvas de Demanda Energética: En esta etapa se recolecta y modela las curvas de carga horarias en áreas residenciales, comerciales, se lo realizará mediante la identificación de zonas de estudios, recolección de Datos de Demanda, validación y Limpieza de Datos, modelado de curvas de carga, cálculo de factores de coincidencia, análisis temporal de la demanda.

I. Identificación de Zonas de Estudio:

- Selección de áreas representativas con diferentes tipos de consumo: residencial, comercial e industrial.
- Utilización de herramientas SIG (Sistemas de Información Geográfica) para delimitar zonas.
- Clasificación inicial por tipo de carga.

II. Recolección de Datos de Demanda

- Obtención de registros horarios de carga mediante: Sistemas SCADA, Medidores inteligentes, Datos históricos operativos
- Recolección diferenciada por tipo de zona.
- Validación y Limpieza de Datos
- Detección de inconsistencias, datos faltantes o atípicos.
- Corrección o eliminación de registros erróneos.
- Normalización de datos para análisis posterior.

III. Modelado de Curvas de Carga

- Construcción de curvas típicas de demanda horaria por tipo de consumidor.
- Uso de herramientas estadísticas o software especializado como el CYMDIST O ArcGIS Pro
- Generación de perfiles diarios, semanales y mensuales.

IV. Cálculo de Factores de Coincidencia

- Análisis de picos simultáneos entre diferentes zonas o tipos de carga.
- Determinación de factores de coincidencia para cada tipo de zona.
- Aplicación de estos factores al dimensionamiento de infraestructura eléctrica.

V. Análisis Temporal de la Demanda

- Estudio de variaciones de demanda en función del: Día de la semana (laboral vs. fin de semana)
- Estación del año (verano, invierno, etc.)
- Horas pico y valle
- Identificación de patrones de consumo estacionales.

VI. Informe Técnico Consolidado

- Documentación de metodología, hallazgos y resultados.
- Gráficas y tablas con curvas de carga por zona.
- Recomendaciones para la planificación espacial de la demanda energética.
- Insumos para decisiones de inversión y expansión de la red.

Una vez elaborado lo anterior se podrían considerar la reconfiguración de cargas en horarios pico y reducir las pérdidas.

- **Reconfiguración de cargas en horarios críticos:** fomentar la asignación de cargas no indispensable en edificios institucionales a periodo demanda reducida, junto con sistema automatizado de climatización e iluminación.
- **Disminución de pérdidas técnicas:** reemplazo de conductores deteriorados y empleo transformadores de núcleo de baja pérdida (NLP), lo cual favorece a un incremento en la eficiencia instantánea de la red.

Estas acciones permiten reducir la probabilidad de fallos en la subestación y asegurar un suministro más estable en el corto plazo, especialmente en sectores comerciales con alta concentración de cargas activas.

En la Tabla 18 se consolidan los análisis por fase descritos anteriormente con la correspondiente actividad principal, herramientas o recursos, responsables y resultados esperados.

Fase	Actividad Principal	Herramientas / Recursos	Responsables	Resultados Esperados
Diagnóstico Termográfico	Inspección de subestación Boyacá, alimentadores y transformadores mediante termografía terrestre y aérea.	Cámara termográfica, drones, FLIR Tools.	Técnicos en termografía mantenimiento eléctrico.	Identificación de puntos críticos y anomalías térmicas.
Procesamiento y Clasificación	Análisis de imágenes térmicas y categorización de riesgos.	ThermoVision, base de datos.	Analistas eléctricos, termógrafos nivel 1	Inventario digital de anomalías clasificadas por criticidad.
Simulación de Sistemas de Potencia (Densidad de Carga)	Modelado de la red con parámetros de carga y simulación de escenarios de sobrecarga.	ArcGIS Pro CYMDIST,	Ingenieros eléctricos + SIG.	Mapas de densidad de carga y confiabilidad de suministro.
Integración en SIG	Georreferenciar anomalías y elementos de la red en ArcGIS Pro.	ArcGIS Pro, .	Equipo SIG + eléctricos.	Capas temáticas de riesgo eléctrico en entorno urbano.
Curvas de Demanda Energética	Recolección y modelado de curvas de carga horarias en áreas residenciales, comerciales e industriales.	Medidores inteligentes, SCADA, ArcGIS Insights.	Planificación eléctrica.	Curvas de demanda integradas en SIG para análisis espacial-temporal.

Tabla 18. Análisis resultado esperados

Fuente: Elaborado por los autores

4.2 ESTRATEGIAS DE EFICIENCIAS ENERGETICA

A mediano y largo plazo, las tecnologías de eficiencia energética jugarán un papel fundamental en la sostenibilidad del crecimiento urbano, permitiendo estabilizar la demanda eléctrica, reducir pérdidas, optimizar recursos y disminuir las emisiones contaminantes. Esta propuesta plantea integrar dichas estrategias dentro de una plataforma espacial basada en SIG (Sistemas de Información Geográfica), permitiendo tomar decisiones fundamentadas en el análisis espacial, técnico y energético del territorio.

En el Capítulo 3, se establecieron metodologías para determinar las zonas con mayor concentración de edificaciones. A partir de estos datos y su georreferenciación, es posible incorporar una dimensión tridimensional (3D) del entorno urbano, lo cual permite calcular con precisión variables como volumen construido, superficie de techos disponibles, orientación solar, área de exposición térmica, entre otros. Con esta información, se puede diseñar un plan integral de eficiencia energética urbana, articulando a municipios, empresas distribuidoras, propietarios y otros factores clave.

4.2.1 EFICIENCIA EN EDIFICACIONES

Se establece en esta parte como medida de eficiencia energética en edificaciones:

4.2.1.1 EVALUAR CONSUMO ENERGÉTICO Y PÉRDIDAS TÉRMICAS EN EDIFICACIONES 3D

Esta fase busca analizar cómo las edificaciones consumen energía y cuánto pierden en forma de calor, a través de un modelo tridimensional del entorno urbano. Utilizando herramientas como ArcGIS Pro 3D se simulan las condiciones térmicas de los edificios (aislamiento, orientación solar, ventilación, etc.) para generar una base técnica priorizada para futuras intervenciones de eficiencia energética en el área urbana.

4.2.1.2 ESTABLECER INTERVENCIONES EN REDES Y EDIFICIOS

Según criticidad, demanda y eficiencia: No todas las zonas tienen el mismo nivel de urgencia o impacto si se intervienen. Esta actividad se basa en datos integrados en el SIG para:

- Identificar zonas críticas de alta demanda o ineficiencia.
- Cruzar información eléctrica (flujo de carga, sobrecargas), térmica (pérdidas energéticas), y urbana (densidad de población, uso del suelo).
- Asignar niveles de prioridad a cada edificio o red según su relevancia en la red energética y su potencial de mejora.

Se construyen tableros interactivos que permiten a tomadores de decisión visualizar y jerarquizar acciones, optimizando recursos técnicos y financieros.

4.2.1.3 EJECUCIÓN DE MEJORAS EN REDES Y SEGUIMIENTO EN TIEMPO REAL

Con IoT y SIG. Una vez priorizadas las zonas, se pasa a la ejecución de las mejoras propuestas tanto en las edificaciones (como mejoras de envolventes térmicas, iluminación, etc.) como en las redes de distribución eléctrica (cambio de conductores, repotenciación de transformadores, incorporación de generación distribuida, etc.).

Durante esta fase también se instala infraestructura para el monitoreo en tiempo real:

- Sensores IoT que recogen datos sobre consumo, temperatura, voltajes, etc.
- Integración con plataformas como ArcGIS Online, donde se visualizan los indicadores en mapas en tiempo real.

Esto permite verificar que las intervenciones están dando los resultados esperados y detectar a tiempo nuevas anomalías en los sistemas.

4.2.1.4 GENERACIÓN DE INFORMES PERIÓDICOS DE CONFIABILIDAD Y EFICIENCIA URBANA

Se realizará una evaluación continua del impacto de las estrategias aplicadas. Se generan informes técnicos que incluyen:

- Indicadores de desempeño energético por edificio, zona o red.
- Reducción de pérdidas, mejora en factores de carga y reducción de emisiones.
- Comparaciones antes y después de las intervenciones.

Con herramientas como ArcGIS, se presentan datos en forma visual y dinámica, facilitando la toma de decisiones basada en evidencia y el cumplimiento de metas institucionales o regulatorias.

Esta medida permite implementar programas de renovación energética orientados a edificios residenciales, comerciales e institucionales. Las intervenciones priorizadas incluyen:

- Mejoras en envolventes térmicas (aislamiento de fachadas, techos y ventanas).
- Iluminación LED inteligente conectada a sensores de presencia y luz natural.

Estas acciones pueden ser modeladas en entorno SIG 3D y ArcGIS Pro, cruzando variables como zona climática, volumen edificado y consumo estimado, permitiendo priorizar intervenciones según impacto energético.

4.2.2 GESTIÓN ACTIVA DE LA DEMANDA

Aplicar tecnologías de monitoreo y control inteligente mediante:

- IoT urbano y sistemas SCADA distribuidos, integrados al SIG.
- Medidores inteligentes en sectores críticos, con funciones de alerta temprana y control remoto.
- Plataformas de visualización geoespacial para gestionar cargas en tiempo real.

Esto permitirá una gestión dinámica de la red, la detección de anomalías y la toma de decisiones preventivas, especialmente en zonas con alta variabilidad de carga.

4.2.3 GENERACIÓN DISTRIBUIDA Y ALMACENAMIENTO ENERGÉTICO

Fomentar la **instalación de sistemas fotovoltaicos en techos urbanos** (residenciales, comerciales e institucionales), especialmente en edificaciones con buena exposición solar según el análisis SIG 3D. Además:

- Incorporar bancos de baterías urbanas para almacenamiento de energía.
- Evaluar el potencial solar por edificio, cruzando datos de orientación, sombra y superficie útil.
- Integrar la generación distribuida al análisis de flujo de carga para reducir congestiones locales.

4.2.4 GESTIÓN DE LA CARGA POR HORARIOS ESCALONADOS

Diseñar, en coordinación con los gobiernos locales, políticas de horarios diferenciados de operación para oficinas, instituciones públicas y comercios. Esto busca:

- Disminuir los picos de carga eléctrica en horarios críticos (generalmente 18h–21h).
- Distribuir el uso de energía de manera más equilibrada.
- Usar el SIG para identificar los sectores donde estas medidas tendrán mayor impacto.

4.2.5 PROYECCIÓN DE IMPACTO ENERGÉTICO

Bajo un enfoque integral, estas estrategias podrían generar una reducción de hasta 25% en la carga pico urbana para 2035 [75], según simulaciones preliminares en sectores centrales de Guayaquil. Esto implica:

- Aumento significativo de la recuperación de energía.
- Reducción de pérdidas técnicas en las redes.
- Disminución sustancial de las emisiones de CO₂ en zonas urbanas densas.

De acuerdo con las proyecciones, bajo un escenario de intervención integral, la carga pico urbana podría reducirse hasta en un 25% para el año 2035 [75], aumentando de la recuperación energética y disminuyendo las emisiones de carbono en la zona centro de Guayaquil.

A continuación, se presenta la Tabla 19 la cual determina de forma de plan de acción en la estrategia de eficiencia energética a usarse en este tema

Fase	Actividad Principal	Herramientas / Recursos	Responsables	Resultados Esperados
1. Eficiencia Energética en Edificios e Infraestructuras	Evaluar consumo energético y pérdidas térmicas en edificaciones 3D.	ArcGIS Pro 3D CYMDIST Energy Plus DesingBuilder	Arquitectos energéticos + ingenieros eléctricos.	Modelos 3D con indicadores de eficiencia y potencial de ahorro energético.
2. Priorización Estratégica	Establecer intervenciones en redes y edificios según criticidad, demanda y eficiencia.	SIG con dashboards.	Empresa distribuidora + municipios.	Estrategia integral de mantenimiento y optimización energética.
3. Implementación y Monitoreo	Ejecución de mejoras en redes y seguimiento en tiempo real con IoT y SIG.	Sensores IoT, ArcGIS Online.	Área de operaciones.	Red y edificaciones monitorizadas en tiempo real.
4. Evaluación y Reporte	Generación de informes periódicos de confiabilidad y eficiencia urbana.	ArcGIS. Dashboards	Dirección técnica.	Reportes estratégicos de reducción de fallas y mejora de eficiencia.

Tabla 19. Plan de acción energética

Fuente: Elaborado por los autores

4.3 NORMATIVA LOCALES Y LINEAMIENTO TECNICOS

La aplicación efectiva de una propuesta de integración y mejoramiento energético urbano con apoyo de SIG requiere una articulación coherente con el marco normativo vigente en el Ecuador, así como con los lineamientos técnicos internacionales.

Este alineamiento no solo garantiza la legalidad y viabilidad del proyecto, sino que también proporciona una base técnica sólida para asegurar su eficiencia, sostenibilidad y aceptación institucional.

A continuación, se detallan las normativas clave que regulan el diseño, ejecución y operación de proyectos energéticos urbanos en el contexto local y nacional:

4.3.1 NORMATIVA NACIONAL: CÓDIGO DE LA CONSTRUCCIÓN DEL ECUADOR (2011)

- Este instrumento normativo establece los requisitos mínimos de eficiencia energética en edificaciones nuevas, especialmente en lo relativo al aislamiento térmico, ventilación natural, iluminación eficiente y uso racional de equipos eléctricos.

- Define parámetros para la envolvente térmica, que son clave para disminuir las pérdidas energéticas por climatización en viviendas, oficinas y edificios institucionales.
- La propuesta aprovecha esta base legal para fomentar el diseño energético pasivo de nuevas construcciones, priorizando soluciones que reduzcan el consumo sin comprometer el confort térmico.

4.3.2 REGULACIÓN SECTORIAL: ARCERNNR (AGENCIA DE REGULACIÓN Y CONTROL DE ENERGÍA Y RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES)

- La ARCERNNR establece lineamientos técnicos para la planificación, integración y control del sistema eléctrico nacional, incluyendo la generación distribuida con fuentes renovables, el almacenamiento de energía, y la implementación de medición inteligente.
- Dentro de este marco, se permite la inyección de energía proveniente de sistemas fotovoltaicos residenciales, comerciales o institucionales a la red, bajo ciertos criterios de control y balance de cargas.
- También establece parámetros para el monitoreo del consumo urbano y la implementación de redes inteligentes (smart grids), herramientas directamente relacionadas con el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG) para el seguimiento y toma de decisiones.

4.3.3 NORMATIVA LOCAL: ORDENANZAS MUNICIPALES DEL MUNICIPIO DE GUAYAQUIL

Las ordenanzas urbanas contemplan incentivos normativos y tributarios para edificaciones sostenibles [76], tales como:

- Techos verdes como mecanismos de aislamiento térmico natural.
- Sistemas de generación solar fotovoltaica, con conexión a red o para autoconsumo.
- Uso de equipos de climatización de alta eficiencia.
- La planificación urbana energética con SIG debe alinearse con estas disposiciones, identificando sectores con potencial para implementar estas medidas y priorizando zonas de intervención según criterios normativos y técnicos.

4.3.4 REFERENCIAS INTERNACIONALES: NORMAS IEEE e IEC

Si bien el proyecto se enmarca en normativas nacionales y locales, también se propone como referencia técnica complementaria el uso de normativas internacionales como:

- IEEE 1547 (Interconexión de recursos energéticos distribuidos).
- IEC 61850 (Protocolos de comunicación para sistemas eléctricos).
- IEC 61427 (Sistemas de almacenamiento de energía con baterías).

4.4 RECOMENDACIONES PARA FUTURAS INVESTIGACIONES

Los resultados obtenidos en esta propuesta, así como las proyecciones simuladas para escenarios de crecimiento urbano y carga futura, evidencian la necesidad de continuar desarrollando líneas de investigación complementarias, que fortalezcan la capacidad técnica, operativa y analítica de los municipios, empresas distribuidoras y actores del sector energético urbano.

A continuación, se detallan las principales recomendaciones para futuras investigaciones, con un enfoque en tecnologías de información geoespacial, eficiencia energética y planificación eléctrica inteligente:

4.4.1 MODELACIÓN ENERGÉTICA URBANA AVANZADA CON SIG 3D

Se recomienda profundizar en la integración de modelos tridimensionales (3D) en el SIG urbano, permitiendo una simulación más precisa de:

- **Pérdidas térmicas en edificaciones**, según su morfología, orientación solar, materiales y ventilación.
- **Distribución de cargas eléctricas**, con mayor resolución por nivel de edificación (pisos, uso por planta, etc.).
- **Interacción espacio-energía**, para localizar puntos de alta densidad de consumo o sobrecarga.

Esta línea de investigación permitiría el desarrollo de mapas dinámicos de eficiencia energética, donde se prioricen sectores críticos para repotenciación de redes, adecuación de transformadores o implementación de soluciones pasivas en edificios.

4.4.2 INCORPORACIÓN DE PLATAFORMAS DE ANÁLISIS DE DATOS URBANOS EN TIEMPO REAL

Es fundamental avanzar hacia un sistema de monitoreo urbano continuo e integrado, que permita:

- Visualizar curvas de demanda eléctrica en tiempo real, diferenciadas por tipo de carga (residencial, comercial, institucional, industrial).
- Implementar dashboards energéticos urbanos, georreferenciados, que soporten decisiones operativas y de planificación.
- Integrar sensores IoT y medidores inteligentes en una infraestructura digital consolidada con el SIG.

Estas plataformas actuarán como una **infraestructura digital base** para la gestión de redes urbanas inteligentes, anticipando condiciones de estrés energético y permitiendo respuestas más ágiles ante variaciones de demanda o fallas localizadas.

4.4.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y LA GENERACIÓN DISTRIBUIDA

La transición hacia una ciudad energéticamente eficiente requiere entender con claridad la viabilidad económica de las intervenciones propuestas. Por ello, se recomienda:

- Desarrollar modelos de análisis costo-beneficio para proyectos de eficiencia energética, considerando variables como inversión inicial, ahorro energético, tiempo de retorno y externalidades ambientales.
- Evaluar el impacto económico de la instalación de sistemas de generación distribuida (principalmente fotovoltaicos) y sistemas de almacenamiento energético (baterías urbanas) en diferentes tipologías de edificación.
- Analizar los incentivos financieros, tributarios y regulatorios requeridos para masificar estas soluciones en Guayaquil, en coordinación con el municipio y organismos reguladores.

CONCLUSIONES

Se describieron y se estudiaron criterios técnicos y espaciales en la integración de redes de distribución eléctrica aprovechando la tecnología de los Sistemas Integrados de Georreferenciación para mejorar la calidad de la planificación energética urbana en la zona centro de Guayaquil.

Se analizaron las condiciones técnicas y espaciales actuales de la red de distribución eléctrica en la zona centro de Guayaquil, con base en información georreferenciada facilitada por la empresa eléctrica y por plataformas de canales web que permitieron ver las redes en tiempo real, además de plantillas o capas ofrecido por el proveedor del ArcGIS pro.

Los parámetros técnicos y espaciales relevantes para la integración de redes de distribución eléctrica en entornos SIG, orientados a la planificación energética urbana fueron los estudios de termografías de la subestación Boyacá permitieron evidenciar una alta densidad de carga en los alimentadores Malecón Panamá y Córdoba mediante software de simulación. Además, otro parámetro técnico fue la caracterización de las curvas de la demanda las cuales resultaron ser de tipo comercial y, con la ayuda del software de georreferenciación se logró localizar los focos de edificaciones para proponer eficiencia energética.

El análisis del consumo de demanda para el mes de abril, basado en los datos proporcionado por las tablas de las alimentadoras de la subestación Boyacá permitió una comprensión detallada del consumo entre usuario comerciales y residenciales y se logró determinar el pico de demanda, esta identificación de los momentos de mayor consumo es crucial para la planificación de gestión eficiente para la red.

Se diseñó una propuesta de integración de redes eléctricas utilizando SIG, que permite mejorar la precisión y confiabilidad del análisis energético urbano en la zona de estudio mediante una planificación a corto plazo con planes de acción en las alimentadoras y centro de cargas de las edificaciones. Por otro lado, se definió una planificación a mediano y largo plazo basándose eficiencia energética, gestión de la demanda, carga e impacto ambiental.

RECOMENDACIONES

Es clave mantener un programa constante de inspecciones en la subestación Boyacá y sus alimentadores. Esto significa no esperar a que aparezcan fallas graves, sino revisar periódicamente el estado de transformadores, seccionadores y conductores para identificar a tiempo muchos puntos de sobrecarga o conexiones defectuosas. De esta manera se pueden evitar interrupciones inesperadas en sectores de alta demanda como el centro de Guayaquil, donde un corte de energía afecta tanto a viviendas como a comercios e instituciones.

El consumo eléctrico en el área de estudio se concentra en viviendas, comercios y oficinas, lo que genera picos de demanda en horarios muy marcados. Una recomendación es fomentar medidas de eficiencia energética en estas edificaciones, como el uso de aires acondicionados más eficientes, iluminación LED, sistemas de ventilación natural o incluso mejoras en el aislamiento de fachadas y techos. Estas acciones no solo reducen el consumo, sino que también ayudan a mantener más estable la red en los momentos de mayor uso.

La ciudad de Guayaquil sigue creciendo en altura y densidad, lo que significa que la demanda de electricidad también aumentará con los años. Por ello, resulta necesario planificar con anticipación la incorporación de nuevos transformadores, alimentadores o refuerzos en la red antes de que se presenten sobrecargas críticas. Una visión preventiva, que considere los escenarios de crecimiento urbano y el uso de tecnologías más modernas, permitirá garantizar que el servicio eléctrico se mantenga confiable y seguro para los usuarios en el mediano y largo plazo.

El uso de herramientas avanzadas como drones, cámaras termográficas y modelos SIG en 3D ha demostrado ser de gran ayuda para evaluar de forma más precisa el estado de la red eléctrica y proyectar escenarios de demanda futura. Sería recomendable que estas tecnologías no se apliquen únicamente en estudios puntuales, sino que se integren como parte de un sistema de monitoreo permanente. Esto permitiría detectar fallas con mayor rapidez, anticipar sobrecargas y planificar con datos más confiables, logrando una gestión más moderna y eficiente del sistema eléctrico en el centro de Guayaquil.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] P. González, “¿Cuál es el promedio nacional de consumo eléctrico en los hogares ecuatorianos?”, Primicias. Consultado: el 5 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.primicias.ec/economia/consumo-electricidad-hogares-ecuador-planillas-luz-78366/>
- [2] CNEL EP, “Rendición de cuentas 2024”, Quito, Rendición de cuentas, 2024. Consultado: el 5 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2025/06/Informe-ejecutivo-RENDICI%C3%93N-DE-CUENTAS-2024-VF.pdf?utm_source=chatgpt.com
- [3] A. Fichera, A. Pluchino, y R. Volpe, “A multi-layer agent-based model for the analysis of energy distribution networks in urban areas”, *Phys. Stat. Mech. Its Appl.*, vol. 508, pp. 710–725, 2018, doi: 10.1016/j.physa.2018.05.124.
- [4] M. Sáenz, “Crisis de Energía en Ecuador: Evaluación de la Situación al 28 de octubre 2024”. 2024. doi: 10.13140/RG.2.2.36189.63208.
- [5] D. Moya *et al.*, “Geospatial and temporal estimation of climatic, end-use demands, and socioeconomic drivers of energy consumption in the residential sector in Ecuador”, *Energy Convers. Manag.*, vol. 261, p. 115629, 2022, doi: 10.1016/j.enconman.2022.115629.
- [6] G. Aruta, F. Ascione, N. Bianco, L. Bindi, y T. Iovane, “Energy classification of urban districts to map buildings and prioritize energy retrofit interventions: A novel fast tool”, *Appl. Energy*, vol. 377, p. 124664, 2025, doi: 10.1016/j.apenergy.2024.124664.
- [7] S. Ferrari, F. Zagarella, P. Caputo, y G. Dall’O’, “A GIS-Based Procedure for Estimating the Energy Demand Profiles of Buildings towards Urban Energy Policies”, *Energies*, vol. 14, núm. 17, Art. núm. 17, 2021, doi: 10.3390/en14175445.
- [8] D. Groppi, L. de Santoli, F. Cumo, y D. Astiaso Garcia, “A GIS-based model to assess buildings energy consumption and usable solar energy potential in urban areas”, *Sustain. Cities Soc.*, vol. 40, pp. 546–558, 2018, doi: 10.1016/j.scs.2018.05.005.
- [9] P. Wate, P. Rodrigues, E. Duminil, y V. Coors, “Urban energy simulation based on 3D city models: A service-oriented approach”, *ISPRS Ann. Photogramm. Remote Sens. Spat. Inf. Sci.*, vol. IV-4-W1, pp. 75–80, 2016, doi: 10.5194/isprs-annals-IV-4-W1-75-2016.
- [10] D. L. Wuebben, D. L. Calcagno, y M. Henry, “Planning for energy justice? A discourse analysis of energy planning and climate policy in South America”, *Appl. Energy*, vol. 393, p. 126041, 2025, doi: 10.1016/j.apenergy.2025.126041.
- [11] F. Pabón, E. Inga, y M. Campaña, “Planning Underground Power Distribution Networks to Minimize Negative Visual Impact in Resilient Smart Cities”, *Electricity*, vol. 3, núm. 3, Art. núm. 3, 2022, doi: 10.3390/electricity3030024.
- [12] J. A. Varas Alava, “Diagnóstico Visual-térmico en sistemas eléctricos de subtransmisión y distribución con el uso de drones para efectuar

- mantenimientos.”, Título de Ingeniero Eléctrico, Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, 2022. [En línea]. Disponible en:
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/22503/1/UPS-GT003710.pdf>
- [13] X. Liu, M. F. Antwi-Afari, J. Li, Y. Zhang, y P. Manu, “BIM, IoT, and GIS integration in construction resource monitoring”, *Autom. Constr.*, vol. 174, p. 106149, 2025, doi: 10.1016/j.autcon.2025.106149.
- [14] C. A. Balaras, A. I. Theodoropoulos, y E. G. Dascalaki, “Geographic Information Systems for Facilitating Audits of the Urban Built Environment”, *Energies*, vol. 16, núm. 11, Art. núm. 11, 2023, doi: 10.3390/en16114309.
- [15] S. Abu Dabous y F. Hosny, “A review of building envelope retrofitting methods for improving energy efficiency, aesthetic, and indoor environmental quality”, *Energy Nexus*, vol. 18, p. 100407, 2025, doi: 10.1016/j.nexus.2025.100407.
- [16] J. Quirós Tortós, G. Valverde Mora, L. Marín, y M. Chacón Vásquez, “Metodología para la Determinación de Curvas de Carga y Consumo Eléctrico Residencial por Uso”, Universidad de Costa Rica, Informe final, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/cg00912.pdf>
- [17] J. Espina Alvarado, “Carga, demanda y energía eléctrica: Conceptos fundamentales para la distribución de electricidad - Sector Electricidad”. Consultado: el 5 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.sectorelectricidad.com/17597/carga-demanda-y-energia-electrica-conceptos-fundamentales-para-la-distribucion-de-electricidad/>
- [18] Redeia, “Curvas de demanda y producción en tiempo real”, Red Eléctrica. Consultado: el 5 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.ree.es/es/operacion/sistema-electrico/demanda-y-produccion-en-tiempo-real>
- [19] Fundación Endesa, “Subestaciones eléctricas”, Endesa. Consultado: el 5 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.fundacionendesa.org><https://fundacionendesa.org/es/educacion/endesa-educacion/recursos/subestaciones-electricas>
- [20] REPSOL, “¿Qué es una subestación eléctrica y cómo funciona?”, REPSOL. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.repsol.com/es/energia-futuro/futuro-planeta/subestacion-electrica/index.cshtml>
- [21] J. Tena Ortega y K. Iza Guananga, “Estudio para la implementación de una subestación tipo interior de 300KVA/13.8KV/127V-220V para un edificio de uso público”, Título de Ingeniero Eléctrico, Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, 2025. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/29791/1/UPS-GT006047.pdf>
- [22] U.S. Department of Energy, “The War of the Currents: AC vs. DC Power”. [En línea]. Disponible en: <https://www.energy.gov/articles/war-currents-ac-vs-dc-power>

- [23] Voltum Ingeniería, “10 Principales Componentes de una Subestación Eléctrica”. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://voltumingenieria.com/componentes-subestacion-electrica/>
- [24] A. Sepehri, “High voltage air break disconnecter switches types in substations”. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://switchgearcontent.com/2022/09/27/3410/high-voltage-air-break-disconnector-switches-types-in-substations/>
- [25] saVRee, “Pararrayos”. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.savree.com/es/enciclopedia/pararrayos>
- [26] S&C Electric Company, “Fusibles de Potencia SMD® para Transmisión en Exteriores”. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.sandc.com/es/productos-y-servicios/productos/fusibles-de-potencia-smd-transmision-en-exteriores/>
- [27] Sensoricx, “Fusible de Potencia”, sensoricx. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://sensoricx.com/maquinas-electricas/fusible-de-potencia/>
- [28] Delixi, “Comprensión de los transformadores de potencia: funciones, tipos y principios de funcionamiento”, Delixi Electric. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.cn-delixi.com/es/news/understanding-power-transformers-functions-types-and-working-principles/>
- [29] J. Vargas, “Fundamentos de los Transformadores de Poder”, IDS. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://ingenieriadesubestaciones.com/fundamentos-de-los-transformadores-de-poder/>
- [30] CH Transformadores, “Las averías y fallas más comunes en los transformadores eléctricos”, Transformadores. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.transformadores.cl/noticias/averias-fallas-transformadores-electricos/>
- [31] Zhejiang Minyi Power Technology Co., Ltd., “Aislador de porcelana”. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <http://es.dlrdq.com/porcelain-insulator/ansi-porcelain-shackle-insulator>
- [32] Electrical Projects S.A.C., “Aisladores Poliméricos: Conductores Industriales”, Electrical Projects S.A.C. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.holley-epsac.com/aisladores-polimericos-conductores-industriales/>
- [33] S. Suárez Atehortúa, “Diseño de servicios auxiliares en subestaciones eléctricas de alta tensión”, Título de Ingeniero Eléctrico, Universidad de Antioquia, Medellín, 2022.
- [34] S. Cárdenas Tapia y P. Moreno Gutiérrez, “Implementación de la subestación Vilcabamba al sistema SCADA de la empresa eléctrica regional del Sur S.A, segunda etapa. Loja, 2011”, Título de Ingeniero Eléctrico, Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca, 2012. [En línea]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/1453/13/UPS-CT002332.pdf>

- [35] EnerSys, “Banco de baterías en subestaciones eléctricas”, EnerSys México. Consultado: el 14 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://enersys.com.mx/blog/banco-de-baterias/>
- [36] Grupo ORS, “Los diagramas unifilares: ¿Qué son y cómo se utilizan en la ingeniería eléctrica?”, Grupo ORS. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://grupoors.com.mx/2023/05/15/los-diagramas-unifilares-que-son-y-como-se-utilizan-en-la-ingenieria-electrica/>
- [37] INMR, “Protección de las subestaciones contra el sobrevoltaje -”. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.inmr.com/surge-protection-of-substations-es/>
- [38] Ministerio de Energía y Minas, “Capítulo 3: Demanda eléctrica”, en *Plan Maestro de Electricidad*, Quito: Ministerio de Energía y Minas, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.recursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2020/01/CAPITULO-3-DEMANDA-ELE%CC%81CTRICA.pdf>
- [39] ArcGIS Resource Center, “¿Qué es ArcGIS?” Consultado: el 8 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://resources.arcgis.com/es/help/getting-started/articles/026n00000014000000.htm>
- [40] Esri, “Productos de Esri”. Consultado: el 8 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.esri.com/es-es/arcgis/products/index>
- [41] EATON, “Paquete de análisis del sistema de distribución (CYMDIST)”, Eaton. Consultado: el 7 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.eaton.com/mx/es-mx/products/utility-grid-solutions/software-modules/distribution-system-analysis-package-CYMDIST.html>
- [42] Kaspersky, “¿Qué es la Internet de las cosas (IoT) y qué son los dispositivos de IoT?” Consultado: el 8 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://latam.kaspersky.com/resource-center/definitions/what-is-iot>
- [43] Tecnologías EOS, “Monitorización de la energía con medidores IoT”. Consultado: el 5 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://tec-eos.com/monitorizacion-de-la-energia-con-medidores-iot/>
- [44] B. Leclair, “Incorporamos las aplicaciones IoT en el sector de los servicios públicos”, Perle Systems. Consultado: el 5 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.perlesystems.es/articles/embracing-iot-applications-in-the-utilities-sector.shtml>
- [45] I. Uribe, “¿Cuáles son las aplicaciones del IoT en el sector eléctrico?”, Secmotic. Consultado: el 8 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://secmotic.com/cuales-son-las-aplicaciones-del-iot-en-el-sector-electrico/>
- [46] ArcGIS Enterprise, “Portal for ArcGIS”. Consultado: el 9 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://enterprise.arcgis.com/es/portal/11.0/use/ogc.htm>
- [47] Instituto Panamericano de Geografía e Historia, *Guía de normas*, Segunda. México, 2014. Consultado: el 9 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.idep.gob.pe/normas/CompendioISOTC211.pdf>

- [48] A. I. Argerich, M. A. Barrera, M. E. Montivero, y E. D. Lotta, “Marco normativo para la conformidad a ISO 19100”. 2013. [En línea]. Disponible en: <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/publicaciones/codinoa-2013/trabajos/tecnologicas/34-argerich.pdf>
- [49] ISO Org, “ISO 50001. Gestión de la energía”, ISO. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html>
- [50] Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN, “Conoce las Normas de Eficiencia Energética: Optimiza tu consumo y contribuye al cuidado del Medio Ambiente”. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.normalizacion.gob.ec/conoce-las-normas-de-eficiencia-energetica-optimiza-tu-consumo-y-contribuye-al-cuidado-del-medio-ambiente/>
- [51] Universidad Europea, “Un futuro de energía renovable: ¿qué es y para qué sirve la ISO 50001?”, Universidad Europea. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://universidadeuropea.com/blog/iso-50001-que-es/>
- [52] A. F. Morales Lescano y S. E. Ordoñez Buele, “Desarrollo de medidas para mejorar la eficiencia energética en CENEL-EP UN Guayaquil, mediante un diagnóstico energético”, Título de Ingeniero en Electricidad, Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/44845/D-CD106525.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [53] ISO Org, “ISO 9001:2015”, ISO. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/06/20/62085.html>
- [54] ISOTools, “ISO 14001 vs ISO 50001: diferencias y cómo integrarlas”, Software ISO. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.isotools.us/2023/07/07/como-se-complementan-iso-14001-e-iso-50001/>
- [55] NQA, “ISO 14001: Sistemas de Gestión Ambiental (SGA)”. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.nqa.com/es-es/certification/standards/iso-14001>
- [56] ISO Org, “ISO 45001:2018”, ISO. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/es/contents/data/standard/06/37/63787.html>
- [57] ISO Org, “ISO 50002-1:2025”, ISO. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/83645.html>
- [58] ISO Org, “ISO 50003:2014(es), Sistemas de gestión de la energía. Requisitos para organismos que realizan auditoría y certificación de sistemas de gestión de la energía”. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:50003:ed-1:v1:es>
- [59] ISO Org, “ISO 50006:2023”, ISO. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/79367.html>

- [60] ISO Org, “ISO 50015:2014 Sistemas de gestión energética. Medición y verificación del desempeño energético de las organizaciones. Principios generales y orientación”. Consultado: el 6 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www-iso-org.translate.goog/standard/60043.html?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc
- [61] Gt-Engineering, “Where the IEC 60364 standard is applicable”, Gt-Engineering. Consultado: el 9 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.gt-engineering.it/en/technical-standards/en-iec-standards/iec-60364-4-41/where-the-iec-60364-standard-is-applicable/>
- [62] M. A. Recinos Ramos, “Análisis comparativo de la norma IEC 60364 sobre instalaciones eléctricas para edificios, partes 60364-1 y 60364 5-52 y su equivalente, Código Eléctrico Nacional (NEC) para implementación de la primera parte del Normativo Eléctrico Guatemalteco”, Título de Ingeniero Electricista, Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, 2020. [En línea]. Disponible en: <http://www.repositorio.usac.edu.gt/19488/1/Tesis%20Marco%20Recinos%20201212552%20%20Biblioteca%20Facultad%20de%20Ingenier%20C3%ADa%20USAC.pdf>
- [63] NormaDoc, “IEC Normas Internacionales”, Normadoc. Consultado: el 9 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.normadoc.com/spanish/normas/normas-internacionales/iec-1.html?p=1>
- [64] D. Meyer, “La importancia de NEC, NFPA y CEC en Norteamérica”, Eaton. Consultado: el 9 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.eaton.com/es/es-es/markets/machine-building/service-and-support-machine-building-moem-service-eaton/blogs/nec-and-nfpa---blogs---eaton.html>
- [65] TMC Transformers, “Normas reguladoras de la electricidad: IEC, IEEE, ISO”, TMC Transformers. Consultado: el 9 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.tmctransformers.com/es/standard/iec-e-ieee/>
- [66] NETA, “Standards Development”. Consultado: el 9 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.netaworld.org/standards/standards-development>
- [67] NETA, “ANSI/NETA ATS”. Consultado: el 9 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.netaworld.org/standards/ansi-neta-ats>
- [68] Ecuador, “Ley Orgánica del Servicio Público de Energía Eléctrica”, 2015. Consultado: el 7 de agosto de 2025. [Registro Oficial 418 Suplemento III]. Disponible en: <https://www.gob.ec/sites/default/files/regulations/2018-09/Documento-Ley-Org%20C3%A1nica-del-Servicio-P%20C3%ABablico-de-Energ%20C3%ADa-El%20C3%A9ctrica.pdf>
- [69] Ecuador, “Ley Orgánica de Eficiencia Energética”, 2019. [Registro Oficial 499 Suplemento]. Disponible en: https://www.rekursosyenergia.gob.ec/wp-content/uploads/2022/12/20190319-S_R_O_449_19_MARZO_LEY-ORGANICA-DE-EFICIENCIA-ENERGETICA.pdf

- [70] Ecuador, “Reglamento General de la Ley Orgánica de Eficiencia Energética”, 2021. Consultado: el 7 de agosto de 2025. [Registro Oficial Suplemento 575]. Disponible en: https://arconel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/07/REGLAMENTO_GENERAL_DE_LA_LEY_ORGANICA_DE_EFICIENCIA_ENERGETICA.pdf
- [71] Arconel, “Mapa Normativo del Sector Eléctrico Ecuatoriano”. Consultado: el 7 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://arconel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/07/Nuevo-Mapa-Normativo-Julio-2024.1.5.pdf>
- [72] Ecuador, “Regulación ARCERNNR-006-21 (Codificada)”, 2024. Consultado: el 7 de agosto de 2025. [Sitio web institucional]. Disponible en: <https://arconel.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2024/09/Regulacion-ARCERNNR-006-21Codificada.pdf>
- [73] Google Maps, “SUBESTACION ELECTRICA BOYACA · R478+RVV, Guayaquil 090312”, SUBESTACION ELECTRICA BOYACA · R478+RVV, Guayaquil 090312. Consultado: el 17 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.google.com/maps/place/SUBESTACION+ELECTRICA+BOYACA/@-2.1853903,-79.8828432,17z/data=!3m1!4b1!4m6!3m5!1s0x902d6d0071bba571:0xf65b38af9f65179!8m2!3d-2.1853903!4d-79.8828432!16s%2Fg%2F11vzqh2cf8?entry=tту&g_ep=EgoyMDI1MDgxMy4wIXMDS0ASAFQAw%3D%3D
- [74] Teledyne Flir, “FLIR T640”. Consultado: el 17 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.flir.com.mx/products/t640?vertical=condition+monitoring&segment=solutions>
- [75] Ministerio de Electricidad y Eficiencia Energética, *Plan Nacional de Eficiencia Energética 2016-2035*. Quito, 2017. Consultado: el 18 de agosto de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.cnelep.gob.ec/wp-content/uploads/2017/09/1.PLAN_NACIONAL_EFICIENCIA_ENERGETICA_maqueta-final-digital.pdf
- [76] Ecuador M. I. Municipalidad del Cantón Guayaquil, “Ordenanza sustitutiva de edificaciones y construcciones del Cantón Guayaquil”, 2022. Consultado: el 19 de agosto de 2025. [Registro Oficial; Gaceta Oficial Municipal]. Disponible en: <https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/Gacetitas/Periodo%202019-2023/Gaceta%2044.pdf>

ANEXOS

Anexo 1. Alimentadoras ALIMENTADORA CÓRDOVA

Local Time	kWh del int	kVARh del	kWh rec int	kVARh rec	kW sd del	kVAR sd de	kVAR sd re	kVA sd del	Vin a	Vin b	Vin c	Ia	Ib	Ic	Period Length
1/4/2024 0:15	226,83786	48,096405	0	0	907,351501	192,385605	0	927,543823	110,624779	110,862091	110,866722	38,7714157	42,1235313	51,537796	758
1/4/2024 0:30	228,469223	47,1279526	0	0	913,877502	188,511642	0	933,132141	112,755264	113,023125	113,018906	40,8208771	44,267971	52,8238564	781
1/4/2024 0:45	234,424866	50,4238281	0	0	937,698792	201,695206	0	959,167419	105,76458	106,013916	105,958305	37,0353775	41,2160606	48,8499069	803
1/4/2024 1:00	219,26181	45,2830238	0	0	877,047363	181,132172	0	895,568237	111,46048	111,800079	111,626755	36,8040314	39,8835869	48,4580841	781
1/4/2024 1:15	220,870834	47,2842827	0	0	853,996582	0	0	0	0	0	0	0	0	0	803
1/4/2024 1:30	213,491976	46,628212	0	0	853,996582	186,512833	0	874,133972	105,959526	106,246475	106,08699	35,9823189	39,059244	44,4064026	785
1/4/2024 1:45	213,58548	47,1635208	0	0	854,341187	188,654022	0	874,931885	113,083588	113,440598	113,264854	38,2753143	41,0281715	47,7853317	792
1/4/2024 2:00	202,039185	44,8183594	0	0	887,343079	0	0	0	0	0	0	0	0	0	784
1/4/2024 2:15	193,254211	42,8332825	0	0	773,016785	171,333267	0	791,821533	107,008881	107,444336	107,0746	36,611763	38,6574173	43,470314	741
1/4/2024 2:30	206,109009	41,7772331	0	0	824,436096	167,108902	0	841,221802	102,519814	102,948792	102,624657	31,7730904	36,1256371	40,3747253	800
1/4/2024 2:45	224,022171	51,2111473	0	0	896,088867	204,84462	0	919,212891	111,781227	112,299721	111,925751	37,7852135	39,6568642	47,1891327	846
1/4/2024 3:00	221,835678	52,9012909	0	0	887,343079	211,605133	0	912,231323	113,429657	113,937737	113,555908	35,2647514	38,8964119	45,2862396	856
1/4/2024 3:15	215,798187	52,9435616	0	0	863,192383	211,774246	0	888,798096	113,44838	113,921974	113,565338	36,5329552	39,1959946	45,9037933	830
1/4/2024 3:30	231,399597	56,9174461	0	0	925,598572	227,669708	0	953,210632	114,366562	114,883713	114,516586	36,9643784	38,827774	45,9591446	886
1/4/2024 3:45	215,789734	50,1623421	0	0	863,158752	200,649368	0	886,181641	114,112923	114,633469	114,274223	36,1362839	37,3386726	44,6861954	851
1/4/2024 4:00	222,425674	52,8108597	0	0	889,703003	211,243469	0	914,446228	113,703705	114,20192	113,836625	34,632637	36,8822861	43,8085938	883
1/4/2024 4:15	223,889511	54,8683395	0	0	895,558289	219,473282	0	922,085327	114,318802	114,875221	114,484344	35,4797745	38,4764481	45,8135948	884
1/4/2024 4:30	201,563629	51,2634087	0	0	806,254639	205,053482	0	831,928467	113,437042	113,957726	113,606941	34,905983	37,9127235	43,1239662	807
1/4/2024 4:45	202,713913	51,4286385	0	0	810,855957	205,7146	0	836,557495	113,571167	114,109917	113,736526	34,8129311	37,2263489	43,4608574	820
1/4/2024 5:00	195,520676	49,8054962	0	0	782,082581	199,221893	0	807,068115	114,505051	115,051785	114,667961	35,4503136	37,7538033	43,8859558	790
1/4/2024 5:15	194,401718	50,2135086	0	0	777,606506	200,854004	0	803,136658	107,710808	108,259224	107,915901	33,3886032	35,3158035	41,978466	790
1/4/2024 5:30	195,470978	49,561367	0	0	781,884216	198,24556	0	806,632935	113,179176	113,759193	113,376755	34,8409729	37,61549	43,240612	812
1/4/2024 5:45	191,199228	47,8786392	0	0	764,796997	191,514633	0	788,422118	111,275169	111,810852	111,470428	34,4989624	36,0528564	43,9542122	779
1/4/2024 6:00	198,636093	49,3965454	0	0	794,544006	197,586227	0	818,758728	105,361015	105,887833	105,541191	33,4740295	34,4770927	41,1891327	810
1/4/2024 6:15	205,039032	53,7232094	0	0	820,156433	214,892868	0	847,902161	111,454643	112,014839	111,626579	39,2654724	40,6929893	46,864109	800
1/4/2024 6:30	229,822327	68,0221786	0	0	919,288429	272,088623	0	958,859497	57,585251	57,7782097	57,6219673	22,2008553	23,0553036	27,2704811	809
1/4/2024 6:45	239,252228	75,5973739	0	0	957,009277	302,158813	0	1003,62872	110,812622	111,253128	110,909393	42,6331673	46,9327545	54,344944	802

ALIMENTADORA MALECÓN

Local Time	kWh del int	kVARh del	kWh rec int	kVARh rec	kW sd del	kVAR sd de	kVAR sd re	kVA sd del	Vin a	Vin b	Vin c	Ia	Ib	Ic	Period Length
10/4/2024 20:30:00	312,474579	0	0	0	234,725739	1249,89722	0	938,90332	1563,74524	114,801422	115,003845	114,747696	60,5509949	59,6004677	77,9493332
1/4/2024 0:30	385,866608	0	0	0	211,148697	1543,46692	0	844,594788	1763,86462	114,346497	114,555817	114,294212	68,7962265	66,9319077	87,1925354
1/4/2024 0:45	378,822272	0	0	0	213,837402	1515,68909	0	855,349365	1740,7439	114,494896	114,715454	114,433678	68,3700485	65,8935623	85,3318939
1/4/2024 1:00	392,89978	0	0	0	208,695618	1571,59875	0	834,783386	1780,13464	114,403473	114,702866	114,271637	70,5363617	67,3998032	86,3469086
1/4/2024 1:15	391,409454	0	0	0	208,769608	1565,63721	0	835,078064	1774,45874	114,561592	114,845085	114,412697	70,4098587	67,2476883	85,6834488
1/4/2024 1:30	387,140625	0	0	0	210,75235	1548,56226	0	843,009399	1763,1792	114,563332	114,841896	114,414506	69,8667984	67,048851	85,0062103
1/4/2024 1:45	381,183624	0	0	0	210,960739	1524,7345	0	843,842957	1742,69556	114,61187	114,897987	114,475349	69,0527267	66,4085541	83,8874054
1/4/2024 2:00	373,954376	0	0	0	213,424347	1495,81616	0	853,697205	1722,29712	114,706596	114,991829	114,566261	68,5101547	65,6091766	82,5654373
1/4/2024 2:15	376,428467	0	0	0	213,05336	1505,71472	0	852,213379	1730,20056	114,482597	114,806717	114,322708	68,8088542	66,0039139	83,1993942
1/4/2024 2:30	370,30777	0	0	0	217,398331	1481,23145	0	869,593384	1717,88921	113,857056	114,295372	113,631844	68,986358	65,6955414	82,7534103
1/4/2024 2:45	373,950806	0	0	0	212,335373	1495,80334	0	849,34082	1720,14697	114,63279	115,110695	114,471054	69,0850283	65,2744293	82,0886841
1/4/2024 3:00	370,733765	0	0	0	212,916428	1482,9342	0	851,665039	1710,10986	114,863533	115,325928	114,703751	68,5372391	65,1923065	81,1376572
1/4/2024 3:15	368,105072	0	0	0	211,750491	1472,42078	0	847,037903	1698,69336	115,104248	115,576019	114,956841	67,985712	64,3078765	80,8796005
1/4/2024 3:30	364,002075	0	0	0	212,675339	1456,0061	0	850,702209	1686,33679	115,133469	115,604721	114,982628	67,4161148	64,2216034	79,9751358
1/4/2024 3:45	361,118225	0	0	0	216,768265	1444,47314	0	867,073792	1684,74072	114,633217	115,118507	114,482925	67,7467575	64,5667648	79,7455444
1/4/2024 4:00	361,815308	0	0	0	214,860947	1447,26294	0	859,444702	1683,23816	114,76268	115,256195	114,613014	67,6110382	64,3119812	79,7962036
1/4/2024 4:15	357,453613	0	0	0	215,726715	1429,81482	0	862,90686	1670,05261	114,854164	115,331795	114,698402	66,8995361	64,2299194	78,819809
1/4/2024 4:30	359,871063	0	0	0	213,705887	1439,48376	0	854,82312	1674,19092	114,908226	115,386894	114,76297	67,0487671	64,0753937	79,2519531
1/4/2024 4:45	356,739807	0	0	0	215,379486	1426,95996	0	861,517944	1666,86792	115,056023	115,572792	114,92598	66,75177	64,0186081	78,4549484
1/4/2024 5:00	355,869385	0	0	0	213,734329	1423,47778	0	854,937927	1660,50769	115,068459	115,598778	114,934776	66,5629272	63,207531	78,6986008
1/4/2024 5:15	355,152227	0	0	0	215,239044	1420,62939	0	860,95636	1661,16665	115,034294	115,593201	115,228973	66,272682	64,0042114	78,2344072
1/4/2024 5:30	358,73761	0	0	0	214,284653	1434,94983	0	857,138672	1671,49438	114,972649	115,512108	115,176994	67,3110657	64,242863	78,2673874
1/4/2024 5:45	356,967072	0	0	0	213,322128	1427,86731	0	853,287842	1663,43262	115,018272	115,53389	115,218422	67,4300461	63,6630801	77,6205589
1/4/2024 6:00	356,930176	0	0	0	213,820297	1427,72034	0	855,280945	1664,32739	114,764771	115,309303	114,992905	67,504509	64,065979	77,5359955
1/4/2024 6:15	324,852875	0	0	0	236,087509	1299,41138	0	944,350342	1606,52148	114,767685	115,331535	114,997231	64,9667816	62,1151221	75,0434799
1/4/2024 6:30	327,409193	0	0	0	234,440491	1309,63684	0	937,761719	1610,92139	115,235451	115,774391	115,46888	64,957962	62,0013144	75,1457367
1/4/2024 6:45	333,922974	0	0	0	225,879929	1335,69189	0	903,520447	1612,88123	115,519669	116,021965	115,74379	65,0221176	62,1817093	74,5871811

ALIMENTADORA MENDIBURO

Local Time	kWh del int KVARh del kWh rec int KVARh rec kW sd del KVAR sd di KVAR sd re kVA sd del Vin a	Vin b	Vin c	la	lb	lc	Period Length								
1/4/2024 0:15	223.79992	61.242343	0	0	893.517761	244.9088	0	926.51062	114.790276	115.037575	114.762466	37.7194176	43.9374657	35.0630074	900
1/4/2024 0:30	217.566136	55.616375	0	0	871.784729	222.465469	0	899.734192	114.335167	114.589272	114.308129	36.6753693	42.6380159	34.313118	900
1/4/2024 0:45	214.210246	57.4785156	0	0	856.841064	229.914078	0	887.169189	114.483211	114.748528	114.447464	36.3745728	41.5635757	34.0573311	900
1/4/2024 1:00	214.086533	57.6813507	0	0	856.346133	230.725342	0	886.802334	114.391647	114.735779	114.285042	36.846922	42.014534	33.1404049	900
1/4/2024 1:15	209.303085	58.2712326	0	0	837.213013	233.085083	0	869.066406	114.549629	114.877876	114.425964	36.128788	41.0747757	32.5053711	900
1/4/2024 1:30	206.656754	57.9599037	0	0	838.627686	231.839584	0	870.051614	114.551117	114.874474	114.427528	36.7665482	40.9191055	32.1002464	900
1/4/2024 1:45	200.400665	57.0884209	0	0	825.602173	228.359683	0	856.815953	114.599484	114.930087	114.488426	36.0897718	40.3674088	31.680891	900
1/4/2024 2:00	206.201218	59.2152367	0	0	824.804626	236.861023	0	858.153809	114.694069	115.024231	114.579468	35.6577644	40.9098206	31.7426243	900
1/4/2024 2:15	203.595337	56.0872421	0	0	814.381592	224.348785	0	844.798096	114.471275	114.839958	114.336999	35.4983101	39.8582916	31.3722839	900
1/4/2024 2:30	202.98848	50.141386	0	0	811.954529	200.857483	0	836.459961	113.844353	114.326355	113.644203	35.5274073	39.6583633	30.8135128	900
1/4/2024 2:45	201.392441	56.7904549	0	0	805.569458	227.161774	0	837.001587	114.62162	115.142319	114.484085	34.9730682	39.6347885	31.0506363	900
1/4/2024 3:00	200.970612	60.8197556	0	0	803.882699	243.279251	0	839.906067	114.853027	115.357689	114.716965	35.1505775	39.7739525	30.9982185	900
1/4/2024 3:15	200.931213	61.8187828	0	0	803.725464	247.274994	0	840.92157	115.09346	115.606987	114.969551	35.1561203	39.7972031	31.0128727	900
1/4/2024 3:30	201.848312	62.3996049	0	0	807.393005	248.959206	0	844.973708	115.173799	115.836308	114.986139	35.772741	39.9805877	31.2101917	900
1/4/2024 3:45	197.189484	55.110002	0	0	788.757915	220.441193	0	818.096358	114.62236	115.14962	114.495361	34.2688209	38.786037	30.4276657	900
1/4/2024 4:00	196.923401	57.1695328	0	0	787.693176	228.678009	0	820.224182	114.751198	115.287224	114.625053	34.3280792	38.6100388	30.6501064	900
1/4/2024 4:15	205.807938	60.6146126	0	0	823.231278	242.458344	0	858.210593	114.843102	115.363609	114.711166	36.2868347	40.2838326	31.672089	900
1/4/2024 4:30	199.946594	61.2970657	0	0	799.785889	245.188217	0	836.557556	114.897255	115.419022	114.776039	35.5195389	39.0404358	30.9626865	900
1/4/2024 4:45	195.867874	61.4511909	0	0	783.471558	245.805038	0	821.123295	115.044914	115.604881	114.939224	34.7878647	38.2635345	30.4858293	900
1/4/2024 5:00	196.115997	60.8795853	0	0	784.460266	243.518234	0	821.401306	115.057152	115.631035	114.948044	34.4629631	38.4212532	30.6973457	900
1/4/2024 5:15	195.401169	61.416996	0	0	781.004736	245.668076	0	819.31189	115.02269	115.625114	115.241805	34.1422424	38.3332329	30.8207092	900
1/4/2024 5:30	197.73465	62.6314659	0	0	790.93866	250.525986	0	829.677002	114.960747	115.544098	115.190155	34.8841286	38.6032758	31.0848217	900
1/4/2024 5:45	200.554749	62.9340591	0	0	802.219299	251.736145	0	840.795654	115.006554	115.566254	115.231808	34.8299446	39.6244316	31.5438862	900
1/4/2024 6:00	201.346802	59.8546486	0	0	805.387817	239.418381	0	840.235596	114.752831	115.341644	115.006218	35.5079918	38.8818779	31.5385933	900
1/4/2024 6:15	223.804596	69.4796219	0	0	895.218445	277.918518	0	937.408203	114.756012	115.364186	115.010735	39.1113701	43.4860878	35.2729683	900
1/4/2024 6:30	236.351639	79.7402878	0	0	945.408677	318.961151	0	997.97113	115.222298	115.805084	115.481946	41.3074188	46.315136	37.8524231	900
1/4/2024 6:45	245.793211	83.2966815	0	0	997.116538	333.184448	0	1051.63232	115.507729	116.054855	115.7575	43.1673012	48.2483835	40.0040512	900
1/4/2024 7:00	272.710175	81.0671131	0	0	1090.84009	324.263411	0	1138.05554	115.160835	115.67025	115.370964	48.8274117	51.5334642	43.9057899	900
1/4/2024 7:15	333.188881	99.3257828	0	0	1332.7478	397.303151	0	1390.82385	114.521278	115.022705	114.785327	58.3831172	62.2885051	53.426796	900
1/4/2024 7:30	382.252024	101.383255	0	0	1529.04724	405.532959	0	1581.94824	114.059601	114.501274	114.258901	65.0585327	71.6573639	61.9920120	900
1/4/2024 7:45	418.423401	104.108871	0	0	1673.69385	416.435303	0	1724.78284	113.784821	114.169632	113.946495	71.9049377	77.7557907	67.3964615	900
1/4/2024 8:00	498.023499	121.4422	0	0	1992.09448	485.768646	0	2050.65234	114.087425	114.406479	114.227015	85.2363107	101.106369	80.9472656	900
1/4/2024 8:15	571.961792	125.797386	0	0	2287.84692	503.189606	0	2342.58447	113.642334	113.918228	113.762978	97.2126667	105.57623	92.117019	900

ALIMENTADORA NUEVA BOYACÁ

Local Time	kWh del int KVARh del kWh rec int KVARh rec kW sd del KVAR sd di KVAR sd re kVA sd del Vin a	Vin b	Vin c	la	lb	lc	Period Length								
1/4/2024 0:15	145.906555	21.6950207	0	0	583.626587	86.7801132	0	590.05127	114.812561	115.012955	114.761169	18.1115456	23.2758857	27.3984394	900
1/4/2024 0:30	143.638611	18.3486195	0	0	574.554740	73.3944702	0	579.232727	114.358078	114.565331	114.307785	17.9482937	28.5289364	27.3031101	900
1/4/2024 0:45	147.567817	19.877615	0	0	590.111511	79.5104446	0	595.45105	114.506798	114.725342	114.447464	18.4869932	29.0978909	28.1037045	900
1/4/2024 1:00	142.869586	19.4609985	0	0	571.479065	77.8437653	0	576.710757	114.415657	114.713013	114.285744	17.6241817	28.4558792	27.3669147	900
1/4/2024 1:15	144.325989	20.9052658	0	0	577.304138	83.6210709	0	583.338745	114.573189	114.854637	114.426414	17.6451263	28.5029369	27.589983	900
1/4/2024 1:30	142.270142	20.3782005	0	0	569.079956	81.512764	0	574.899982	114.574982	114.851334	114.428154	17.2043591	28.934269	27.0498714	900
1/4/2024 1:45	140.197057	21.0005836	0	0	560.787964	84.0022736	0	567.050964	114.622879	114.907181	114.488541	17.2539043	27.9402561	26.7936916	900
1/4/2024 2:00	137.782578	21.8215199	0	0	551.130188	87.2801023	0	558.005737	114.71756	115.000404	114.579369	17.1235752	27.5778732	26.2706146	900
1/4/2024 2:15	135.977402	19.9581115	0	0	543.909424	79.9834558	0	549.807617	114.836562	114.815819	114.33606	16.9477291	27.428299	25.6002731	900
1/4/2024 2:30	133.535095	17.277290	0	0	534.140442	69.109169	0	538.604892	114.867401	114.303795	113.644951	16.9718418	27.1245403	24.7020111	900
1/4/2024 2:45	132.504395	15.2751083	0	0	530.017517	77.1004333	0	535.604858	114.644112	115.119255	114.848001	16.3581848	26.6427994	25.1206989	900
1/4/2024 3:00	131.056778	15.9467602	0	0	524.226929	79.7870026	0	530.268311	114.874702	115.334282	114.716858	16.3062878	26.5153141	24.5977154	900
1/4/2024 3:15	128.639972	21.3042355	0	0	515.759949	85.2169724	0	522.7677	115.115303	115.58374	114.969528	15.928009	26.0849438	24.3935184	900
1/4/2024 3:30	127.213425	20.1021137	0	0	508.853638	80.4080991	0	515.210388	115.144226	115.612091	114.995026	15.9221687	25.6956024	23.9069691	900
1/4/2024 3:45	125.383638	17.4879856	0	0	501.134369	69.9519119	0	506.007996	114.644606	115.126328	114.4903	15.5978985	25.1451664	23.7966251	900
1/4/2024 4:00	125.545219	16.9801731	0	0	502.188634	67.520723	0	506.759247	114.738819	115.264252	114.625542	15.7570953	25.543941	23.707745	900
1/4/2024 4:15	123.841621	17.789978	0	0	495.365486	71.598969	0	500.459869	114.865814	115.340309	114.711517	15.499361	24.7868445	23.5176029	900
1/4/2024 4:30	122.347626	18.8219814	0	0	489.390686	75.2879181	0	495.160187	114.915777	115.3955	114.776108	15.1199284	24.6755981	23.4193784	900
1/4/2024 4:45	121.788101	17.762846	0	0	487.152283	71.0513687	0	492.313446	115.067917	115.581635	114.938919	14.9053688	24.6008159	23.237892	900
1/4/2024 5:00	123.2332	18.5248718	0	0	492.893372	74.099472	0	498.450287	115.080276	115.607544	114.948788	15.1661644	25.0997009	23.2829552	900
1/4/2024 5:15	125.891899	20.4941025	0	0	503.567261	81.9764252	0	510.206482	115.046194	115.602257	115.242897	15.5357447	25.1090088	24.163219	900
1/4/2024 5:30	125.723564	17.3515167	0	0	502.893951	69.4006669	0	507.738353	114.948558	115.521133	115.19073	15.8614721	25.3244762	23.5207615	900

ALIMENTADORA PADRE SOLANO

Padre Solano.xls [Modo de compatibilidad] - Excel

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda

Calibri 11 Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición

1/4/2024 15:00:00

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
61	1/4/2024 15:00	1036,12988	72,0024872	0	0	4144,51953	288,01004	0	4154,58398	112,498123	112,501961	112,959892	194,765518	176,687469	156,625961			
62	1/4/2024 15:15	1020,94208	73,4403687	0	0	4083,76807	293,761566	0	4094,34619	112,754463	112,74221	113,187241	191,231079	173,60788	154,530289			
63	1/4/2024 15:30	1015,01678	77,0516815	0	0	4060,06665	308,206573	0	4071,78174	112,972694	112,960114	113,406242	190,488449	171,461868	153,588531			
64	1/4/2024 15:45	1007,71429	75,2434082	0	0	4030,85767	300,973541	0	4042,10718	113,294968	113,305779	113,738701	190,944656	168,651947	150,682968			
65	1/4/2024 16:00	990,100891	69,6938782	0	0	3960,40259	278,775635	0	3970,26465	112,916855	112,919586	113,373184	189,079132	165,789047	148,036636			
66	1/4/2024 16:15	983,46492	66,5729675	0	0	3933,86841	266,292023	0	3942,90723	112,679832	112,71489	113,122673	188,725388	165,652191	146,133408			
67	1/4/2024 16:30	971,351135	67,2344818	0	0	3885,40454	268,937805	0	3894,73389	112,998848	112,993675	113,403679	185,852219	164,01918	143,277451			
68	1/4/2024 16:45	945,636658	60,2655067	0	0	3782,54761	241,062042	0	3790,24805	112,814369	112,803604	113,202995	182,667603	161,112869	137,031036			
69	1/4/2024 17:00	920,310059	56,8337555	0	0	3681,2373	227,335219	0	3688,28784	113,115181	113,175789	113,512405	179,661362	155,028427	131,967987			
70	1/4/2024 17:15	898,132202	58,37711601	0	0	3592,52612	235,084564	0	3600,25024	113,491455	113,529953	113,901009	174,869736	151,234161	128,072128			
71	1/4/2024 17:30	869,573608	52,5802956	0	0	3478,29443	210,320969	0	3484,70239	113,930313	113,974739	114,290199	166,96965	148,318024	112,916551			
72	1/4/2024 17:45	834,971802	47,2704544	0	0	3339,88892	189,081741	0	3345,26782	114,293663	114,426476	114,603401	162,488358	139,951004	116,970233			
73	1/4/2024 18:00	809,992126	43,9055481	0	0	3239,96899	175,622299	0	3244,76611	114,503113	114,672752	114,801262	159,259415	133,091766	113,799752			
74	1/4/2024 18:15	771,875244	36,1244469	0	0	3087,5022	144,497696	0	3090,91479	114,894798	115,10994	115,236893	149,528183	125,134499	106,424232			
75	1/4/2024 18:30	752,21991	31,8865128	0	0	3008,8811	127,546097	0	3011,62012	114,936821	115,109253	115,341919	146,478104	127,930222	106,546165			
76	1/4/2024 18:45	730,696045	27,3671837	0	0	2922,78589	109,468758	0	2924,88501	114,333305	114,537682	114,833565	142,304184	111,134499	105,424232			
77	1/4/2024 19:00	716,60144	23,1524239	0	0	2866,40796	92,6096115	0	2867,94287	114,291451	114,517097	114,829956	140,387512	115,830154	103,647087			
78	1/4/2024 19:15	693,065063	69,0781708	0	0	2772,26025	276,312592	0	2786,20801	114,361717	114,586205	114,596291	135,788818	112,234253	104,298935			
79	1/4/2024 19:30	670,938904	62,1637306	0	0	2683,75415	248,654984	0	2695,3064	114,313766	114,509384	114,557121	130,8004	111,852692	98,6212006			
80	1/4/2024 19:45	651,309814	57,2589455	0	0	2605,23999	229,035812	0	2615,32422	114,276283	114,490089	114,490852	126,718819	109,253075	95,7222137			
81	1/4/2024 20:00	640,317932	58,3120079	0	0	2561,27173	233,248016	0	2571,90723	114,30204	114,514771	114,530235	125,487129	106,019951	94,7705612			
82	1/4/2024 20:15	616,195435	54,3583655	0	0	2464,78149	217,433472	0	2474,38647	114,52195	114,698097	114,659691	118,401459	103,266899	92,2184753			
83	1/4/2024 20:30	585,169678	48,9765053	0	0	2340,67944	195,906021	0	2348,89795	114,599716	114,798841	114,709854	111,974457	98,5748367	87,2542343			
84	1/4/2024 20:45	572,495483	46,8406487	0	0	2289,97998	187,362016	0	2297,65796	114,648392	114,855461	114,759583	109,81926	96,6138916	85,0684357			
85	1/4/2024 21:00	545,82074	40,0079041	0	0	2183,28271	160,031555	0	2189,19287	114,692337	114,901466	114,794289	106,085487	91,6384583	80,2570496			
86	1/4/2024 21:15	534,209961	39,0890247	0	0	2136,83984	156,356216	0	2142,59546	114,720589	114,972015	114,812683	103,314392	90,4662933	78,4136887			
87	1/4/2024 21:30	511,590973	36,0329285	0	0	2046,36292	144,131805	0	2051,49707	114,819031	115,11129	114,87854	100,4795	85,5176315	75,0909653			
88	1/4/2024 21:45	506,60376	34,7758904	0	0	2026,41602	139,103363	0	2031,23987	114,999176	115,237083	115,090904	99,7653233	84,5725403	73,713028			

psol GRAFICA

ALIMENTADORA PANAMÁ

Panamá.xls [Modo de compatibilidad] - Excel

Archivo Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda

Calibri 11 Fuente Alineación Número Estilos Celdas Edición

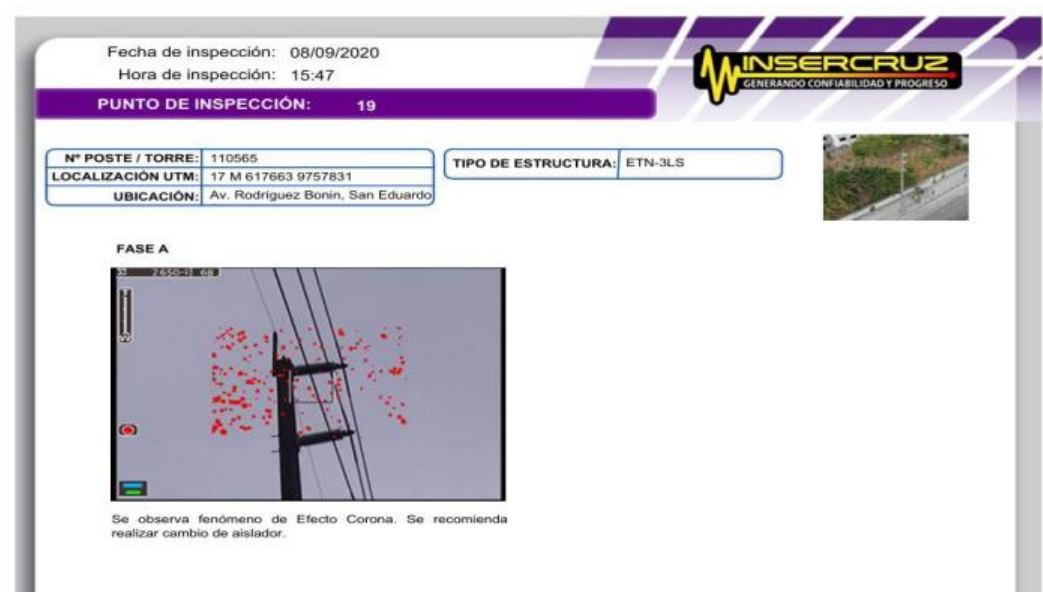
1/4/2024 0:30:00

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
73	1/4/2024 18:00	1159,56201	247,674408	0	0	990,697937	0	4742,93506	114,163254	114,226761	114,311356	184,582306	203,160873	206,527206				
74	1/4/2024 18:15	1159,90417	251,285767	0	0	1005,14276	0	4747,29785	114,564278	114,670464	114,714302	183,279892	203,132202	206,398529				
75	1/4/2024 18:30	1070,69409	240,491776	0	0	961,967102	0	4389,5293	114,639717	114,720436	114,846352	168,965698	186,769043	192,204025				
76	1/4/2024 18:45	1014,65576	223,951721	0	0	895,8078	0	4156,33252	112,731438	112,860497	113,024345	160,69342	180,892349	182,877625				
77	1/4/2024 19:00	1005,3136	218,611618	0	0	874,446716	0	4115,27783	113,711456	113,857941	114,072403	156,207062	175,584915	178,929626				
78	1/4/2024 19:15	964,167969	208,666887	0	0	834,667358	0	3945,98022	114,134003	114,237671	114,467155	152,761917	171,010452	170,985657				
79	1/4/2024 19:30	931,270386	202,10173	0	0	808,407227	0	3811,7998	113,947899	114,040031	114,296707	148,936615	165,997779	166,223404				
80	1/4/2024 19:45	931,053955	199,270691	0	0	797,082214	0	3808,57593	114,032898	114,146301	114,394867	148,018478	164,874878	165,061584				
81	1/4/2024 20:00	931,072388	192,370789	0	0	768,046021	0	3795,81836	113,902061	114,046753	114,302551	150,202942	164,108963	167,937866				
82	1/4/2024 20:15	892,962463	190,959717	0	0	763,838562	0	3652,677	113,985474	114,134331	114,301117	140,88324	154,154404	155,384048				
83	1/4/2024 20:30	853,285034	186,328156	0	0	745,312317	0	3493,57813	111,858246	112,040833	112,245796	139,140396	147,469849	148,289597				
84	1/4/2024 20:45	838,172485	182,462723	0	0	729,850769	0	3431,24146	113,089966	113,251709	113,408195	137,347733	150,146255	148,346985				
85	1/4/2024 21:00	848,023438	187,567764	0	0	750,270874	0	3474,08813	114,129562	114,291473	114,468605	137,99057	150,549606	149,957367				
86	1/4/2024 21:15	847,089783	187,394211	0	0	749,576721	0	3470,29443	114,215088	114,428139	114,519447	136,372131	149,861481	148,698425				
87	1/4/2024 21:30	841,365417	188,40358	0	0	753,614868	0	3448,85815	114,275146	114,528893	114,573837	135,861649	148,846639	147,28418				
88	1/4/2024 21:45	820,396179	188,284668	0	0	753,138672	0	3366,91772	114,009186	114,231697	114,368134	132,551819	144,837387	143,763885				
89	1/4/2024 22:00	794,174988	179,835693	0	0	719,342896	0	3257,14282	114,131622	114,329956	114,53038	130,193024	142,403519	142,038528				
90	1/4/2024 22:15	795,256287	178,100266	0	0	712,401123	0	3259,85767	114,268509	114,505234	114,653275	128,743469	139,862167	139,644882				
91	1/4/2024 22:30	816,90033	182,190506	0	0	728,761963	0	3347,99023	114,509338	114,757034	114,81813	131,89563	145,294647	141,277908				
92	1/4/2024 22:45	749,438049	170,919601	0	0	683,678101	0	3074,75317	114,300041	114,553978	114,579498	121,723213	136,095215	132,885681				
93	1/4/2024 23:00	742,440369	170,172363	0	0	680,689209	0	3046,78271	110,073593	110,357941	110,299721	116,235466	132,122803	126,939125				
94	1/4/2024 23:15	755,753723	173,216934	0	0	692,867493	0	3101,47241	114,529655	114,836258	114,740974	119,963295	136,025085	131,801849				
95	1/4/2024 23:30	777,831726	179,568787	0	0	718,274841	0	3193,33813	114,752251	115,040764	114,912865	123,824036	139,58345	135,165619				
96	1/4/2024 23:45	746,420593	178,143402	0	0	712,572876	0	3069,62646	114,935066	115,270226	115,027107	119,73568	134,416046	128,525205				
97	2/4/2024 0:00	705,513123	171,035782	0	0	684,142822	0	2903,85962	114,193573	114,485939	114,236113	116,588516	129,784119	148,698425				
98	2/4/2024 0:15	713,987427	181,052567	0</														

Anexo 2. Informe de la Inspección Visual, Termográfica, Efecto Corona y Ultrasonido de la Línea de 69 kV



EFECTO CORONA





ULTRANSONIDO EN LA LINEA 69 kV

Fecha de inspección: 28/09/2020
 Hora de inspección: 10:32

PUNTO DE INSPECCIÓN No: 66

INSERCRUZ
 GENERANDO CONFIABILIDAD Y PROGRESO

N° POSTE / TORRE: 04192198	TIPO DE ESTRUCTURA: ETN-3LS
LOCALIZACIÓN UTM: 17 M 620635 9757469	GRADO DE SEVERIDAD: ████████
UBICACIÓN: Av capitán Nagera y Av 28	

El espectro muestra frecuencias armónicas consecutivas y uniformidad en la amplitud señalando fallas de descargas parciales. Se recomienda reemplazo del aislador.

DAÑO DE AISLADORES

Fecha de inspección: 30/09/2020
 Hora de inspección: 9:23

PUNTO DE INSPECCIÓN No: 125

INSERCRUZ
 GENERANDO CONFIABILIDAD Y PROGRESO

N° POSTE / TORRE: 103511	TIPO DE ESTRUCTURA: ETN-3LS
LOCALIZACIÓN UTM: 17 M 623585 9758521	GRADO DE SEVERIDAD: ████████
UBICACIÓN: Clínica de puerta de carros	ACCESIBILIDAD: SI



FASE A




Line post flameado ; ;

INSPECCIONES TERMOGRÁFICAS



INSPECCIONES TERMOGRÁFICAS

NORMA PARA TERMOGRAFÍA:

DIAGNÓSTICO BASADO EN EL AUMENTO DE LA TEMPERATURA SEGÚN ANSI/NETA ATS-2009:

Instructivo para la inspección termográfica en líneas de subtransmisión, subestaciones eléctricas y redes de distribución, del documento con código IT-TEC-MNT-007.

DIAGNÓSTICO BASADO EN EL AUMENTO DE LA TEMPERATURA SEGUN ANSI/NETA ATS-2009:
TABLA 100.18 (ThermographicSurveySuggestedActionsBasedTemperatureRise)* ver criterios para diagnostico en la página 1

Nivel	Diferencia de Temperatura (ΔT)	Nivel de Criticidad	Acción
1	1°C - 10°C	Bajo	Etapa de Observación
2	11°C - 40°C	Medio	Reparar en el próximo mantenimiento programado
3	>40°C	Alta	REPARAR INMEDIATAMENTE

Anexo 3. Demanda coincidente del sistema ABRIL 2024

 CNEL EP UNIDAD DE NEGOCIO GUAYAQUIL DEMANDAS DE ALIMENTADORES Y CARGABILIDAD DE TRANSFORMADORES DE POTENCIA																
INFORMACION DEL ALIMENTADOR								INFORMACION DEL TRANSFORMADOR						INFORMACION DEL SISTEMA		
No.	UNIDAD DE NEGOCIO	SUBESTACION	CODIGO DEL ALIMENTADOR (BD SIG)	NOMBRE DEL ALIMENTADOR	Demanda Mínima [MW]	Demanda Media [MW]	Demanda Máxima Registrada [MW]	Factor de Potencia	Transformador	[MVA] OA	[MVA] FOA	DEMANDA MAX REGISTRADA MES (MW)	Fp de la Subestacion	CARGABILIDAD % OA	CARGABILIDAD % FA	Fecha y hora de la Demanda máxima del sistema
1	GYE	ALBORADA 1	04A1010T13	ALBORADA	0.00	3.38	7.00	1.00	T1	18,00	24,00	23,91	1,00	132,99%	99,74%	4/11/24 14:45
2			04A1010T12	BENJAMIN CARRION	0.00	4.01	6.81	1.00								
3			04A1010T14	SATRION	0.00	2.55	4.53	1.00								
4			04A1010T11	T MARENGO	0.00	2.43	5.66	1.00								
5	GYE	ALBORADA 2	04A2020T13	ACUARELA	0.00	6.50	11.45	1.00	T1	18,00	24,00	22,76	1,00	126,43%	94,82%	20,32
6			04A2020T11	COMEGUA	0.00	4.85	10.20	1.00								
7			04A2020T12	ISIDRO AYORA	0.00	1.75	6.18	1.00								
8			04A2020T14	PARRA	0.00	0.83	5.87	0.99								
9	GYE	AMERICA	04AM030T11	KENNEDY	0.00	1.41	5.11	1.00	T1	18,00	24,00	20,21	1,00	112,46%	84,35%	19,60
10			04AM030T14	M.H.ALCIVAR	0.00	1.02	2.07	0.99								
11			04AM030T13	OLIMPO	0.00	3.42	6.38	1.00								
12			04AM030T12	PLAZA DANIN	0.00	5.14	8.16	0.99								
13	GYE	ASTILLERO	04AS040T13	CORONEL	0.00	1.55	4.90	1.00	T1	18,00	24,00	16,42	1,00	91,33%	68,49%	13,90
14			04AS040T12	ESMERALDAS	0.00	3.94	7.14	1.00								
15			04AS040T11	ALFARO	0.00	2.46	6.08	1.00								
16			04AS040T22	ORO	0.00	6.26	10.58	1.00								
17			04AS040T23	RUMICHACA	0.00	2.63	3.89	0.99								
18	04AS040T21	CHILE	0.00	2.16	4.92	1.00	T2	18,00	24,00	19,00	0,99	106,49%	79,87%	18,74		
19	GYE	ATARAZANA	04AT050T11	ATARAZANA 1	0.00	2.36	4.08	1.00	T1	18,00	24,00	16,09	0,99	90,24%	67,68%	15,43
20			04AT050T12	ATARAZANA 2	0.00	2.06	5.60	0.99								

Anexo 4. Clientes SE Boyacá

USUARIOS ALIMENTADORA PADRE SOLANO

Nombre red	Número de clientes	Tipo de cliente	País	IVA cliente A (%)	IVA cliente B (%)	IVA cliente C (%)	IVA total cliente (%)	PF cliente A (%)	PF cliente B (%)
ALIM-0480090T11	104470_ARIAS VELIZ CARLOS LUIS	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	834142_TACIRO TRINIANA CESAR AUGUSTO	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	10131981_TAPIA ABADIAHAY KENIA NICOLE	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	325983_TACIRO PALADINES CESAR AMENEO	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	809204_MAVARRO SCALDAPFERRO WANCY FREDAD	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	1011320_CASTELLU DURAN MARIBEL	ONELDE_COMERCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	304590_TACIRO PALADINES CESAR AMENEO	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	113024_BERNABE WEDRA LIZMAY CAROL	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	70386_VALLIS MIVARRO KARINA Y	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	373255_DOMINGUEZ ASENCIO RUTH YOLANDA	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	1311676_PALACIOS MOREIRA BENT LEONEL	ONELDE_COMERCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	108487_LIPS250ACC	ONELDE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	904703_LECERO MUÑOZ MONICA CARLOTA	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	115088_YEPES YEPEZ EDUARDO BUSTOZA	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	115249_BARRCO VIDAL VICTOR AMBROSIO	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	10032273_ARCE CASAL CARMEN ANA	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	108488_LIPS250ACC	ONELDE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	1040697_CONSORCIO ECUTORIANO DE TELECOMUNICACIONES S.A. COMBICE	ONELDE_COMERCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	208381_ESPINO BORJA RAFAEL ALEXANDRO	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	379487_ESPINOZA VALLE ANA MARÍA	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	115088_TINTANA TRINIANA ALBIDA	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	901288_GARCIA GUEVARA ERVAN GUILHERMO	ONELDE_COMERCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	182418_YEPES FELICERCA ROSA ALYDIA	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	1058086	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	261009_TACIRO PALADINES GLADYS ARGENTINA	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T11	292208_TACIRO PALADINES CESAR AMENEO	ONELDE_RESIDENCIAL	A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00

USUARIOS ALIMENTADORA CÓRDOVA

Nombre red	Número de clientes	Tipo de cliente	País	IVA cliente A (%)	IVA cliente B (%)	IVA cliente C (%)	IVA total cliente (%)	PF cliente A (%)	PF cliente B (%)
ALIM-0480090T21	1562446	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	146139_CHANG RAMOS FELIX ALBERTO	ONELDE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	18242630_SABIDA ROCHE ORESTE	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	1188411_LIPS250ACC	ONELDE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	413013_SOTOYAYOR LUZBURGUA CARMEN DELIA	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	1188411_LIPS250ACC	ONELDE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	1811938_ESTUPINAN ESCOBAR CARLOS ALEXANDER	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	10032704_CHANG RAMOS FELIX ALBERTO	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	18238603_TOTI ALMEDA S.A.S.	ONELDE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	118327_LIPS250ACC	ONELDE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	1897287_CABASCOGÓ CAMPO WILSON FREDY	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	18238636_BUSTOZA ROGADO DANIELY ALEXANDER	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	18238610_UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DEL ECUADOR UBE	ONELDE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	1820410_ILLERENA MARIN JOSE FREDY	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	18238976_MARIN MARIANA MARIN LEONOR	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	1463798_SARANSIS FUERTEZ ALBERTO	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	118328_LIPS250ACC	ONELDE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	1562386_ANDRÉS MARIANA WANCY MACARENA	ONELDE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	299378_CHANG RAMOS FELIX ALBERTO	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	118328_LIPS250ACC	ONELDE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	1567444	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	18125910_SARANSIS FUERTEZ ALBERTO	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	136819_ORTIZ LUZBURGUA TERESA ISABEL MARIN	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	153876	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	1807903_BARRERA LUCES JIMMY RUIH	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-0480090T21	146384_ORTIZ LUZBURGUA TERESA ISABEL MARIN	ONELDE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00

USUARIO ALIMENTADORA PANAMÁ

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Nombre red	Número de clientes	Tipo de cliente	Pase	KVA cliente A (KVA)	KVA cliente B (KVA)	KVA cliente C (KVA)	Kva total cliente (KVA)	PF cliente A (%)	PF cliente B (%)
2	ALIM-04B090723	575282, JUNTA DE BENEFICENCIA DE GUAYQUIL_POMT	ONEJOYE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
3	ALIM-04B090723	375281, JUNTA DE BENEFICENCIA DE GUAYQUIL	ONEJOYE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
4	ALIM-04B090723	852838, MENDOZA ORTEGA EVA YOLANDA	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
5	ALIM-04B090723	1006724, AVILA ROJAS DIAN RODRIGO	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
6	ALIM-04B090723	138285, VILLAVICENCIO PINO JOSE FRANCISCO	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
7	ALIM-04B090723	1025749, OLIVARES COLL SANTIAGO SIDRO	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
8	ALIM-04B090723	139886, YAGUAL GRABER GUILLERMO ALBERTO	ONEJOYE_INDUSTRIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
9	ALIM-04B090723	384808, BENSON ZAMBRANO KATHERINE ELIZABETH	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
10	ALIM-04B090723	778650, RUSCOS GARCIA BEGIA IVONNE	ONEJOYE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
11	ALIM-04B090723	1025745, FABRE BRAVO JAME	ONEJOYE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
12	ALIM-04B090723	1013747, ELIZALDE MORANTE FERNANDO VICENTE MARTIN	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
13	ALIM-04B090723	107599, ADOPMI25A	ONEJOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
14	ALIM-04B090723	1013129, BONILLA REYES RITA AMALIA	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
15	ALIM-04B090723	1313154, GARCIA MARANO MIGUEL ALEJANDRINO	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
16	ALIM-04B090723	1134894, JAHN CAICEDO RAJ BERNALDA	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
17	ALIM-04B090723	945311, GALARZA VALLE JOSE ANTONIO	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
18	ALIM-04B090723	548238, GARCIA NARANJO MIGUEL ALEJANDRINO	ONEJOYE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
19	ALIM-04B090723	10124335, FITTA FALCONEZ CARMEN ARACELI	ONEJOYE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
20	ALIM-04B090723	1458626, AVILA ROJAS DIAN RODRIGO	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
21	ALIM-04B090723	107570, ADOPMI25A	ONEJOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
22	ALIM-04B090723	1444536, OFTECIL S.A.	ONEJOYE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
23	ALIM-04B090723	1002744, LUCAS ANCHUNDIA ALCEDES RUPERTO	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
24	ALIM-04B090723	116385, BRAZO AGUILERA JOSE ANTONIO	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
25	ALIM-04B090723	1018966,	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
26	ALIM-04B090723	1443870, OLIVARES COLL SANTIAGO SIDRO	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
27	ALIM-04B090723	897880, FABRE BRAVO JAME	ONEJOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00

USUARIOS ALIMENTADORA MALECÓN

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Nombre red	Número de clientes	Tipo de cliente	Pase	KVA cliente A (KVA)	KVA cliente B (KVA)	KVA cliente C (KVA)	Kva total cliente (KVA)	PF cliente A (%)	PF cliente B (%)
2	ALIM-04B090712	112769, FATIÑO FLORES MIGUEL ANGEL	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
3	ALIM-04B090712	107773, ADOPHI25A	ONEJOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
4	ALIM-04B090712	1574259, SOTOMAYOR ORTIZ ELIZABETH DEFLJA	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
5	ALIM-04B090712	1464461, RAMIREZ CABO MYRA GRACIELA	ONEJOYE_COMERCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
6	ALIM-04B090712	10100765, FATIÑO FLORES MIGUEL ANGEL	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
7	ALIM-04B090712	1180658, SOTOMAYOR ORTIZ ELIZABETH DEFLJA	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
8	ALIM-04B090712	1044118, SOTOMAYOR ORTIZ ELIZABETH DEFLJA	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
9	ALIM-04B090712	285336, MANDOTA CARRASAL GEM JESSICA	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
10	ALIM-04B090712	1368326, SOTOMAYOR ORTIZ ELIZABETH DEFLJA	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
11	ALIM-04B090712	1271767, MANDOTA CERVILLOS DOUGLAS HERCULES	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
12	ALIM-04B090712	1630225, CARO SALAZAR GRACIELA GRMBLDA	ONEJOYE_COMERCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
13	ALIM-04B090712	10637710, VENTIMILLA CONTRERAS CONSEJO DEL ROCD	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
14	ALIM-04B090712	107778, ADOPHI25A	ONEJOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
15	ALIM-04B090712	1368321, SOTOMAYOR ORTIZ ELIZABETH DEFLJA	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
16	ALIM-04B090712	940650, RIVADENEIRA DUEÑAS PAULA TERESA	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
17	ALIM-04B090712	1021390, SARMENTO COBENÁ DAVID ANTHONY	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
18	ALIM-04B090712	107765, ADOPHI25A	ONEJOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
19	ALIM-04B090712	107776, ADOPHI25A	ONEJOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
20	ALIM-04B090712	107767, ADOPHI25A	ONEJOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
21	ALIM-04B090712	107768, ADOPHI25A	ONEJOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
22	ALIM-04B090712	788106, SOTOMAYOR ORTIZ ELIZABETH DEFLJA	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
23	ALIM-04B090712	107769, ADOPHI25A	ONEJOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
24	ALIM-04B090712	1061195, SOTOMAYOR ORTIZ ELIZABETH DEFLJA	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
25	ALIM-04B090712	322368, CASCANTE CSNEROS CARMEN DEL ROCD	ONEJOYE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
26	ALIM-04B090712	107763, ADOPHI25A	ONEJOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
27	ALIM-04B090712	107766, ADOPHI25A	ONEJOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00

USUARIOS ALIMENTADORA NUEVA BOYACÁ

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Nombre red	Número de clientes	Tipo de cliente	Fase	IVA cliente A (IVA)	IVA cliente B (IVA)	IVA cliente C (IVA)	Iva total cliente (IVA)	FF cliente A (%)	FF cliente B (%)
ALIM-04B0090T13	244394_DPL159PC	ONELOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	1003011_SALAZAR HERRERA FANNY MARCELA	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	10243875_VERA CONCHA MARIA DE LOURDES	ONELOYE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	244397_DPL159PC	ONELOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	1452561	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	10294282_MARIMILLO LA LAMA RAFAEL ALBERTO	ONELOYE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	10039988_BUSTAMANTE GUERRA ANGEL ALFONSO	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	10222895_CAMPOS CARRILLO JOSE ALEJANDRO	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	187231_AOPLS229P	ONELOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	139218_TAFSA PINO JULIO CESAR	ONELOYE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	180113_AOPLS229P	ONELOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	180172_AOPLS229P	ONELOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	180114_AOPLS229P	ONELOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	180177_AOPLS229P	ONELOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	180173_AOPLS229P	ONELOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	1542369	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	171475_AOPLS229P	ONELOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	140152 SOCIEDAD HIDOS DEL TRABAJO	ONELOYE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	171476_AOPLS229P	ONELOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	1659521 CALERO ZEA MARIA ALEXANDRA	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	241988 SOCIEDAD HIDOS DEL TRABAJO	ONELOYE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	316886 YANEZ FRAZTO THIAGO FERRNANDO	ONELOYE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	516551 SUPORTEPORT S A	ONELOYE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	180111_AOPLS229P	ONELOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	180175_AOPLS229P	ONELOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
ALIM-04B0090T13	171480_AOPLS229P	ONELOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00

USUARIO ALIMENTADORA MENDIBURO

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Nombre red	Número de clientes	Tipo de cliente	Fase	IVA cliente A (IVA)	IVA cliente B (IVA)	IVA cliente C (IVA)	Iva total cliente (IVA)	FF cliente A (%)	FF cliente B (%)
ALIM-04B0090T14	31121940_AGUIRRE VALDEZ BRISA PAOLA	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	10117238_FURTONET S.A.	ONELOYE_COMERCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	379980_MIELES MIELES MARIA DEL PILAR	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	1089131_BIAM BIOMOLANDIA ANA MARIA SA	ONELOYE_COMERCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	10251381_GOLFI S.A.	ONELOYE_COMERCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	1009646_LEON INAYAS VICTOR HENRIQUE	ONELOYE_COMERCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	10058287_VITORE TORRES CARLOS HUMBERTO	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	10208076_BELGADO AREVALO JANELA DEL OSBE	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	724729_WESBER FLEISCH ROGER G	ONELOYE_COMERCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	102094_CAJCEDO HAZARENO INEBELVA GRACIELA	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	1027096_CHAVEZ CALDERON HOLSGER MARCELO	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	350234_MERCHAN INAYAS ADELINA C	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	1017553_MERSON FISCHER ALBERTO LUIS	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	10231380_BERRON CAMPOS PEDRO TOMAS	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	1027093_CHAVEZ CALDERON HOLSGER MARCELO	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	10040106_DICHA ASTIBOLLO BEATRIZ FRANCISCA	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	10280159_SANCHEZ ANCHUNDUA JORGE CARLOS	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	284729_RECALDE SANCHEZ MANUEL ALFONSO	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	1247203_ZAVALA ROSAS AMARILIS ROSEME	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	1436117_RODAS VARGAS VICENTE RUPERTO	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	112482_VIÑEZ ALAVA EMBELJADO M	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	10131596_R04Z MARTINEZ BERTHA DEL ROCIO	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	10201327_ORTIZ VEJES MARIA DOLORES	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	118371_LIPS2564CC	ONELOYE_ALUMBRADOCONVENCIONAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	10199900_MALDONADO GEMDAI SHIRLEY MARISOL	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00
ALIM-04B0090T14	722309_GUZHARA RODRIGUEZ JOSE A	ONELOYE_RESIDENCIAL	ABC	0,8	0,0	0,0	0,8	0,8	100,00

USUARIOS ALIMENTADORA ROCAFUERTE

CLIENTES SE BOHACA (H.xlsx) - Excel

Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda

Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda

Inicio Insertar Disposición de página Fórmulas Datos Revisar Vista Ayuda

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
	Nombre red	Número de clientes	Tipo de cliente	Firma	IVA cliente A (IVA)	IVA cliente B (IVA)	IVA cliente C (IVA)	Ive total cliente (IVA)	PF cliente A (%)	PF cliente B (%)
1	ALM-0480090724	10189065_CORPORACION NACIONAL DE TELECOMUNICACION ES - CNT EP	ONEIJOE_COMERCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
2	ALM-0480090724	602700_CARRERA PINOARGOTE PABLO FRANCISCO	ONEIJOE_COMERCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
3	ALM-0480090724	1571526_QUIROZ CERCAO MAXIMO ALEX	ONEIJOE_COMERCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
4	ALM-0480090724	602701_CARRERA PINOARGOTE PABLO FRANCISCO	ONEIJOE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
5	ALM-0480090724	415666_CARRERA PINOARGOTE PABLO FRANCISCO	ONEIJOE_COMERCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
6	ALM-0480090724	602777_BALDEON ORISOPO GELBA EUGENIA	ONEIJOE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
7	ALM-0480090724	602776_CARRERA PINOARGOTE PABLO FRANCISCO	ONEIJOE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
8	ALM-0480090724	10294882_PERAFEL MENDOZA ROSA PATRICIA	ONEIJOE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
9	ALM-0480090724	1489968_TECNIVISOR TELECOMUNICACIONES INFORMATICA Y COMPUTACION	ONEIJOE_COMERCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
10	ALM-0480090724	109818_OTECCEL S.A.	ONEIJOE_COMERCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
11	ALM-0480090724	618918_CARRERA PINOARGOTE PABLO FRANCISCO	ONEIJOE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
12	ALM-0480090724	602898_CARRERA PINOARGOTE PABLO FRANCISCO	ONEIJOE_RESIDENCIAL	C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00
13	ALM-0480090724	132957_ADOPLU150A	ONEIJOE_ALUMBRADOCONVENENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
14	ALM-0480090724	745953_CASTRO GONZALEZ ELINA ANGELICA	ONEIJOE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
15	ALM-0480090724	132961_ADOPLU1525PP	ONEIJOE_ALUMBRADOCONVENENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
16	ALM-0480090724	212276_ORTEZ TORRES ORLY ENRIQUE	ONEIJOE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
17	ALM-0480090724	10032174_AVILES RUBENIA CHRISTOPHER JOSEPH	ONEIJOE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
18	ALM-0480090724	133846_ADOPLU150A	ONEIJOE_ALUMBRADOCONVENENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
19	ALM-0480090724	437844_LINEN NACIONAL DE PERIODISTAS	ONEIJOE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
20	ALM-0480090724	132958_ADOPLU1525PP	ONEIJOE_ALUMBRADOCONVENENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
21	ALM-0480090724	406142_BANCO BOLNARDINO C.A.	ONEIJOE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
22	ALM-0480090724	1065827_ORTEZ SEVILLANO ALBA GRACIELA	ONEIJOE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
23	ALM-0480090724	406144_ESTRECHO BANCO DE GUAYABIL	ONEIJOE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
24	ALM-0480090724	152839_ASOCESFICHADORES ADUANA	ONEIJOE_COMERCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
25	ALM-0480090724	132960_ADOPLU1525PP	ONEIJOE_ALUMBRADOCONVENENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
26	ALM-0480090724	1024993_PEREZ VENGARA FAUSTO DAVID	ONEIJOE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00
27	ALM-0480090724	1024993_PEREZ VENGARA FAUSTO DAVID	ONEIJOE_RESIDENCIAL	ABC	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	100,00

Clientes ALIM-0480090722 Clientes ALIM-0480090723 Clientes ALIM-0480090724

Anexo 5. Termografía SE Boyacá



SUBESTACIÓN BOYACÁ

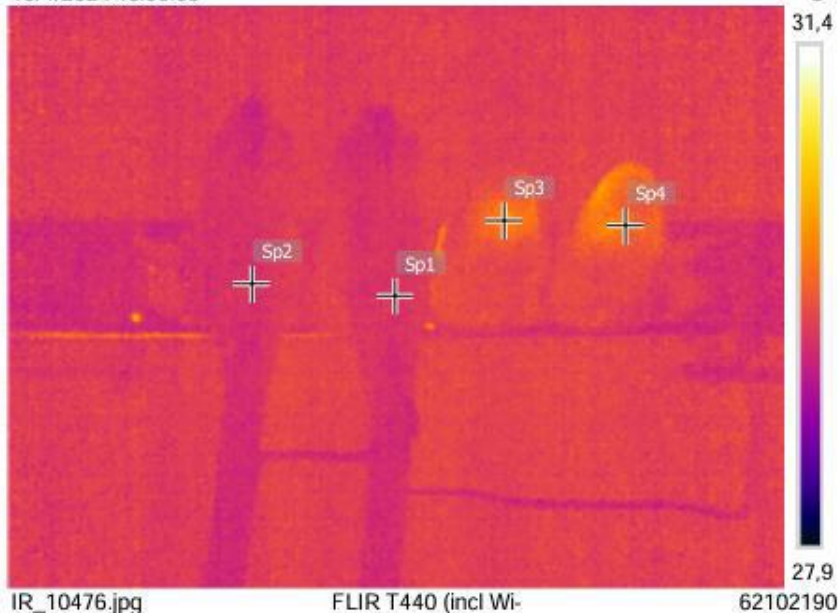
Medidas

Sp1	29,4 °C
Sp2	29,4 °C
Sp3	30,3 °C
Sp4	29,9 °C

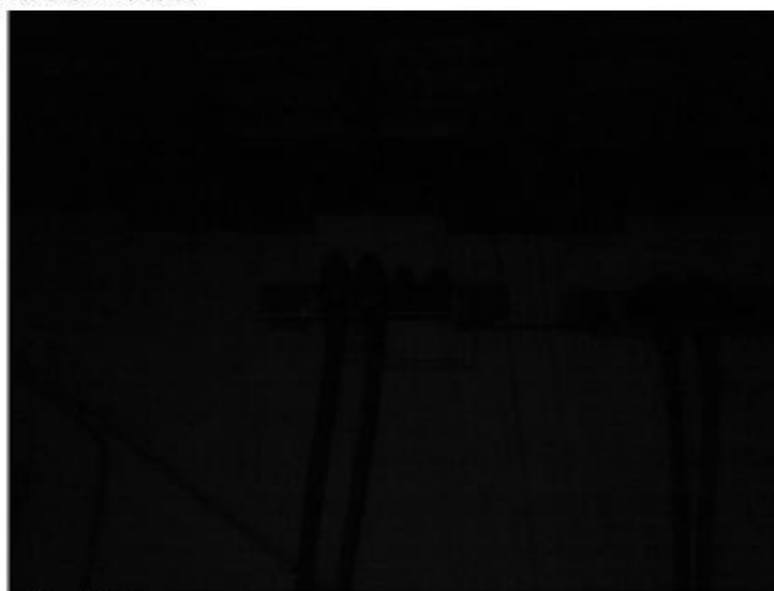
Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:00:53



15/4/2024 16:00:53





SUBESTACIÓN BOYACÁ

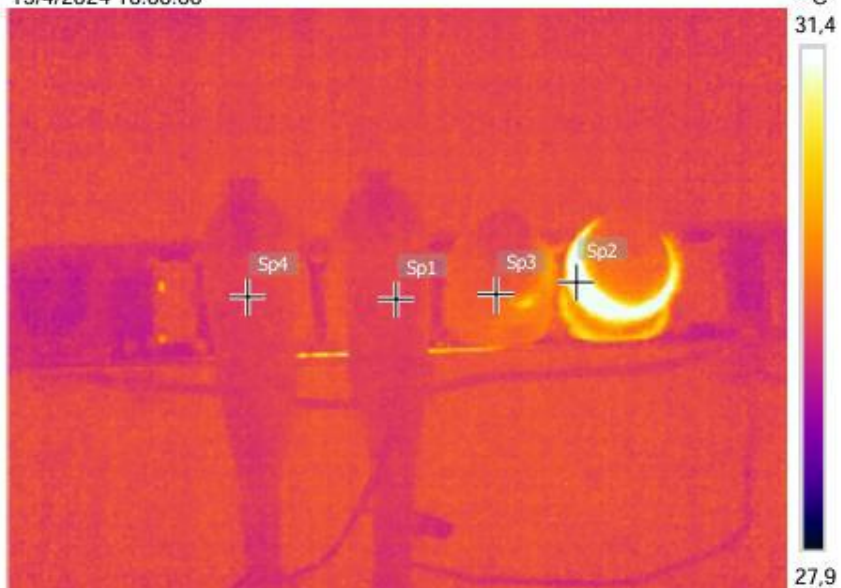
Medidas

Sp1	29,5 °C
Sp2	31,8 °C
Sp3	29,6 °C
Sp4	29,5 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:00:00

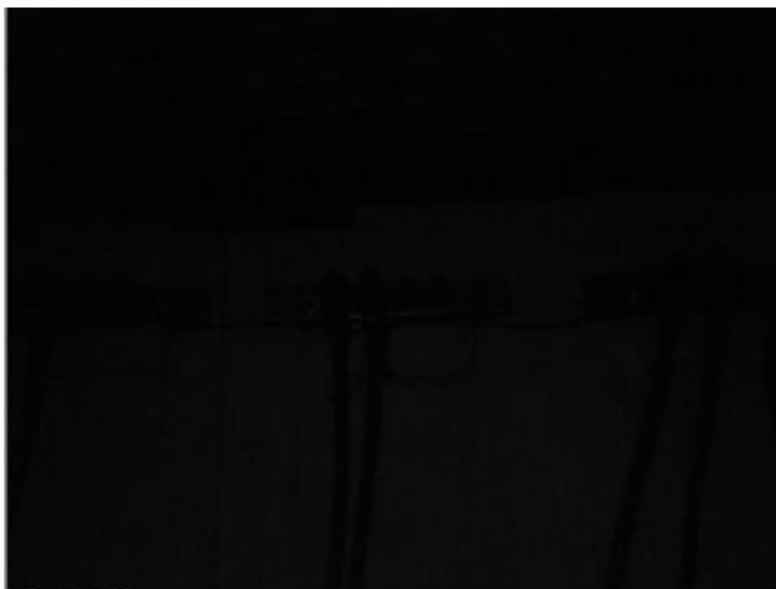


IR_10474.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:00:00



DC_10475.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

Medidas

Sp1	32,0 °C
Sp2	28,9 °C
Sp3	28,5 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:50:50

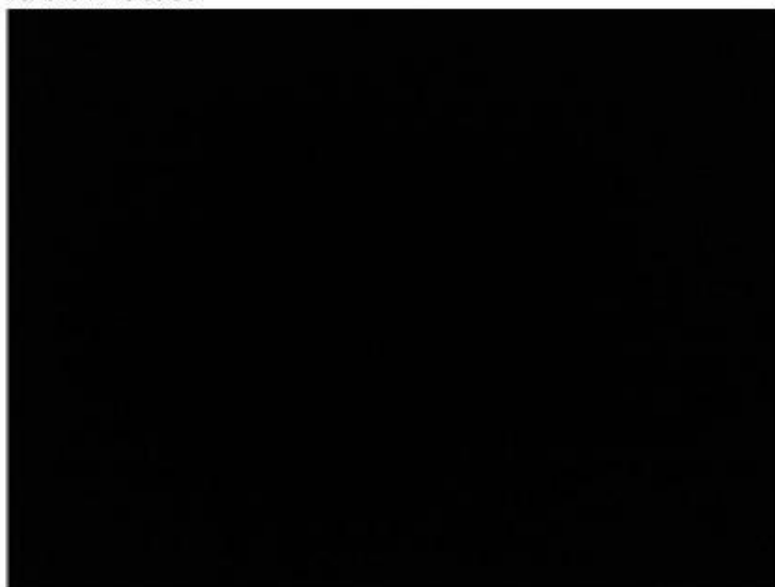


IR_10472.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:50:50



DC_10473.jpg



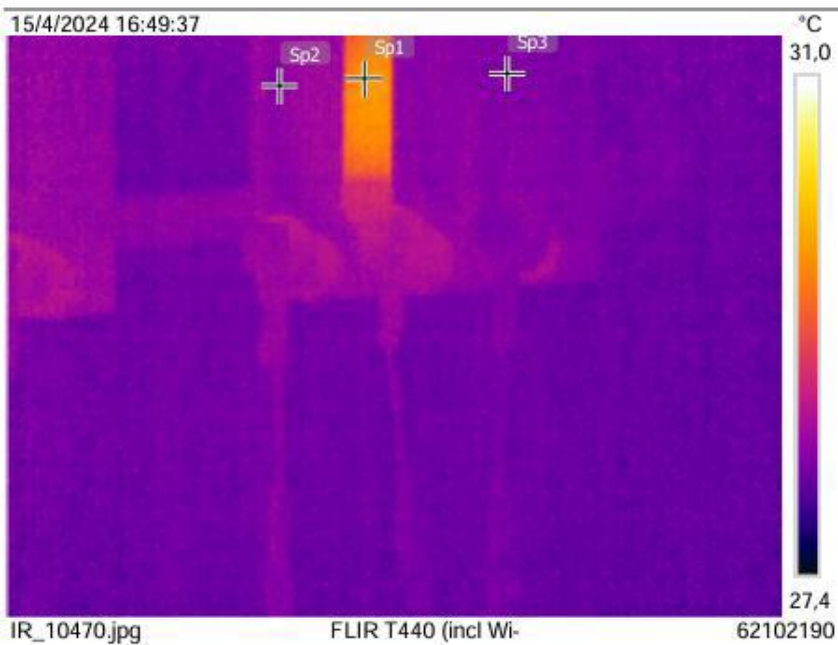
SUBESTACIÓN BOYACÁ

Medidas

Sp1	29,8 °C
Sp2	28,4 °C
Sp3	28,3 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C



15/4/2024 16:49:37



DC_10471.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

Medidas

Sp1	34,1 °C
Sp2	34,0 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:23:32



IR_10468.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:23:32



DC_10469.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

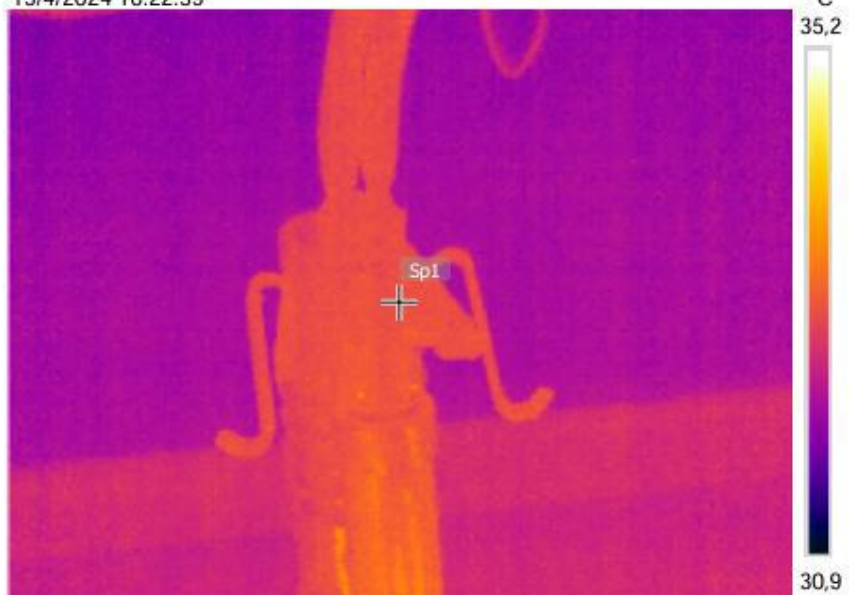
Medidas

Sp1	33,0 °C
-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:22:39



IR_10466.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:22:39



DC_10467.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

Medidas

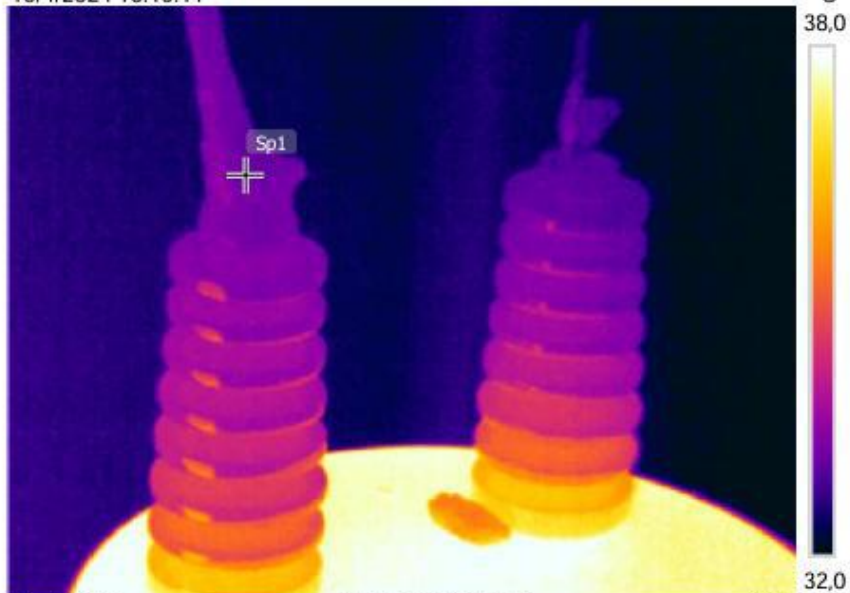
Sp1	33,3 °C
-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
------------	------

Temp. refl.	15 °C
-------------	-------

15/4/2024 16:19:11



IR_10464.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:19:11



DC_10465.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

Medidas

Sp1	30,1 °C
-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:08:51

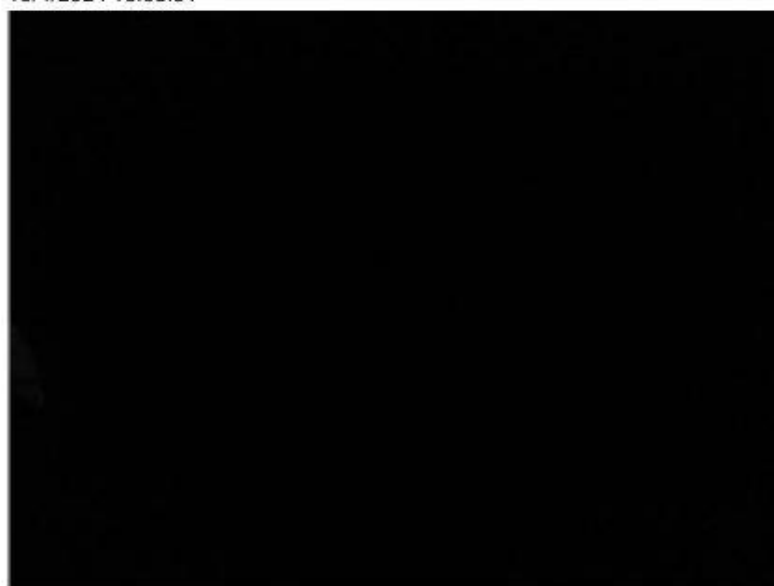


IR_10462.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:08:51



DC_10463.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

Medidas

Sp1	34,1 °C
-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:08:15



IR_10460.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:08:15



DC_10461.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

Medidas

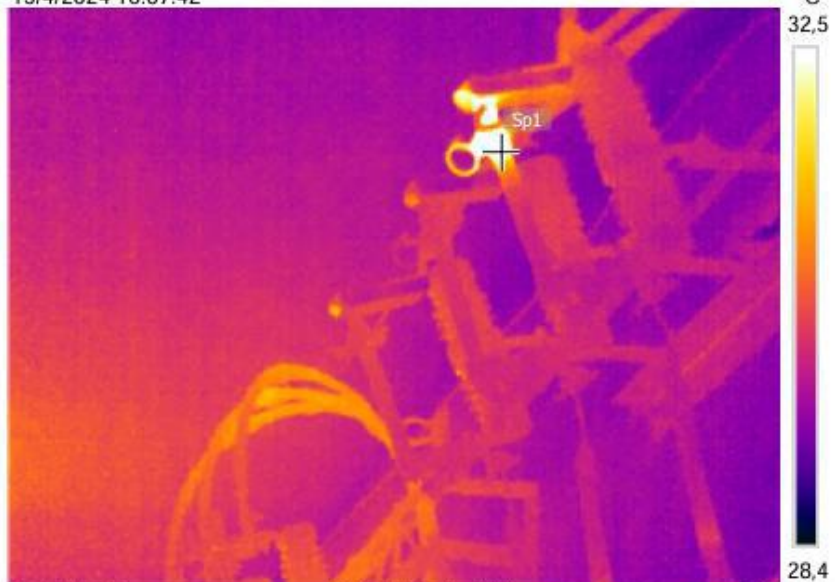
Sp1	33,2 °C
-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
------------	------

Temp. refl.	15 °C
-------------	-------

15/4/2024 16:07:42



IR_10458.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:07:42



DC_10459.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

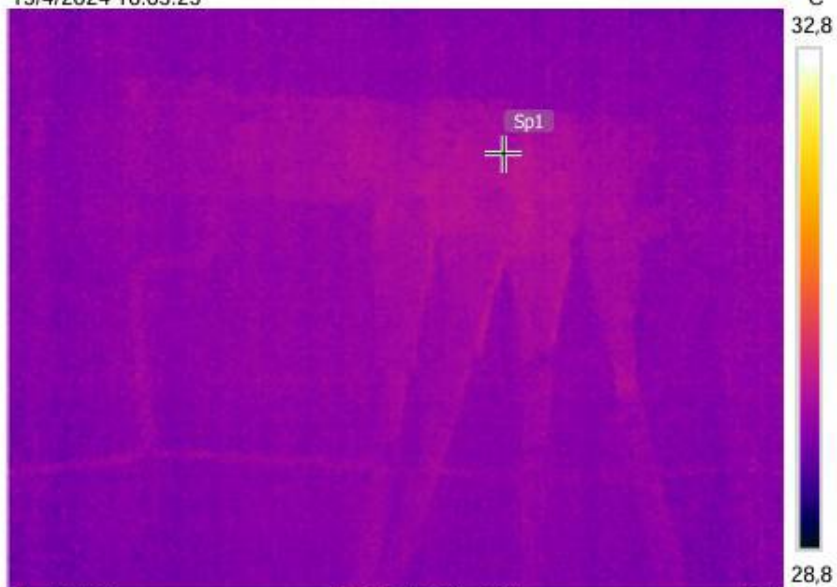
Medidas

Sp1	30,0 °C
-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:05:25



IR_10456.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:05:25



DC_10457.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

Medidas

Sp1	33,2 °C
-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
------------	------

Temp. refl.	15 °C
-------------	-------

15/4/2024 16:01:49

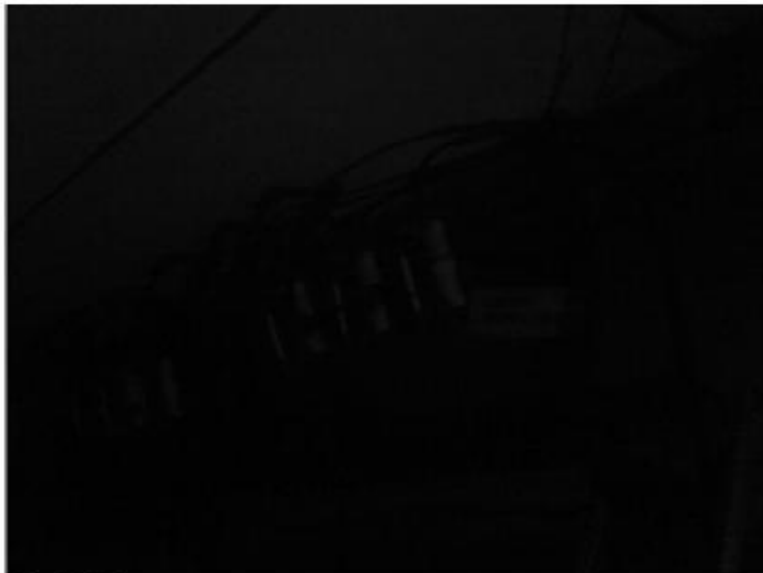


IR_10454.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:01:49



DC_10455.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

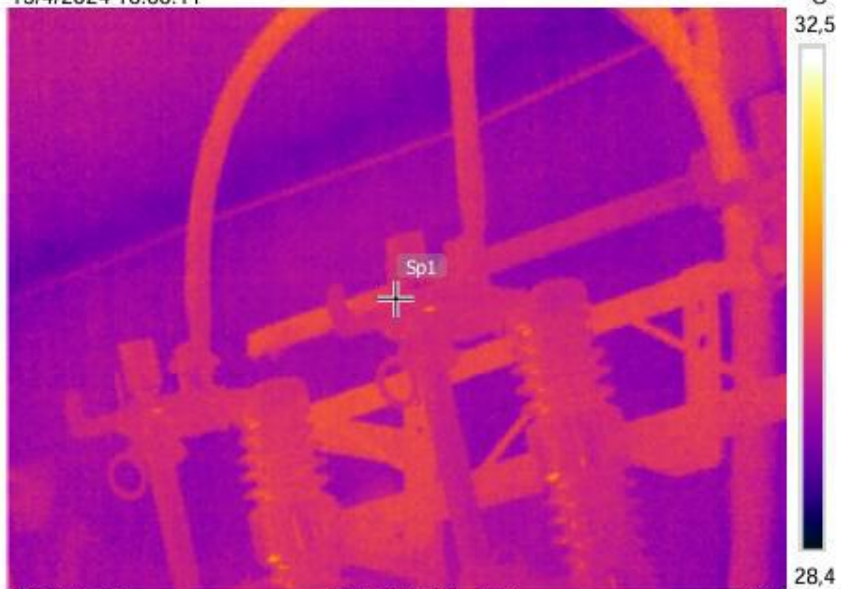
Medidas

Sp1	30,0 °C
-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:00:11

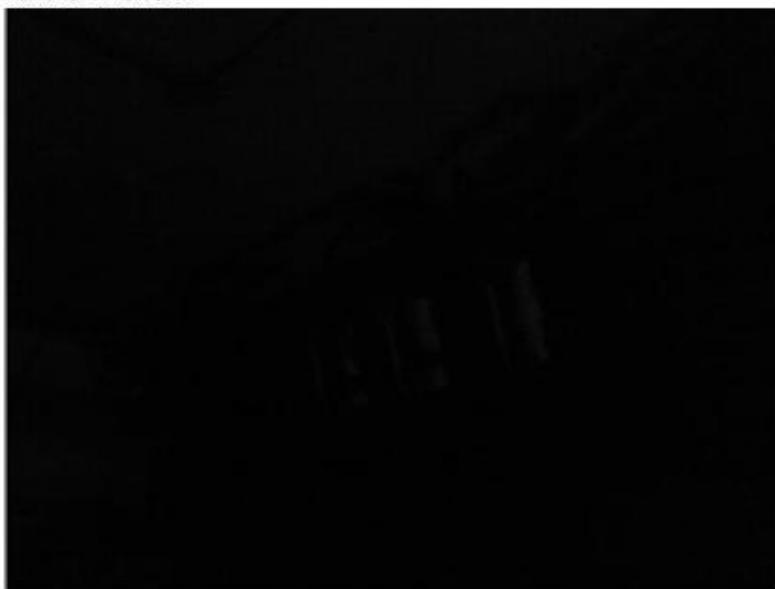


IR_10452.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:00:11



DC_10453.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

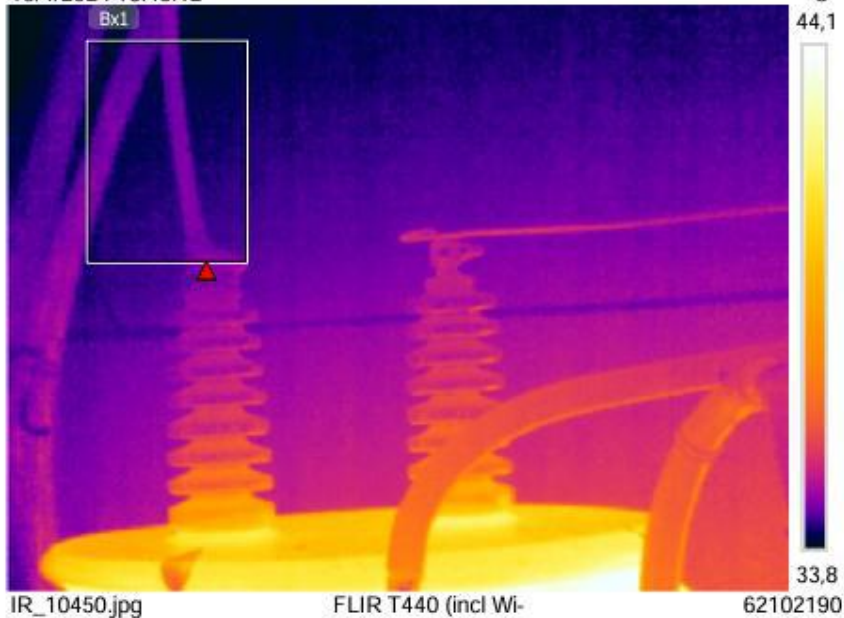
Medidas

Bx1	Max	35,2 °C
-----	-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:48:12



15/4/2024 16:48:12



DC_10451.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

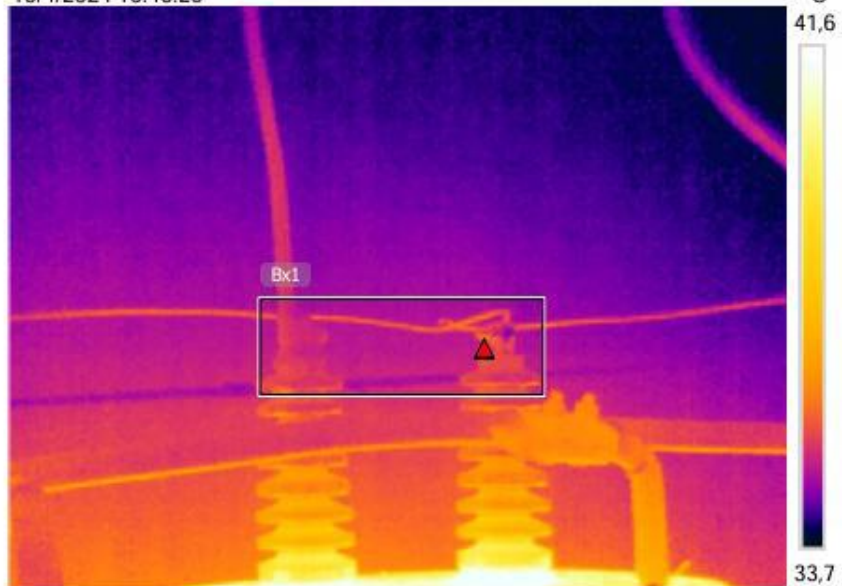
Medidas

Bx1	Max	36,7 °C
-----	-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:46:20



IR_10448.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:46:20



DC_10449.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

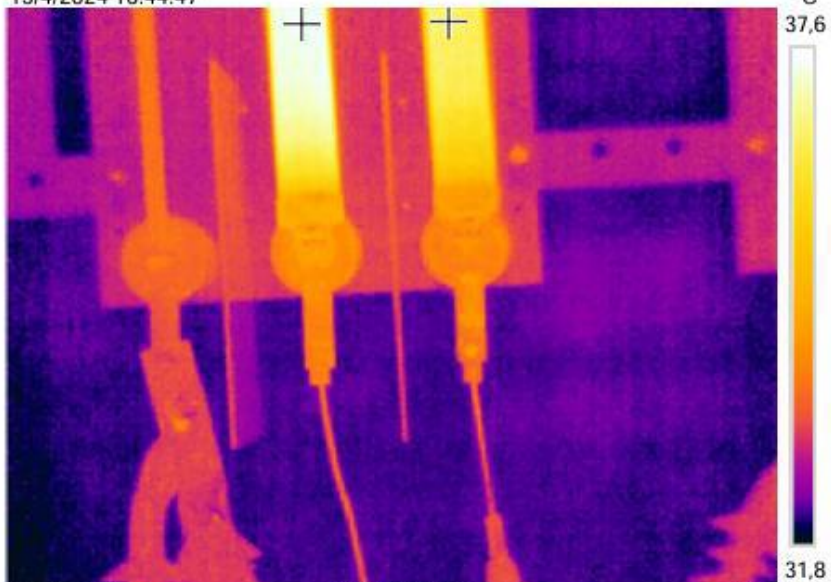
Medidas

Sp1	37,5 °C
Sp2	36,7 °C

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:44:47



IR_10446.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:44:47



DC_10447.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

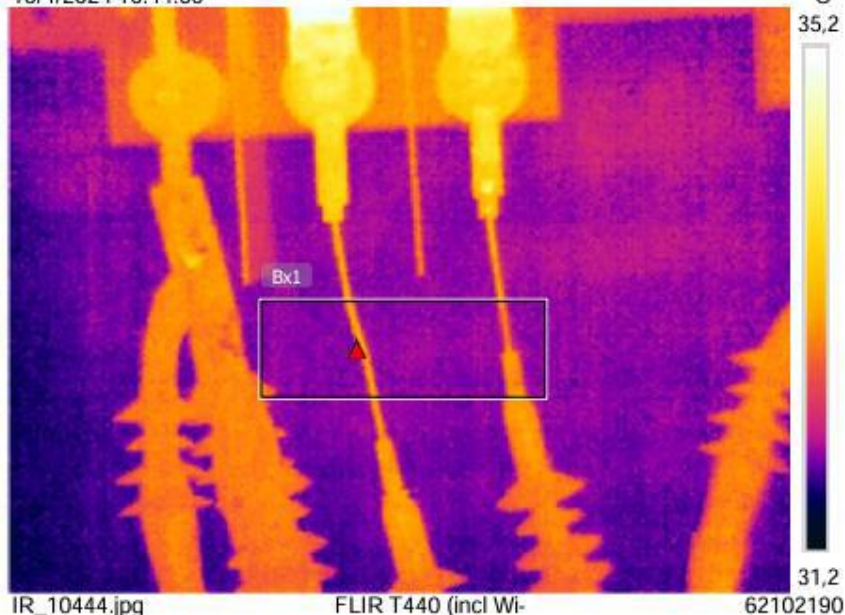
Medidas

Bx1	Max	33,6 °C
-----	-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:44:35

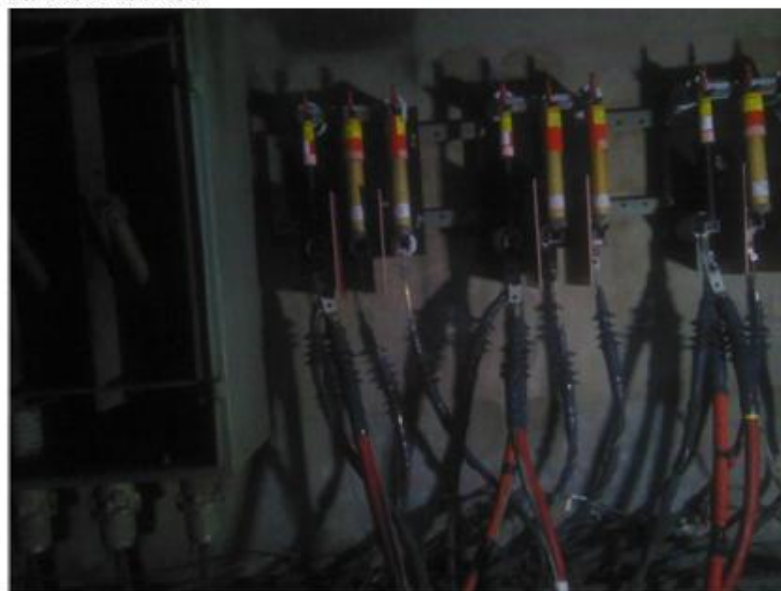


IR_10444.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:44:35



DC_10445.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

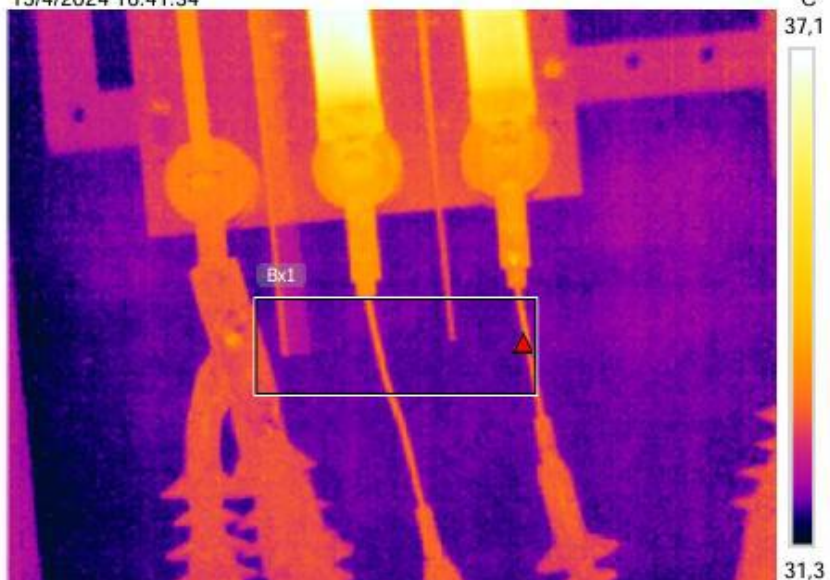
Medidas

Bx1	Max	33,9 °C
-----	-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:41:34

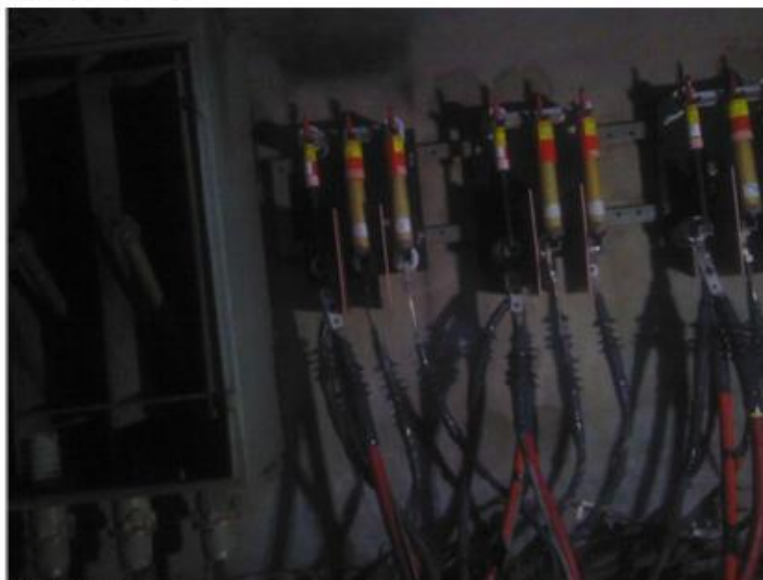


IR_10442.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:41:34



DC_10443.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

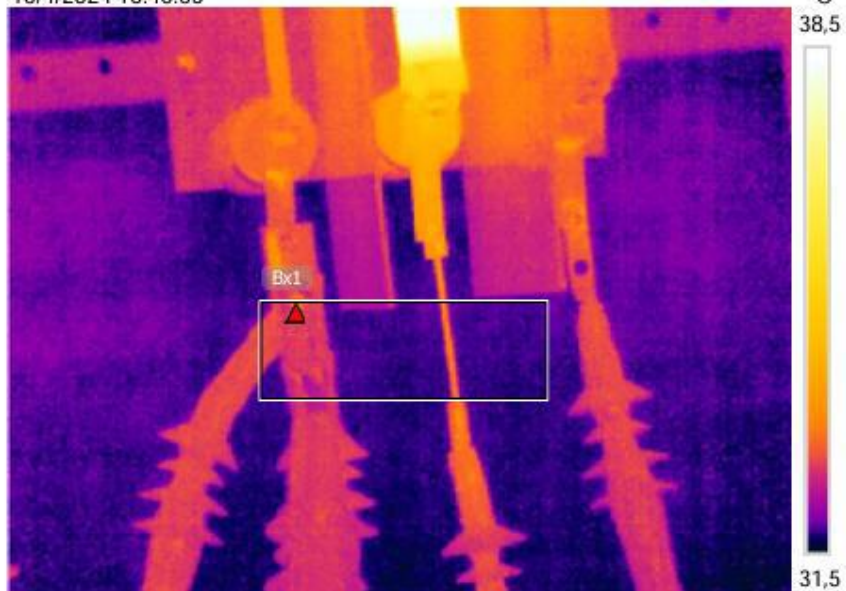
Medidas

Bx1	Max	33,6 °C
-----	-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:40:53

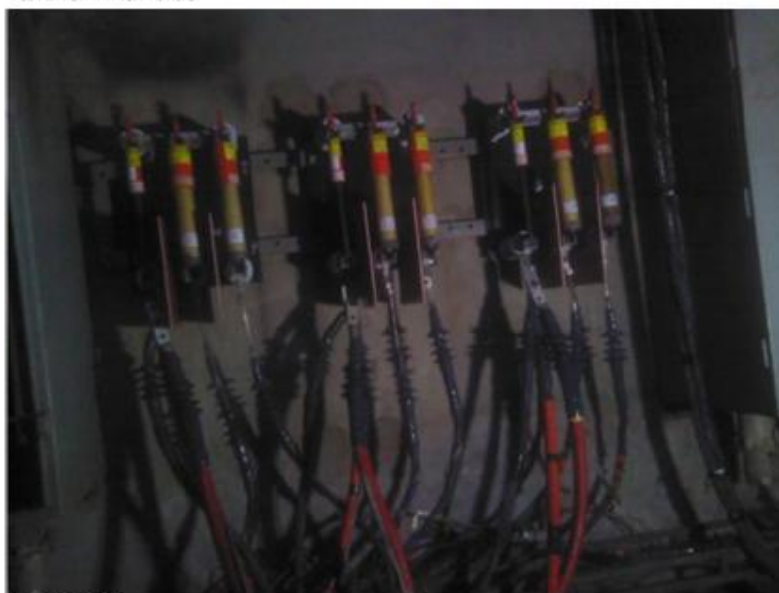


IR_10440.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:40:53



DC_10441.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

Medidas

Bx1	Max	34,3 °C
-----	-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:34:05



IR_10438.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:34:05



DC_10439.jpg



SUBESTACIÓN BOYACÁ

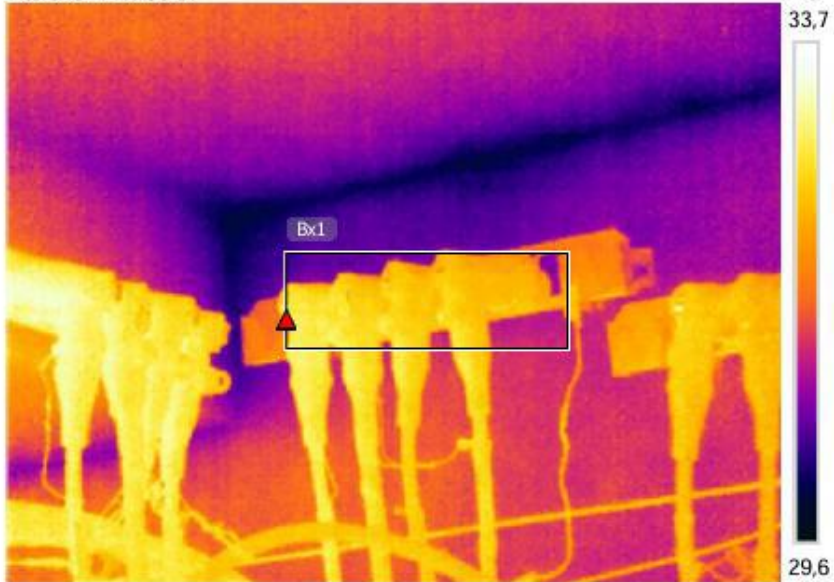
Medidas

Bx1	Max	33,1 °C
-----	-----	---------

Parámetros

Emisividad	0.95
Temp. refl.	15 °C

15/4/2024 16:33:37

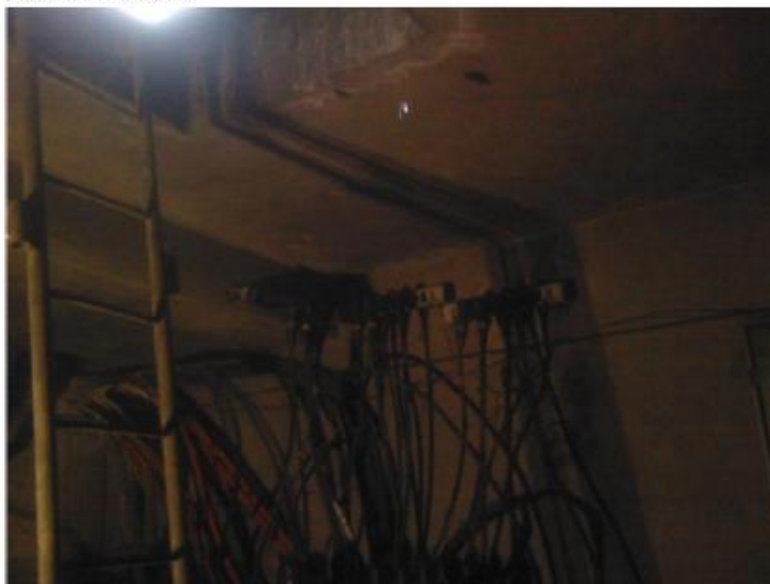


IR_10436.jpg

FLIR T440 (incl Wi-

62102190

15/4/2024 16:33:37



DC_10437.jpg