

CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

Consorcio

Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética

Ítem 11 - Centro de Convenciones

SG-CMA-001-2025

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 8
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN 9
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN 10
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes 10
2.2 Áreas útiles 11
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA 12
3.1 Generalidades de alimentación 12
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas 15
3.3 Inventario 15
4. MEDICIONES REALIZADAS 19
4.1 Temperatura y humedad 19
4.2 Cámara termográfica 20
4.3 Iluminancia 22
4.4 Mediciones eléctricas 23
4.5 Curva de carga 26
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO 29
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación 31
5.2 Caracterización del consumo por usos finales 34
5.3 Caracterización de costo de la energía 37
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA 42
6.1 Metodología 42
6.2 Resultados 43
6.3 Potencial de ahorro energético 45
7. INDICADORES 46
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) 46
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) 46
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) 47
7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) 48

7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 48
8. OPORTUNIDADES DE MEJORA....48
8.1 Buenas prácticas operativas (BPO)....49
8.2 Medidas activas....50
9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE MEDIDAS....51
10. CRONOGRAMA TENTATIVO DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS....53
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....54
Bibliografía....56
ANEXOS....58

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Centro de Convenciones 11
Figura 2. Longitudes para cálculo de área del terreno 11
Figura 3. Longitudes para cálculo de área construída 12
Figura 4. Conexión física de la red a la edificación 13
Figura 5. Muestra de celdas eléctricas de la edificación 13
Figura 6. Tablero principal 14
Figura 7. Muestra de celdas eléctricas de la edificación 14
Figura 8. Tubería PVC sin empotrar 15
Figura 9. Equipos de aire acondicionado en el Centro de Convenciones 16
Figura 10. Equipos ofimáticos del Centro de Convenciones 16
Figura 11. Equipos de iluminación del Centro de Convenciones 17
Figura 12. Equipos de refrigeración del Centro de Convenciones 18
Figura 13. Otros equipos del Centro de Convenciones 19
Figura 14. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663....20
Figura 15. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal....21
Figura 16. Luxómetro digital MPT1014....23
Figura 17. Instalación de equipo Metrel MI 2883....23
Figura 18. Tensiones de tablero principal....24
Figura 19. Corrientes de tablero principal 24
Figura 20. Energía activa de tablero principal 25
Figura 21. Potencias de tablero principal....25
Figura 22. Factor de potencia de tablero principal 26
Figura 23. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas....27
Figura 24. Corrientes de tablero principal 28
Figura 25. Curva de carga de tablero principal 28
Figura 26. Registro de datos clave de facturas....29
Figura 27. Consumo histórico de energía activa 31
Figura 28. Consumo histórico de energía reactiva 32
Figura 29. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada....33
Figura 30. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Centro de Convenciones....34
Figura 31. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Centro de Convenciones....35
Figura 32. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas del Centro de Convenciones....36
Figura 33. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas del Centro de Convenciones.36
Figura 34. Costo de factura histórico....37
Figura 35. Gráfico circular de costos de facturación 37
Figura 36. Costo unitario por kWh de energía 38

Figura 37. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público 40
Figura 38. Costo total de energía activa 42
Figura 39. Línea Base Energética (LBEn) del Centro de Convenciones 44
Figura 40. Consumo de energía eléctrica mensual del Centro de Convenciones 46
Figura 41. Consumo de energía eléctrica mensual del Centro de Convenciones 47
Figura 42. Flujo de caja descontado de la instalación de variador de frecuencia 53

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general del Centro de Convenciones 9
Tabla 2. Información de actividades del Centro de Convenciones 9
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación 10
Tabla 4. Áreas del Centro de Convenciones 12
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del Centro de Convenciones 16
Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos del Centro de Convenciones 17
Tabla 7. Inventario de iluminación del Centro de Convenciones 17
Tabla 8. Inventario de refrigeración del Centro de Convenciones 18
Tabla 9. Inventario de otros equipos del Centro de Convenciones 18
Tabla 10. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad 20
Tabla 11. Mediciones de iluminancia 22
Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia 26
Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger 27
Tabla 14. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura 27
Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía activa 31
Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva 32
Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada 33
Tabla 18. Participación de consumo de energía por usos finales del Centro de Convenciones 34
Tabla 19. Participación de consumo de energía por áreas del Centro de Convenciones 35
Tabla 20. Costo unitario por kWh de energía activa 38
Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía reactiva 39
Tabla 22. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público 39
Tabla 23. Costo facturado por energía activa 40
Tabla 24. Costo facturado por energía reactiva 41
Tabla 25. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público 41
Tabla 26. Registros para construcción de LBEn del Centro de Convenciones 44
Tabla 27. Reporte UPME para potencial de ahorro energético 45
Tabla 28. Variador de frecuencia para implementación de medida 50
Tabla 29. Ahorros energéticos por instalación de variador de frecuencia 50
Tabla 30. Inversión inicial de Instalación de la instalación de variador de frecuencia 52
Tabla 31. Mantenimiento preventivo de Instalación de la instalación de variador de frecuencia 52
Tabla 32. Información de evaluación económica para la instalación de variador de frecuencia 52
Tabla 33. Medidas propuestas para ser implementadas 54
Tabla 34. Hoja de ruta de medidas a implementar 54

RESUMEN

El presente informe corresponde al Producto 5 – Informe Final de Auditoría Energética para el Centro de Convenciones (Ítem 11), desarrollado por el Consorcio Auditorías Energéticas para la Gobernación de Córdoba. Este trabajo se realiza en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 (Ley 2294 de 2023), en concordancia con la Resolución 16 de 2024 de la UPME.

El objetivo de la auditoría fue evaluar el desempeño energético del inmueble, identificar los Usos Significativos de la Energía (USE), diagnosticar las condiciones actuales de sus instalaciones y sistemas, y formular oportunidades de mejora técnica y operativa para optimizar el consumo de energía eléctrica, contribuyendo a la meta de ahorro mínimo del 15% para el año 2026.

La metodología aplicada incluyó una inspección arquitectónica y eléctrica detallada, inventario completo de equipos energéticos, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curva de carga), y un análisis exhaustivo del histórico de consumo y costos de facturación (2022-2025). A partir de estos datos, se construyó una Línea Base Energética (LBEn) de 264.847 kWh/año utilizando el método de valor absoluto de energía.

Los principales hallazgos indican que el aire acondicionado representa el 93% del consumo total, identificándose como el principal USE. Se encontraron deficiencias en las instalaciones eléctricas que incumplen el RETIE, como tuberías PVC sin empotrar, lo que representa un riesgo para la seguridad. Además, se constató que la iluminancia en la oficina de gobernación perimetral (250 lux) no cumple con el mínimo reglamentario (500 lux, según RETILAP).

El análisis del potencial de ahorro estima una reducción promedio del 21% del consumo anual mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO), equivalente a alcanzar los consumos mínimos históricos. Adicionalmente, se propone la instalación de variadores de frecuencia en los sistemas de aire acondicionado, medida técnicamente viable.

Se presenta un cronograma tentativo para la implementación de las estrategias, priorizando la actualización de instalaciones eléctricas (por seguridad), la ejecución de un programa de BPO y la instalación de variadores de frecuencia, con un horizonte de ejecución total de 12 meses.

INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el quinto producto - Informe Final de Auditoría Energética, integra la estructura del producto cuatro y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección ocho sobre oportunidades de mejora, sección nueve que presenta sus evaluaciones económicas y sección diez con el cronograma de las medidas propuesta.

1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 11 corresponde al Centro de Convenciones se desarrollan las principales actividades políticas, económicas y sociales del municipio de Montería. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general del Centro de Convenciones



Nombre de la institución	Centro de Convenciones
Dirección	Crrt Via Cerete km-3 150 Br Mocarí
Municipio	Montería
Coordenadas	Latitud: 8.79004° Longitud: -75.8576°
Antigüedad [años]	25
Tipo de tenencia	Comodato
Limitaciones patrimoniales	Ninguna

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades del Centro de Convenciones

Servicios	Actividades y eventos políticas, económicas y sociales
Días de operación	Lunes a viernes (administración) Sábados (eventos)
Horarios de operación	8:00 am – 6:00 pm (administración) 8:00 am a 10:00 pm (eventos)
Cantidad de empleados	7
Nombre de responsable de administración de la entidad	Ricardo Fabian Pastrana Muñoz
Cargo	Jefe de Almacén
Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría	Ninguna

Fuente: Elaboración propia

2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con un (1) bloques, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Centro de Convenciones (ver Figura 1)

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación

<table>
<tr><td colspan="2">
</td></tr>
<tr><td>Orientación de la fachada</td><td>Nororiente</td></tr>
<tr><td>Número de edificios o bloques</td><td>1</td></tr>
<tr><td>Número de pisos</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Altura techos internos [m]</td><td>3</td></tr>
<tr><td>Área construida aproximada [m²]</td><td>7.396</td></tr>
<tr><td>Inclinación cubierta [°]</td><td>15°</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Envolvente</td><td>Material del muro: ladrillo cocido con pañete</td></tr>
<tr><td>Color de muros: gris</td></tr>
<tr><td>Estado de las paredes: buenas</td></tr>
<tr><td>Tipo de aislamiento: árboles alrededor</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Ventanas</td><td>Material del marco: metal</td></tr>
<tr><td>Tipo de vidrio: vidrio flotado</td></tr>
<tr><td>Estado: buenas</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Techo</td><td>Material: fibrocemento</td></tr>
<tr><td>Color: gris y verde</td></tr>
</table>

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Centro de Convenciones

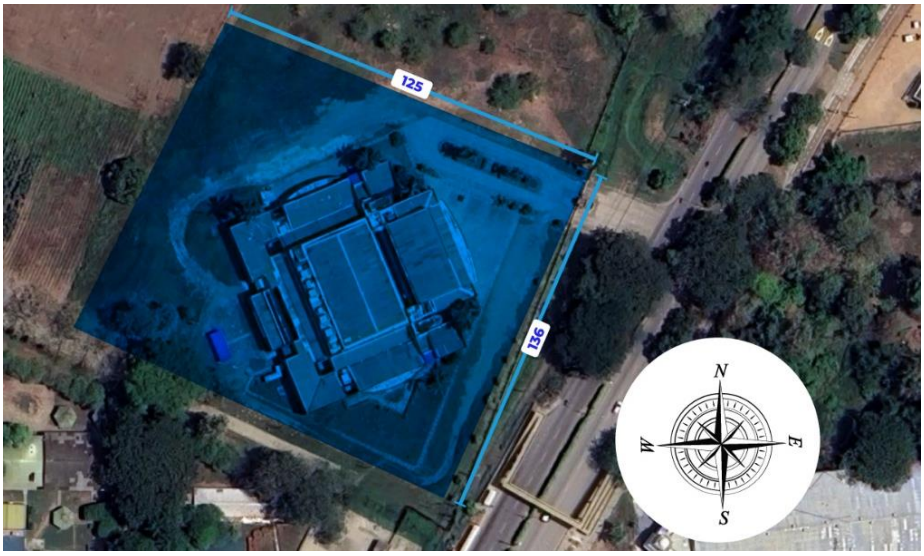


Fuente: Elaboración propia

2.2 Áreas útiles

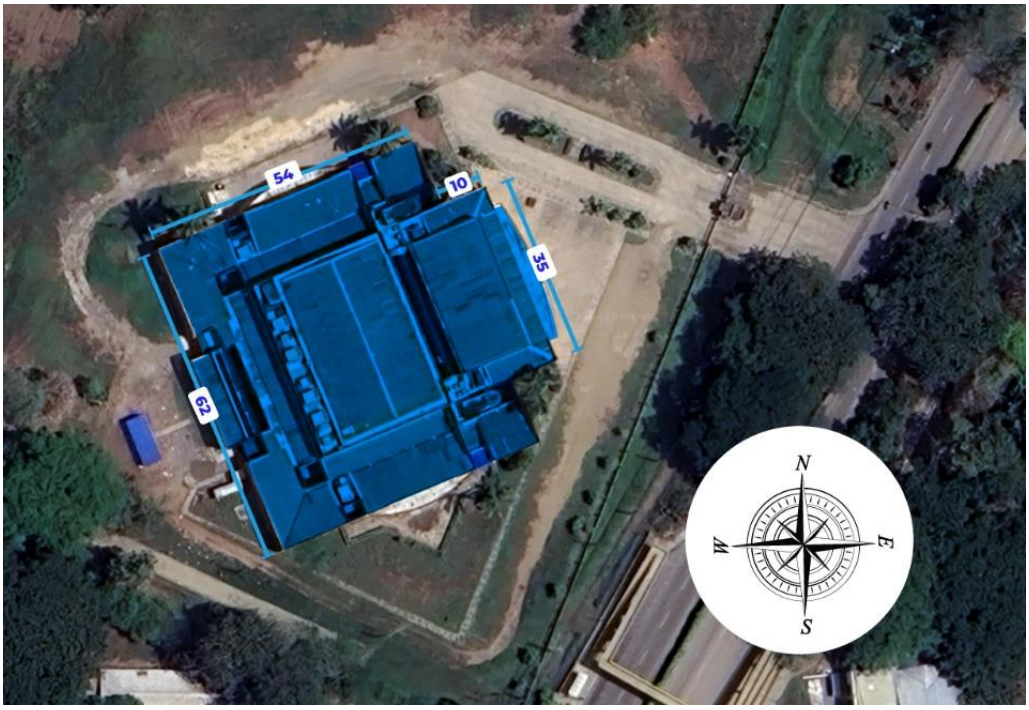
El área total del terreno del Centro de Convenciones es de aproximadamente 17.000 m^2 (ver Figura 2), mientras que la superficie construida, asciende a los 7.396 m^2 (ver Figura 3). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que el Centro de Convenciones no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 2. Longitudes para cálculo de área del terreno



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Longitudes para cálculo de área construída



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas del Centro de Convenciones

Área	Área total [m²]	Fuente	Área	Área total [m²]	Fuente
Hall entrada	300	Estimación	Hall administrativo	16	Estimación
Pasillos piso 1	715	Estimación	Sala de espera administrativo	28	Estimación
Baños piso 1	210	Estimación	Cocina	6	Estimación
Salón 1	85	Estimación	Oficina 1	20	Estimación
Salón 2	119	Estimación	Oficina 2	20	Estimación
Salón 3	250	Estimación	Salón gobernación	105	Estimación
Salón 4	250	Estimación	Oficina gobernación	75	Estimación
Salón 5	400	Estimación	Baños piso 2	110	Estimación
Comedor	160	Estimación	Salón 6	195	Estimación
Cocina	195	Estimación	Pasillos piso 2	125	Estimación

Fuente: Elaboración propia

3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

3.1 Generalidades de alimentación

El Centro de Convenciones se conecta al sistema de distribución de Afinia en media tensión (13,2 kV) mediante una acometida aérea con estructura tipo semibandera (ver Figura 4), donde la

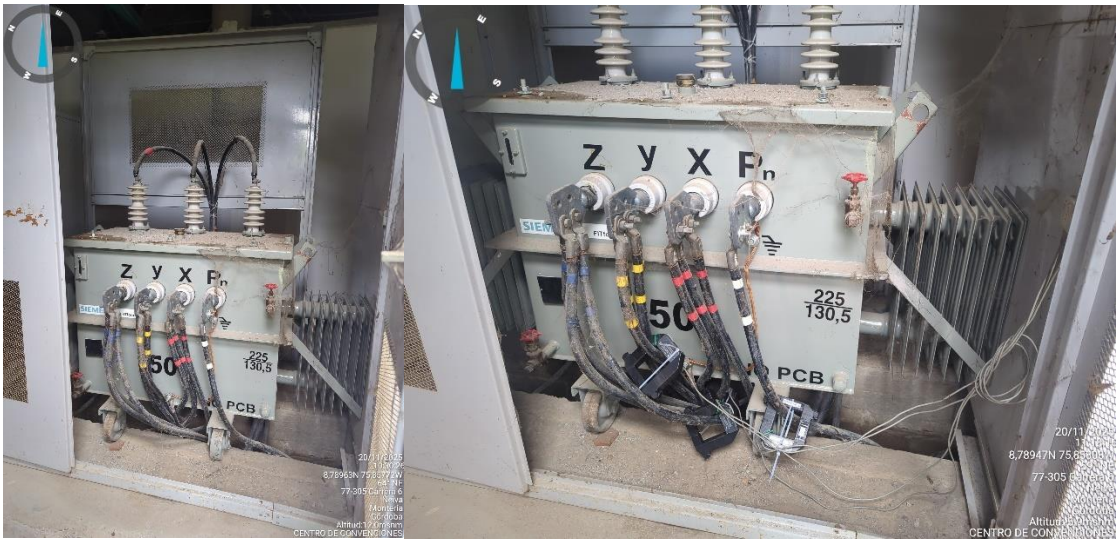
energía es transformada a baja tensión a través de un transformador propiedad del Centro de Convenciones de la Figura 5 hasta un tablero principal (ver Figura 6).

Figura 4. Conexión física de la red a la edificación



Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Muestra de celdas eléctricas de la edificación



Fuente: Elaboración propia

Desde el tablero eléctrico principal se derivan los circuitos hacia los tableros seccionales ubicados en distintas áreas del Centro de Convenciones. En la Figura 7 se presentan ejemplos de estos tableros.

Figura 6. Tablero principal



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Muestra de celdas eléctricas de la edificación



Fuente: Elaboración propia

3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones del Centro de Convenciones, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

Tubería plástica sin empotrar

Requisito normativo (RETIE):

"Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o cielorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min [...]" (Título 17. Requisitos de instalación de los principales productos / utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.6. Tubos, tuberías y accesorios / literal f)

Implicación: Se evidenció tubería plástica sin empotrar. Esta tubería no garantiza la resistencia al fuego ni protección mecánica adecuada, lo que representa un riesgo de deterioro del aislamiento y propagación de incendio.

Figura 8. Tubería PVC sin empotrar



Fuente: Elaboración propia

3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 9).

Figura 9. Equipos de aire acondicionado en el Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del Centro de Convenciones

Equipo	Capacidad térmica [BTU/h]	Suma de potencias[W]	Cantidad
Aire tipo paquete	360.000	40.000	6
Aire tipo paquete	90.000	8.500	4

Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 10).

Figura 10. Equipos ofimáticos del Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos del Centro de Convenciones

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Portátil	50	2
Repetidor wifi	75	5
Televisor 55"	160	1
Televisor 65"	420	1

Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 11).

Tabla 7. Inventario de iluminación del Centro de Convenciones

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Lámpara led perimetral	41	2
Lámpara led	21	27
Lámpara led 60 x 60	200	54
Lámpara led redonda	286	166
Lámpara led spot	21	113
Reflector led	100	8

Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Equipos de iluminación del Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 12).

Tabla 8. Inventario de refrigeración del Centro de Convenciones

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Dispensador de agua	530	1

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Equipos de refrigeración del Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de otros equipos se sintetizan en la Tabla 9 (ver Figura 13).

Tabla 9. Inventario de otros equipos del Centro de Convenciones

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Bombas de agua	3.700	2
Cafetera	1.090	1

Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Otros equipos del Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 14). Donde se registraron mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 10.

Tabla 10. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

Medición	Hora	Temperatura	Humedad relativa
1	1:54 pm	27	91%
2	1:59 pm	29	87%
3	2:06 pm	30	91%
4	2:12 pm	30	90%
5	2:28 pm	29	75%
6	2:29 pm	29	59%
7	2:52 pm	28	89%
8	2:54 pm	29	89%
9	3:04 pm	30	81%

Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663



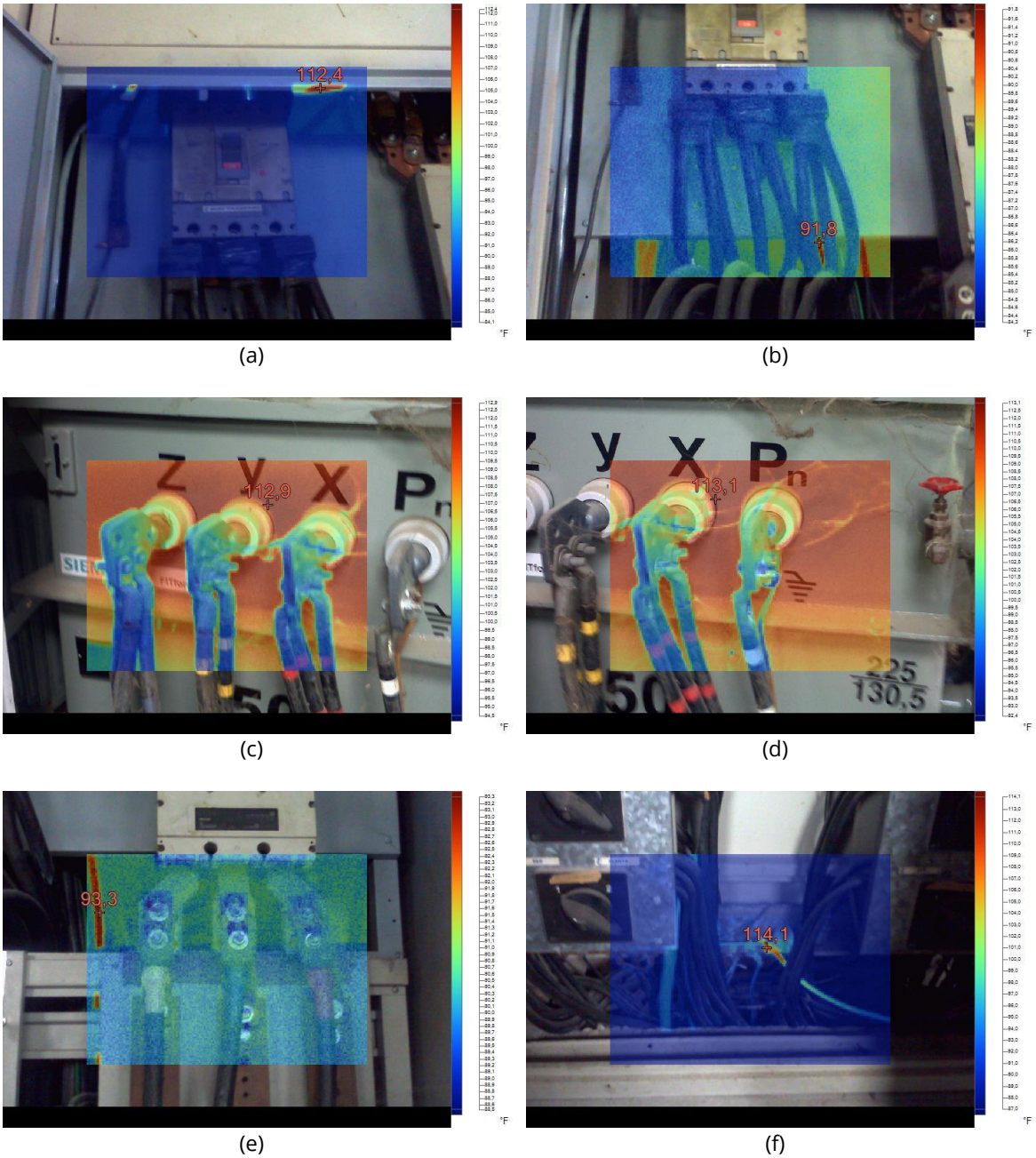
Fuente: Elaboración propia

4.2 Cámara termográfica

Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en el tablero eléctrico principal, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 15. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 29°C (según la Tabla 10**),** se obtiene un diferencial máximo de 16,6°C, correspondiente a la Figura 15(f) con 45,6°C (114,1 °F).

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (11 °C a 20 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “Posible deficiencia”. Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar revisión en el siguiente mantenimiento preventivo.

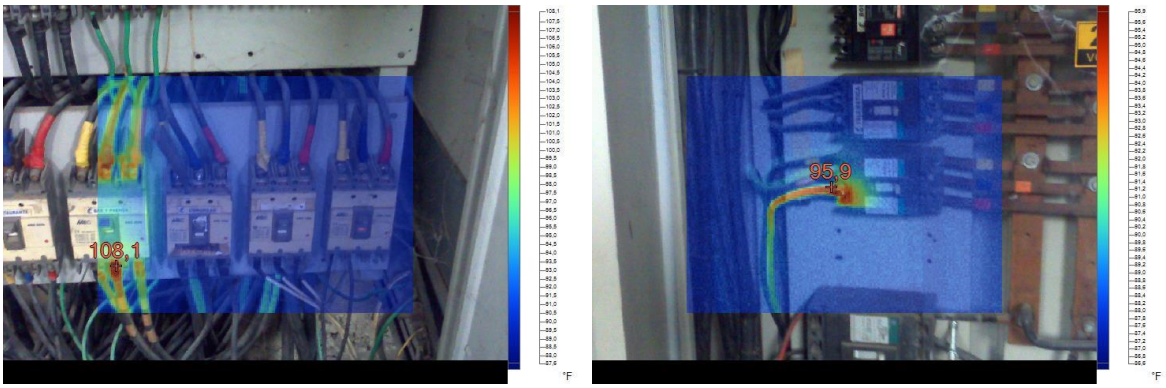
Figura 15. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal



(a) (b)

(c) (d)

(e) (f)



(g) (h)

Fuente: Elaboración propia

4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones del Centro de Convenciones, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 11.

Tabla 11. Mediciones de iluminancia

Área	Número de mediciones	Iluminancia promedio [lx]	Especificación de iluminancia [lx]	Cumplimiento
Oficina gobernación perimetral	10	250	500	No cumple

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Figura 16. Luxómetro digital MPT1014

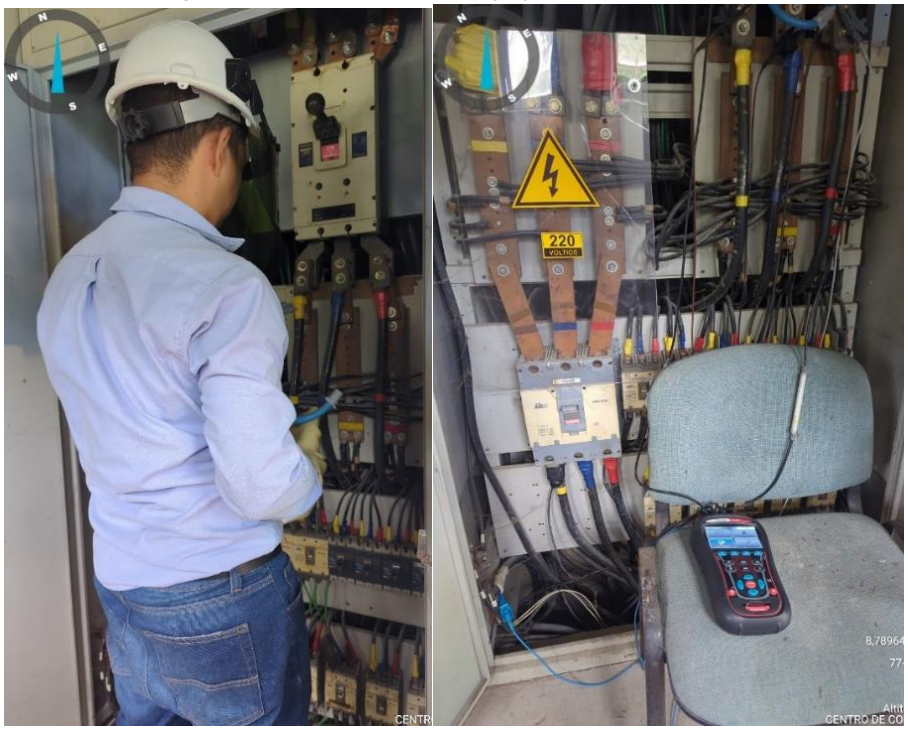


Fuente: Elaboración propia

4.4 Mediciones eléctricas

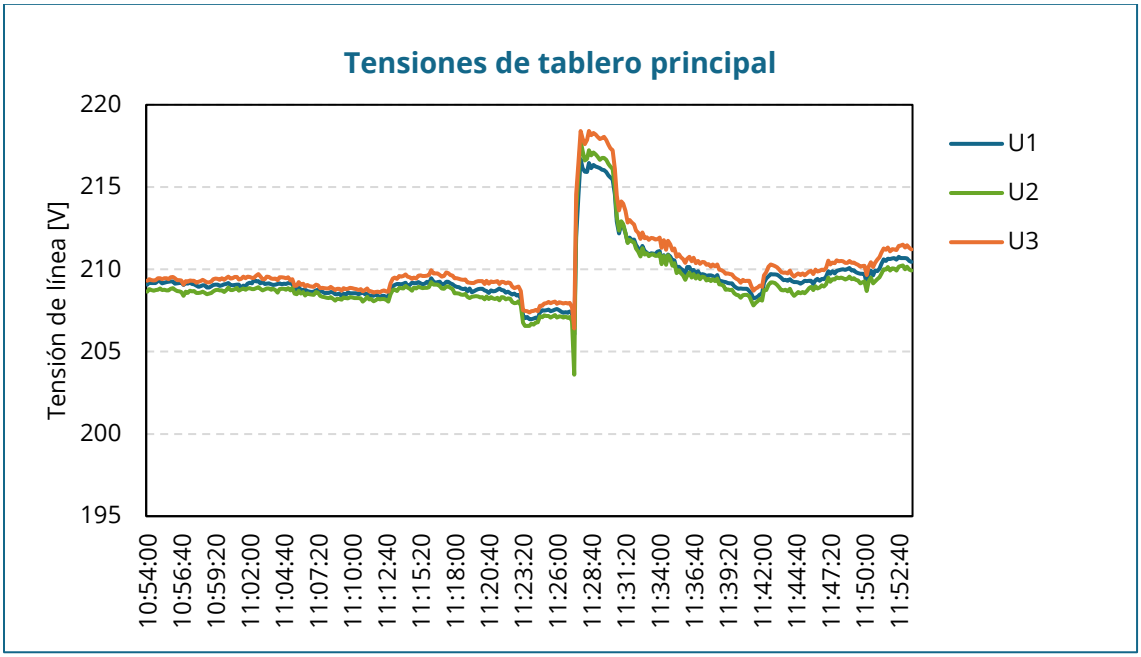
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal del Centro de Convenciones y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 17. Instalación de equipo Metrel MI 2883



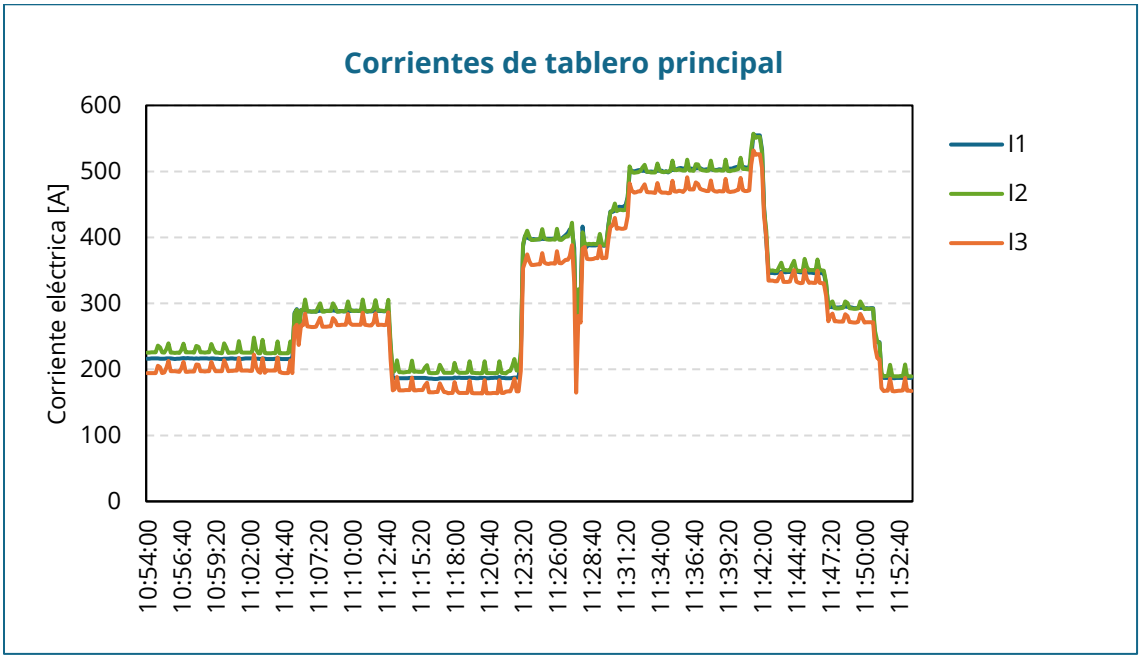
Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Tensiones de tablero principal



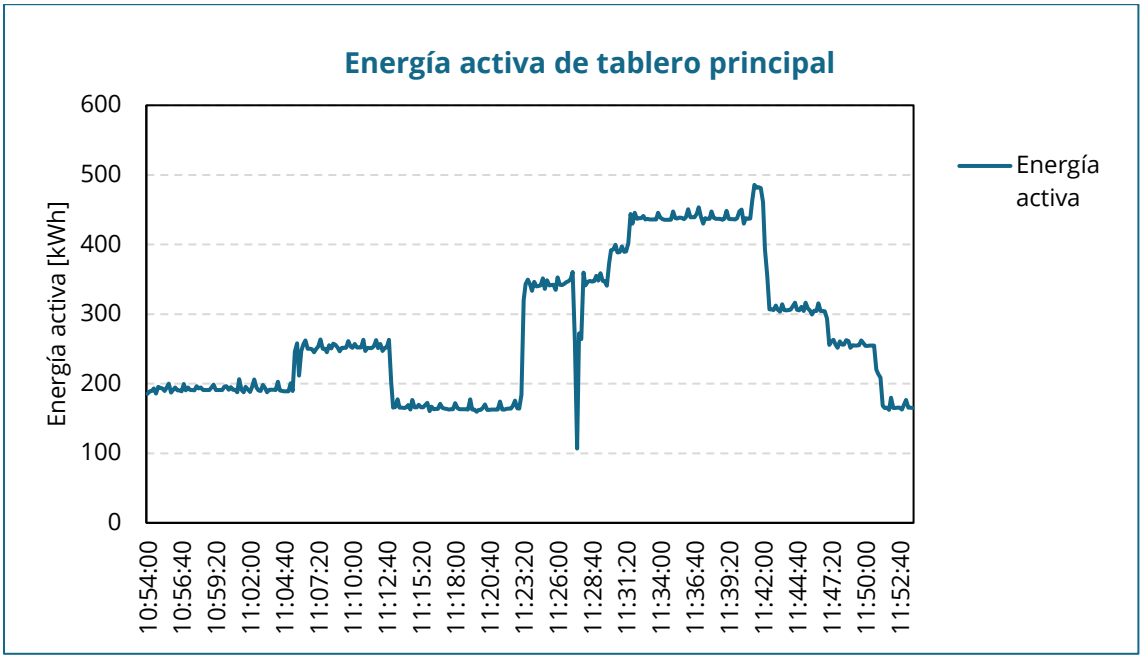
Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Corrientes de tablero principal



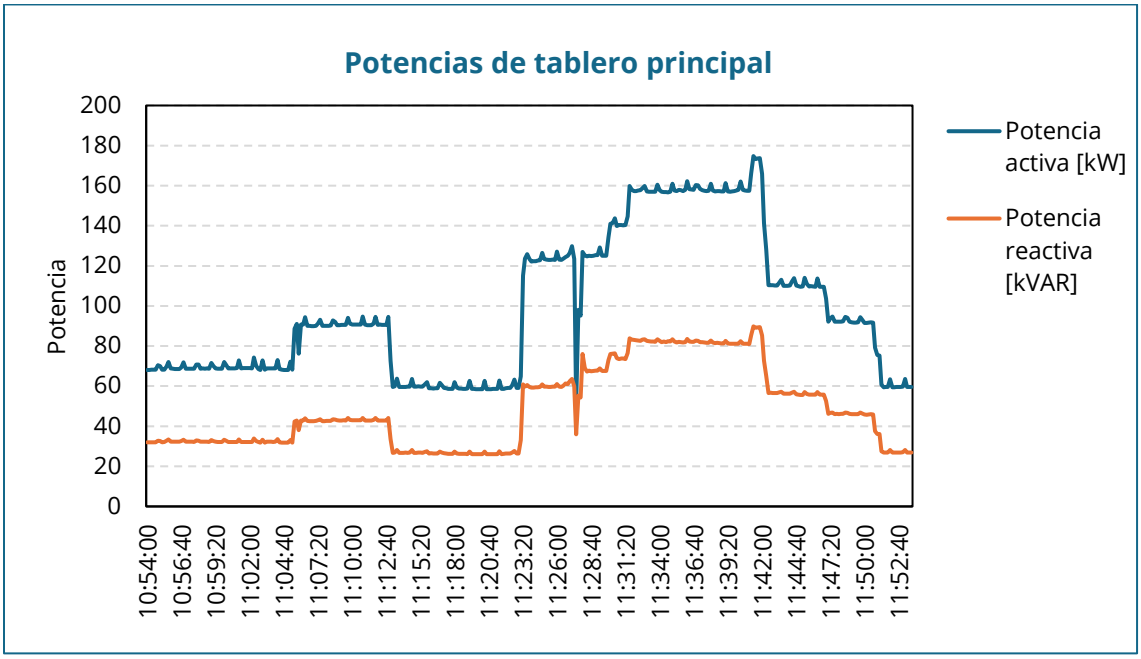
Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Energía activa de tablero principal



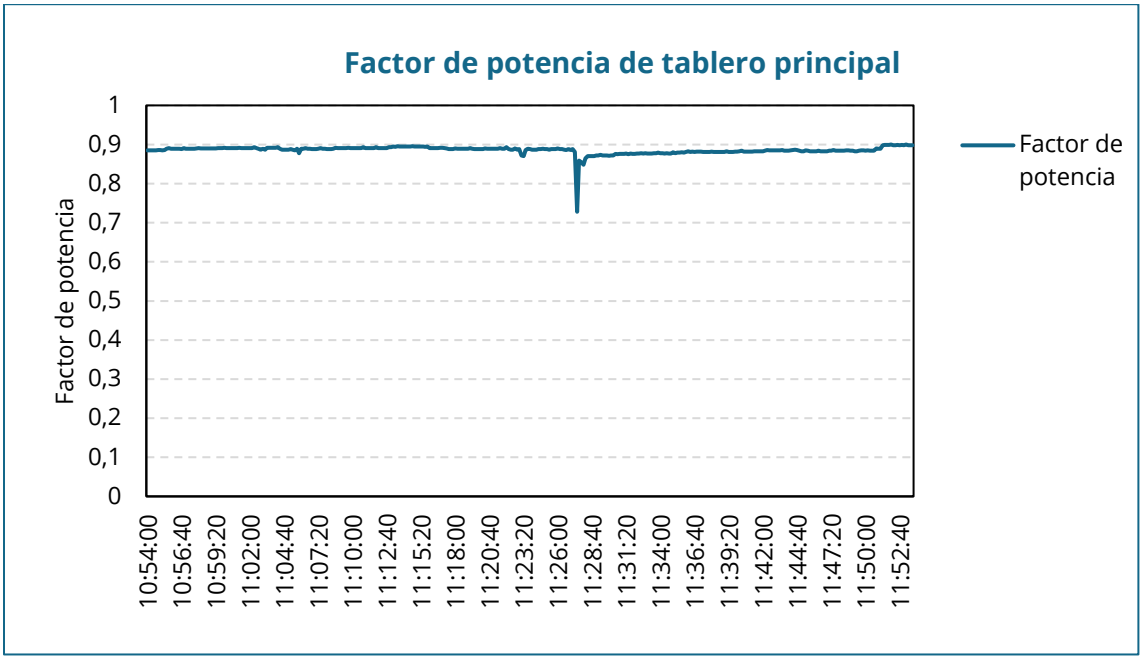
Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Potencias de tablero principal



Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Factor de potencia de tablero principal



Fuente: Elaboración propia

4.5 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa del Centro de Convenciones. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 12 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia

Variable	Promedio	Desviación estándar
U12	209,56	0,83%
U23	209,26	0,96%
U31	210,12	1,00%
Factor de potencia	0,886	1,22%

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 13.

Figura 23. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger

Fecha de inicio	19 de noviembre de 2025
Feche final	20 de noviembre de 2025
Días de medición	1,17
Frecuencia de muestreo [s]	60

Fuente: Elaboración propia

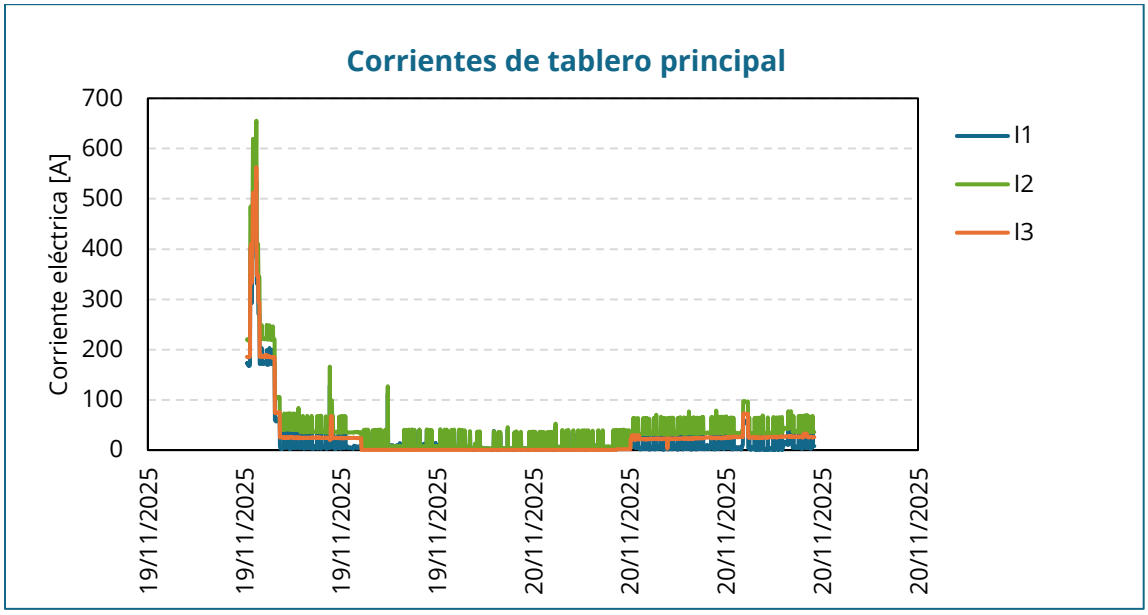
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 24 y la Figura 25. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 14.

Tabla 14. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura

Energía medida [kWh]	449
Energía interpolada [kWh]	11.519
Energía facturada [kWh]	26.400
Diferencia relativa [%]	56,4%

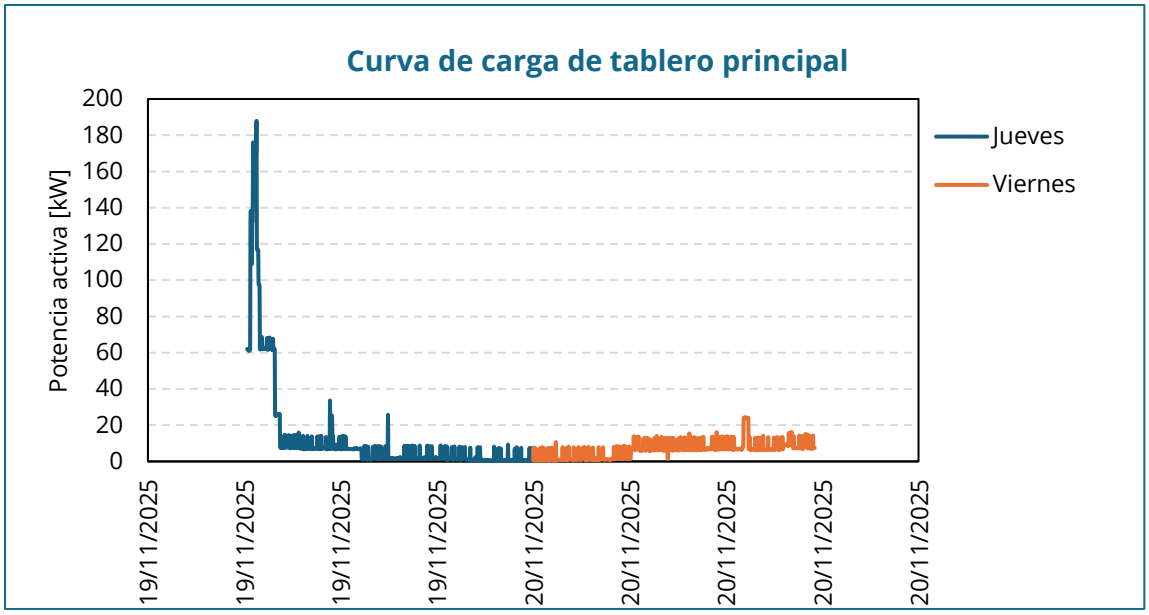
Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Corrientes de tablero principal



Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Curva de carga de tablero principal



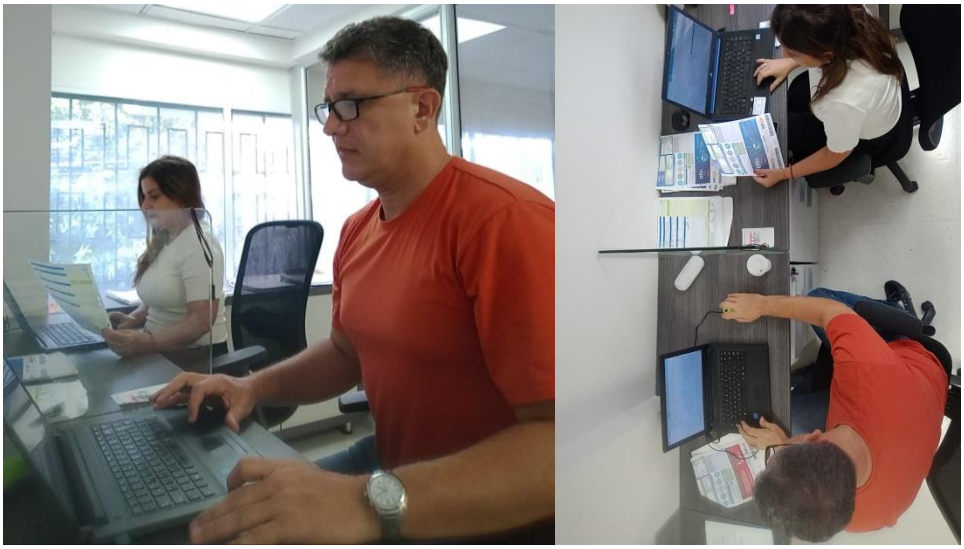
Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que la diferencia relativa entre la energía interpolada y la facturada en la Tabla 14 es significativa. Esta discrepancia se puede atribuir a que el Centro de Convenciones alberga diversos eventos que, de manera puntual, generan picos de consumo de energía, los cuales no son representativos en el período de medición.

5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grpo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 26).

Figura 26. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa (equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final

del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia.

-**Franja Horaria, solo para energía activa:** El usuario puede acogerse a una tarifa con franjas horarias (Ley 79, 1997), lo que genera dos lecturas en el medidor: "Activa Pico AT" para horas de alta demanda y "Activa Fuera de Pico A" para el resto. Aunque Afinia no divulga públicamente el horario específico de estas franjas, para efectos de este análisis se tomó la tarifa unitaria más alta ("Activa Pico AT"), mientras que el consumo total de energía activa se tomó directamente del valor reportado por el Operador de Red (OR) en la factura. En este caso particular, la cuenta NIC: 4576184 del Centro de Convenciones- km 3 Vía Cereté.

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público**: Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana**: Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total**: Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

Observación General:

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios. Además, para el análisis de la cuenta NIC: 4576184 del Centro de Convenciones- km 3 Vía Cereté se limita al consumo a partir de noviembre de 2022, ya que con anterioridad a esta fecha no se reporta consumo.

5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

Centro de Convenciones- km 3 Vía Cereté - NIC: 4576184 - Medidor: 36076225

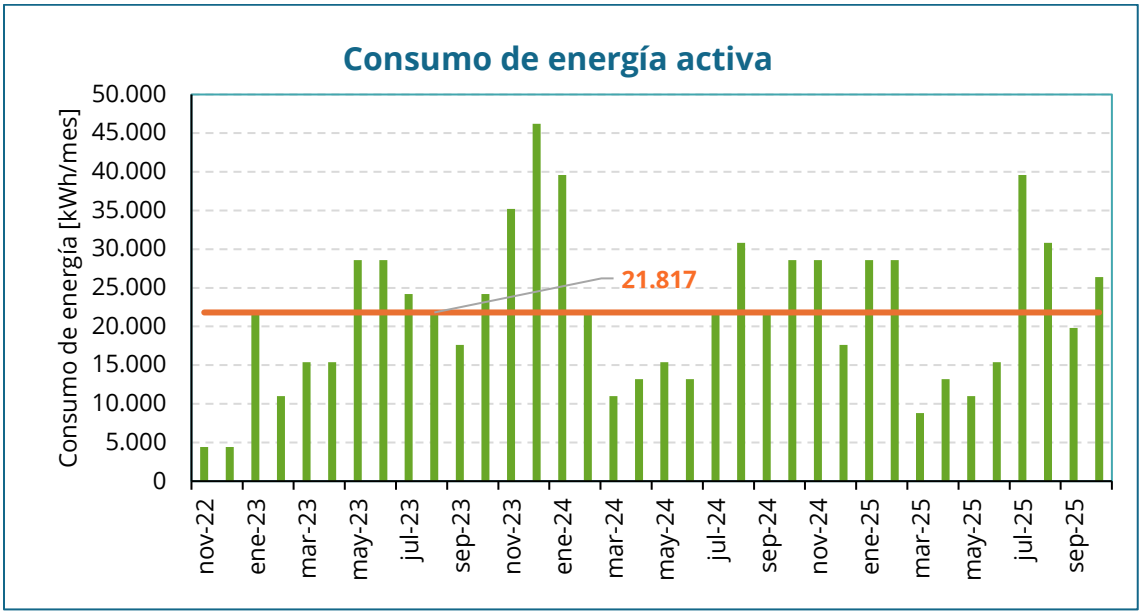
El histórico de energía activa se presenta en la Figura 27, con el cual se construyó la Tabla 15. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía activa

Mes	Consumo de energía activa [kWh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	22.000	39.600	28.600
Febrero	Sin información	11.000	22.000	28.600
Marzo	Sin información	15.400	11.000	8.800
Abril	Sin información	15.400	13.200	13.200
Mayo	28.433	28.600	15.400	11.000
Junio	0	28.600	13.200	15.400
Julio	0	24.200	22.000	39.600
Agosto	0	22.000	30.800	30.800
Septiembre	0	17.600	22.000	19.800
Octubre	0	24.200	28.600	26.400
Noviembre	4.400	35.200	28.600	
Diciembre	4.400	46.200	17.600	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 27. Consumo histórico de energía activa



Fuente: Elaboración propia

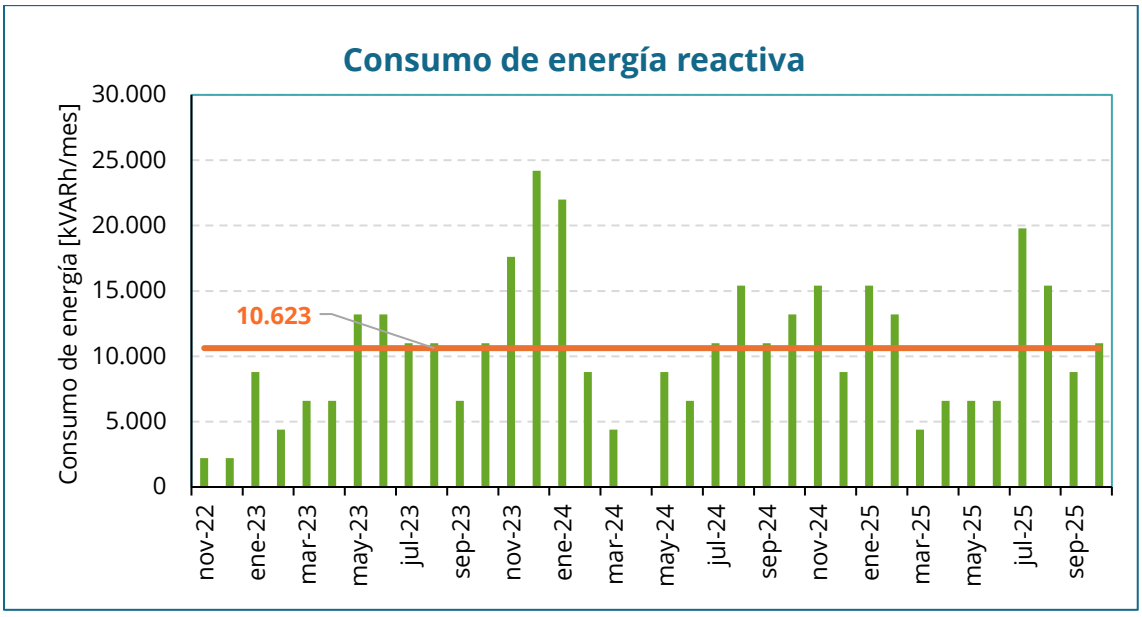
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 16, con el cual se construyó la Figura 28. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva

Mes	Consumo de energía reactiva [kVARh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	8.800	22.000	15.400
Febrero	Sin información	4.400	8.800	13.200
Marzo	Sin información	6.600	4.400	4.400
Abril	Sin información	6.600	Sin información	6.600
Mayo	147.711	13.200	8.800	6.600
Junio	0	13.200	6.600	6.600
Julio	0	11.000	11.000	19.800
Agosto	0	11.000	15.400	15.400
Septiembre	0	6.600	11.000	8.800
Octubre	0	11.000	13.200	11.000
Noviembre	2.200	17.600	15.400	
Diciembre	2.200	24.200	8.800	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 28. Consumo histórico de energía reactiva



Fuente: Elaboración propia

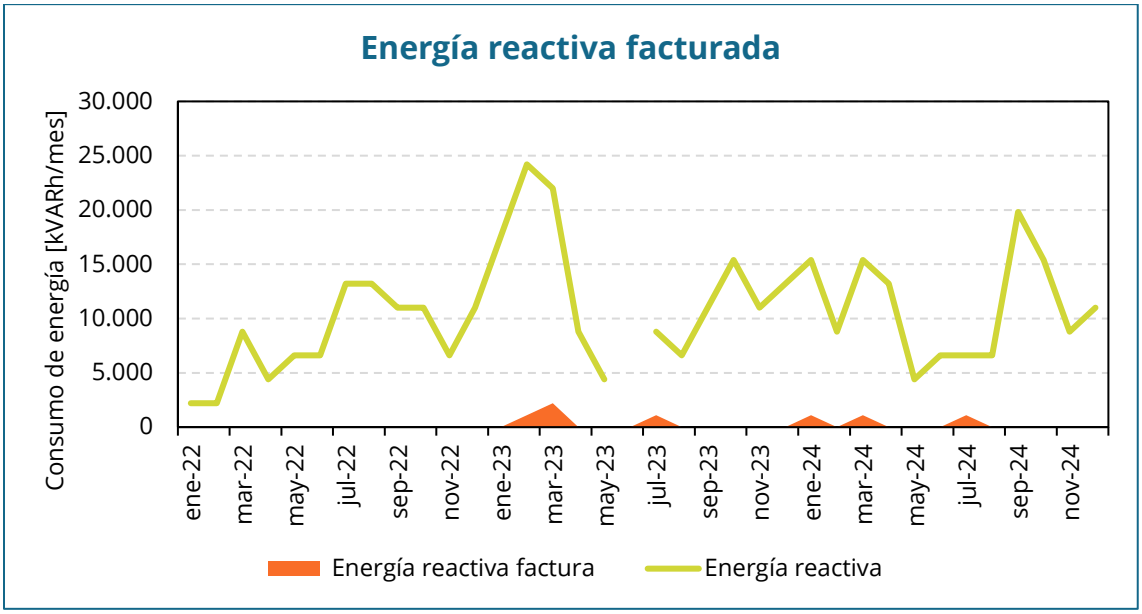
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 17, con el cual se construyó la Figura 29. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

Mes	Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	2.200	1.100
Febrero	Sin información	0	0	0
Marzo	Sin información	0	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	0
Mayo	133.495	0	1.100	1.100
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0
Noviembre	0	0	1.100	
Diciembre	0	1.100	0	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 29. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada



Fuente: Elaboración propia

5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 9,2% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla *15*), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

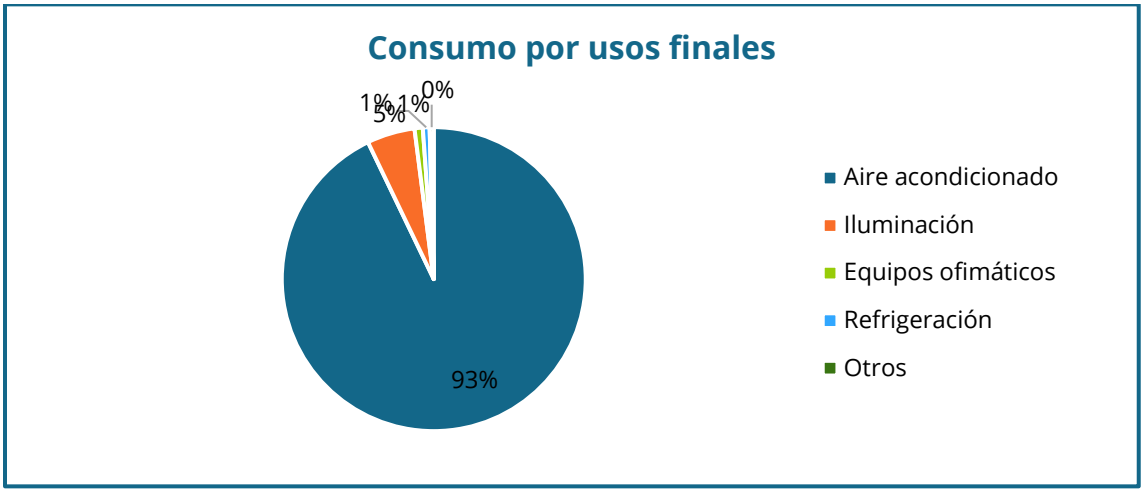
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 18, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 30 y el diagrama de Pareto en la Figura 31.

Tabla 18. Participación de consumo de energía por usos finales del Centro de Convenciones

Uso	Consumo [kWh/día]	Participación
Aire acondicionado	548	93%
Iluminación	30,082	5%
Equipos ofimáticos	5,16	1%
Refrigeración	4,24	1%
Otros	2,57	0,4%
Total	**590**	**100%**

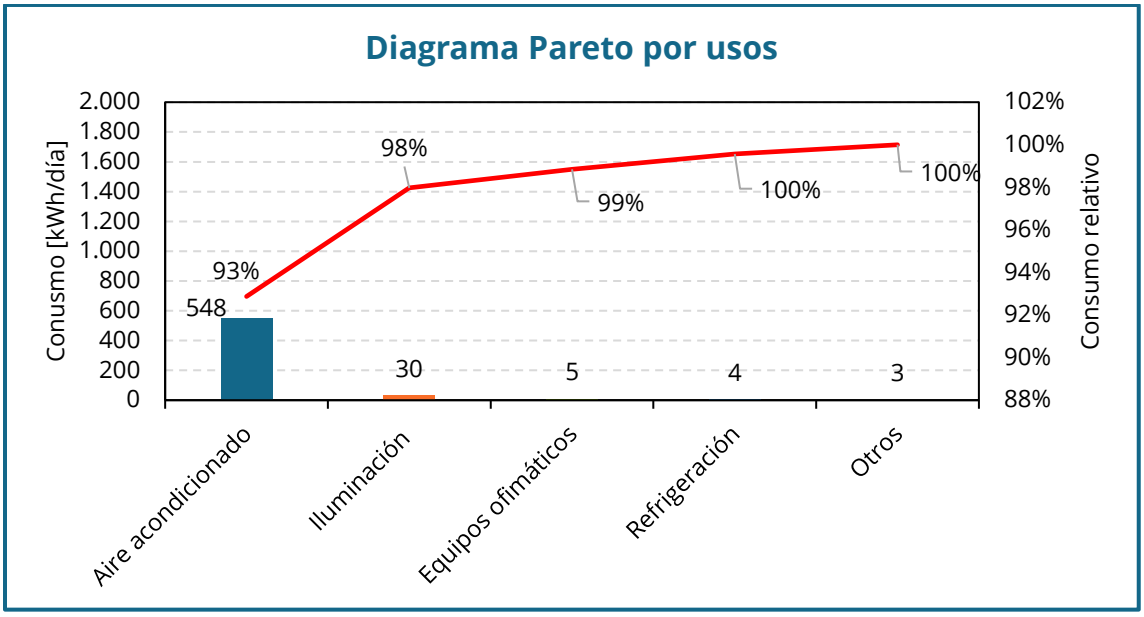
Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

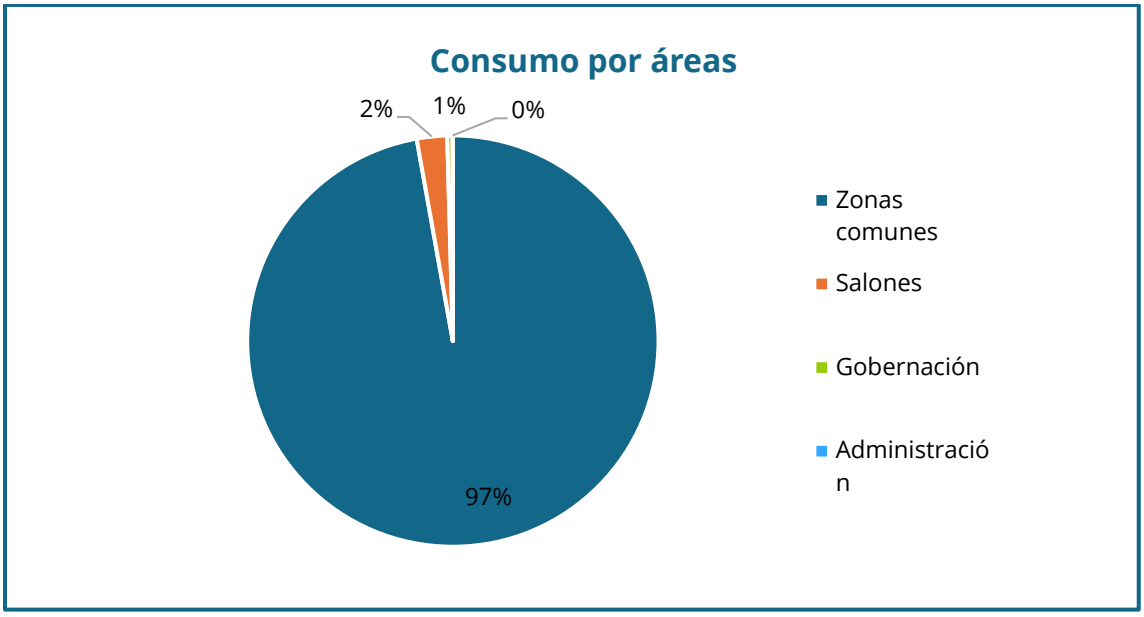
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla 19, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 32 y el diagrama de Pareto en la Figura 33.

Tabla 19. Participación de consumo de energía por áreas del Centro de Convenciones

Área	Consumo [kWh/día]	Participación
Zonas comunes	573,404	97,2%
Salones	14,06	2,4%
Gobernación	2,516	0,4%
Administración	0,072	0,01%
Total	**590**	**100%**

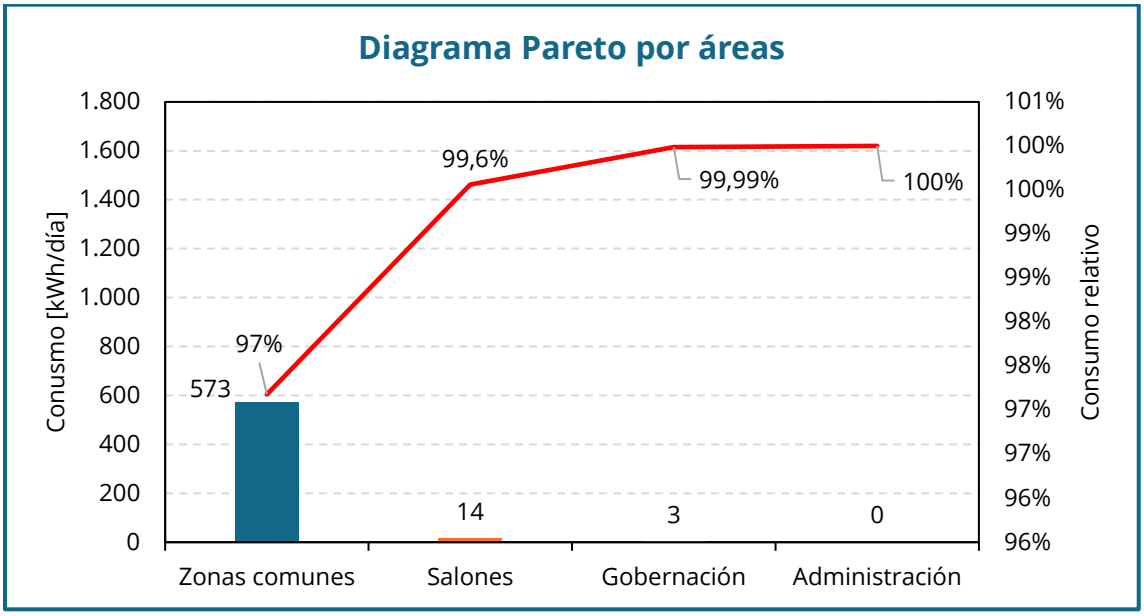
Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas del Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

Figura 33. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas del Centro de Convenciones



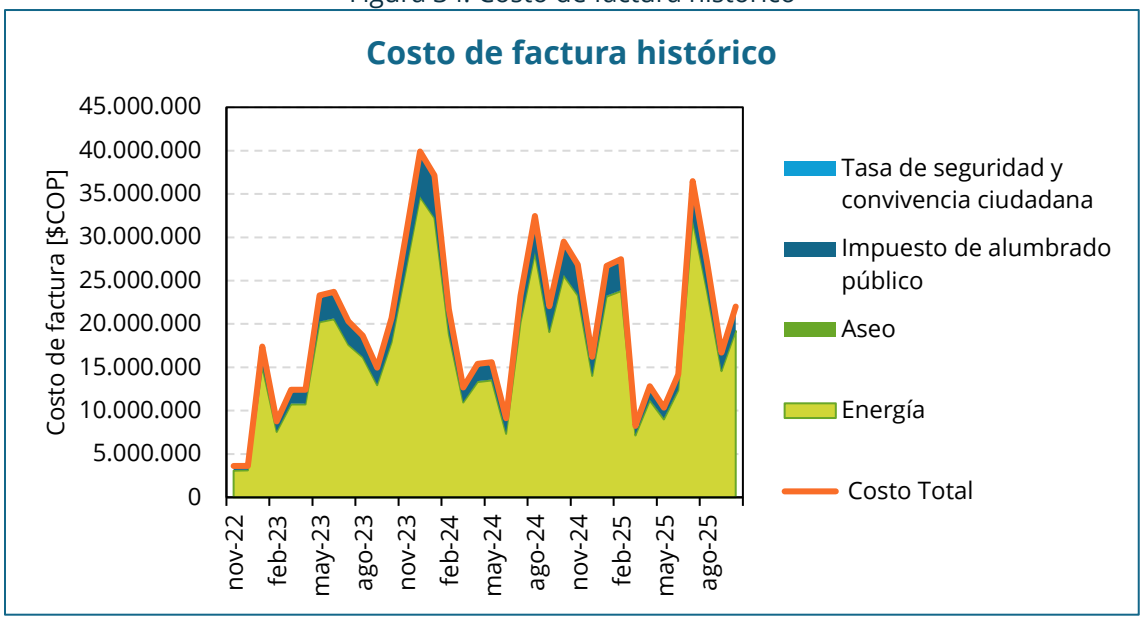
Fuente: Elaboración propia

5.3 Caracterización de costo de la energía

Centro de Convenciones- km 3 Vía Cereté - NIC: 4576184 - Medidor: 36076225

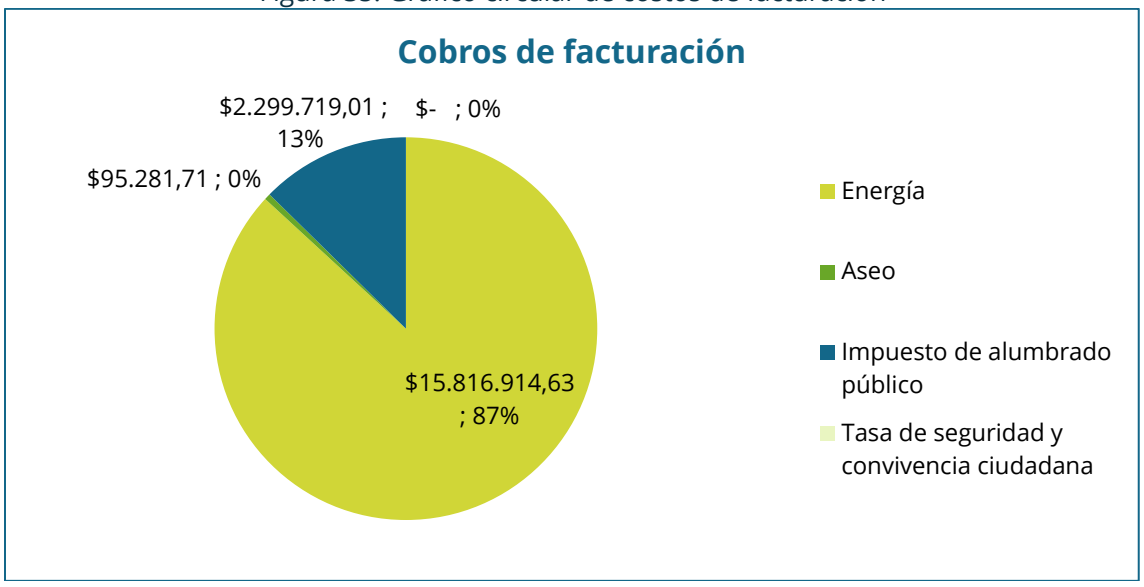
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 34 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 35.

Figura 34. Costo de factura histórico



Fuente: Elaboración propia

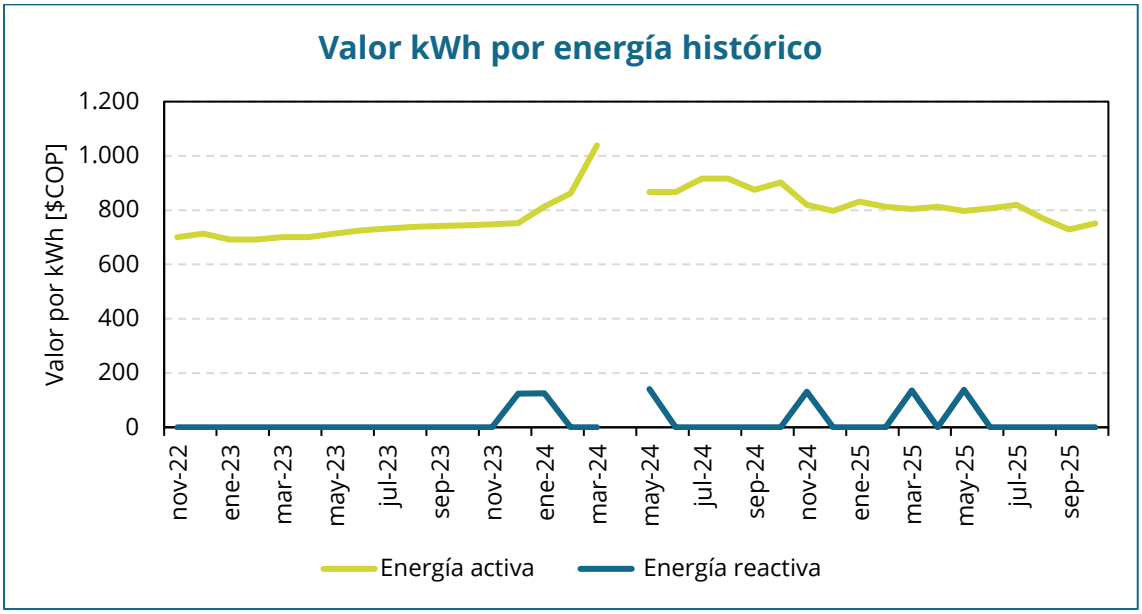
Figura 35. Gráfico circular de costos de facturación



Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 36 (ver registros en la Tabla 20 y la Tabla 21).

Figura 36. Costo unitario por kWh de energía



Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Costo unitario por kWh de energía activa

Mes	Valor promedio facturado por kWh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	692	814	831
Febrero	Sin información	692	862	812
Marzo	Sin información	701	1.039	805
Abril	Sin información	701	Sin información	812
Mayo	550	713	866	797
Junio	0	725	866	807
Julio	0	733	916	820
Agosto	0	738	916	770
Septiembre	0	741	875	728
Octubre	0	744	902	751
Noviembre	700	747	819	
Diciembre	713	753	797	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía reactiva

Mes	Valor promedio facturado por kVARh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	125	0
Febrero	Sin información	0	0	0
Marzo	Sin información	0	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	136
Mayo	110	0	141	0
Junio	0	0	0	138
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0
Noviembre	0	0	131	
Diciembre	0	124	0	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

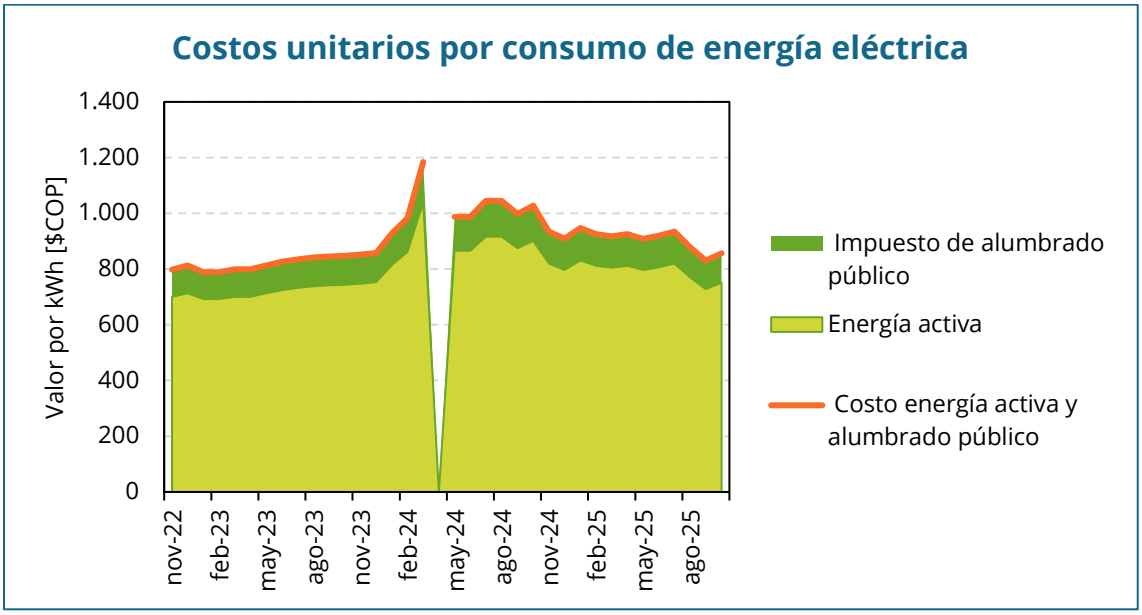
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 37 (ver registros en la Tabla 22). El promedio de este valor es de $902,17 COP.

Tabla 22. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	789	928	947
Febrero	Sin información	789	983	926
Marzo	Sin información	799	1.184	917
Abril	Sin información	799	Sin información	926
Mayo	627	813	988	909
Junio	0	826	988	919
Julio	0	835	1.044	934
Agosto	0	842	1.044	878
Septiembre	0	845	998	830
Octubre	0	848	1.028	856
Noviembre	798	852	934	
Diciembre	813	858	909	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 37. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 38. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 23, la Tabla 24 y la Tabla 25, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 23. Costo facturado por energía activa

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	15.073.696	31.914.564	23.156.221
Febrero	Sin información	7.536.848	18.789.144	23.725.900
Marzo	Sin información	10.789.240	10.918.204	7.134.424
Abril	Sin información	10.789.240	Sin información	10.699.700
Mayo	15.630.473	20.184.186	13.246.816	8.761.126
Junio	0	20.538.760	11.356.642	12.348.622
Julio	0	17.550.918	20.131.188	31.904.730
Agosto	0	16.083.760	28.142.972	23.718.772
Septiembre	0	12.931.028	19.036.776	14.126.948
Octubre	0	17.818.702	25.553.550	19.214.228
Noviembre	3.081.848	26.308.832	23.097.778	
Diciembre	3.138.388	34.450.592	13.971.826	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 24. Costo facturado por energía reactiva

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	275.286	0
Febrero	Sin información	0	0	Sin información
Marzo	Sin información	0	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	0
Mayo	14.727.168	0	154.814	0
Junio	0	0	0	151.536
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0
Noviembre	0	0	144.023	
Diciembre	0	136.785	0	

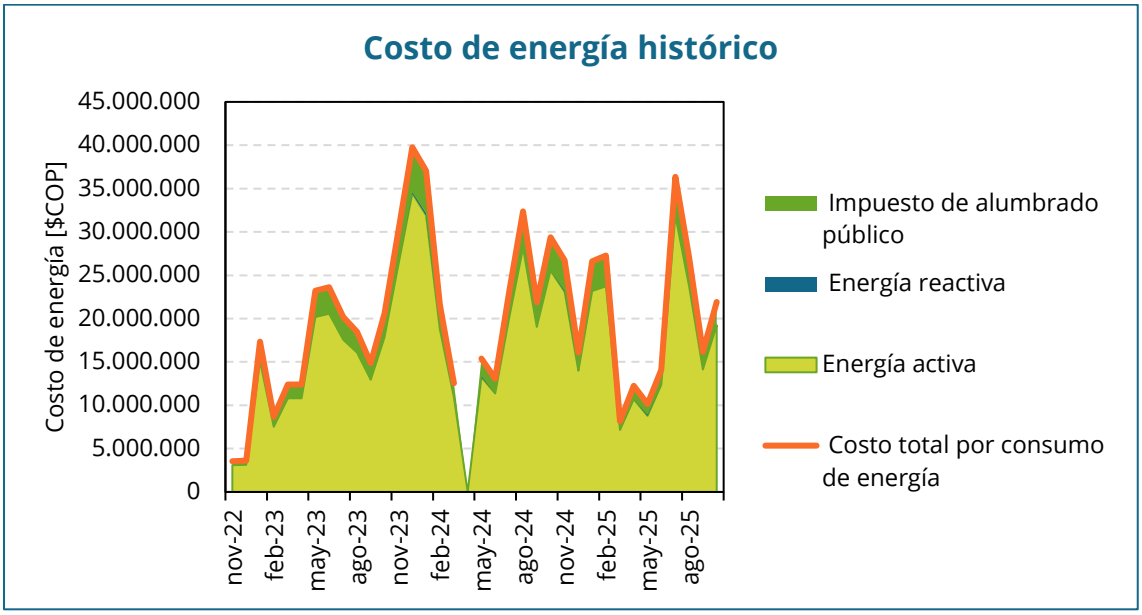
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 25. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	17.335.206	37.046.430	26.607.271
Febrero	Sin información	8.667.378	21.607.533	27.287.570
Marzo	Sin información	12.393.620	12.555.934	8.133.244
Abril	Sin información	12.393.620	Sin información	12.259.020
Mayo	32.679.661	23.212.416	15.400.550	10.150.422
Junio	0	23.619.570	13.060.142	14.077.622
Julio	0	20.183.568	23.151.028	36.371.400
Agosto	0	18.496.320	32.364.412	27.034.532
Septiembre	0	14.870.678	21.892.296	16.157.338
Octubre	0	20.540.242	29.386.880	21.905.208
Noviembre	3.544.128	30.216.292	26.707.121	
Diciembre	3.603.538	39.757.757	16.068.476	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 38. Costo total de energía activa



Fuente: Elaboración propia

6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \quad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \quad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \quad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *15*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 26).

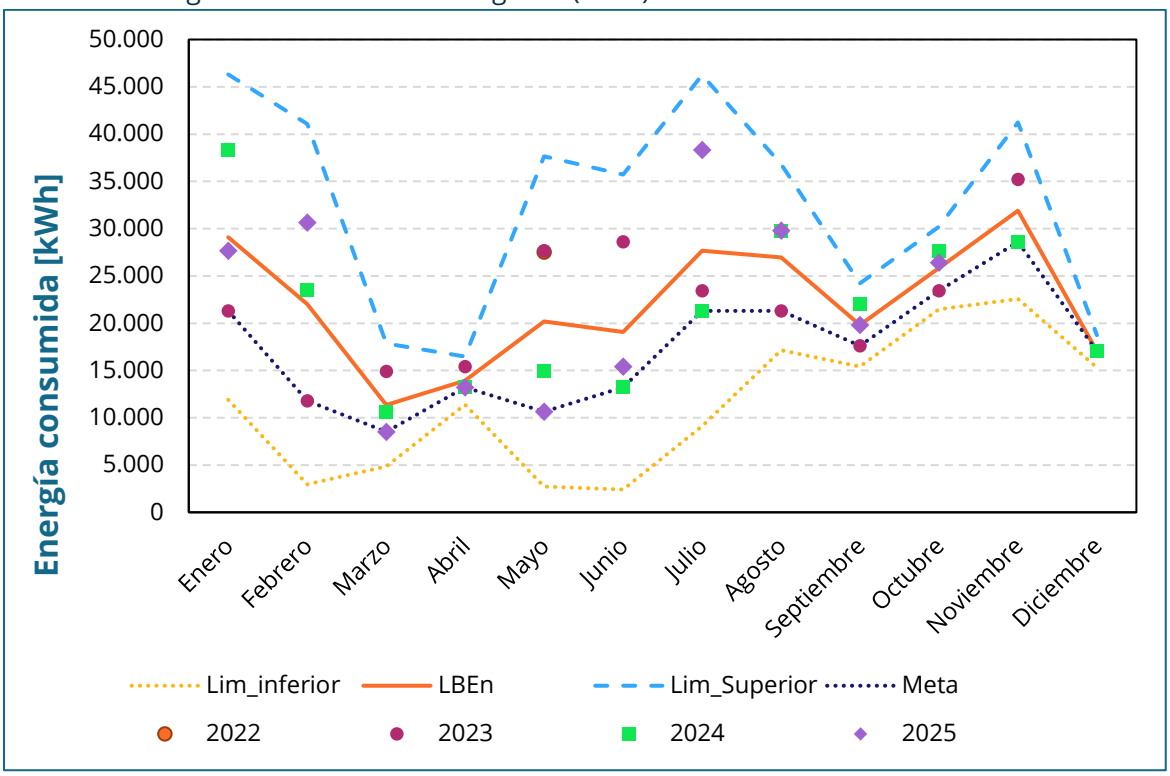
Tabla 26. Registros para construcción de LBEn del Centro de Convenciones

Mes	Energía eléctrica [kWh]			
	Lim_inferior	LBEn	Lim_Superior	Meta
Enero	11.888	29.097	46.306	21.290
Febrero	2.947	22.000	41.053	11.786
Marzo	4.851	11.355	17.859	8.516
Abril	11.393	13.933	16.474	13.200
Mayo	2.720	20.185	37.651	10.645
Junio	2.409	19.067	35.725	13.200
Julio	9.117	27.677	46.238	21.290
Agosto	17.134	26.968	36.801	21.290
Septiembre	15.400	19.800	24.200	17.600
Octubre	21.462	25.832	30.202	23.419
Noviembre	22.566	31.900	41.234	28.600
Diciembre	15.329	17.032	18.735	17.032
Total		**264.847**		**207.870**

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 39, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 39. Línea Base Energética (LBEn) del Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 27 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 27. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

Atributo	Descripción			Observaciones
Uso/destino del edificio	Actividades y eventos políticas, económicas y sociales			
Área útil reportada [m^2]	3.698			
Fuentes de energía utilizadas	Energía eléctrica			
Modelo LBEn utilizado	**Valor absoluto de energía**			
Período base	Mayo 2022 - octubre 2025			Datos mensuales
Cantidad datos iniciales	42			
Cantidad datos finales	34			
LBEn	Enero		29.097	Valor promedio mes [kWh]
	Febrero		22.000	Valor promedio mes [kWh]
	Marzo		11.355	Valor promedio mes [kWh]
	Abril		13.933	Valor promedio mes [kWh]
	Mayo		20.185	Valor promedio mes [kWh]
	Junio		19.067	Valor promedio mes [kWh]
	Julio		27.677	Valor promedio mes [kWh]
	Agosto		26.968	Valor promedio mes [kWh]
	Septiembre		19.800	Valor promedio mes [kWh]
	Octubre		25.832	Valor promedio mes [kWh]
	Noviembre		31.900	Valor promedio mes [kWh]
	Diciembre		17.032	Valor promedio mes [kWh]
Ahorro estimado	Enero	7.806	26,8%	En kWh y %
	Febrero	10.214	46,4%	En kWh y %
	Marzo	2.839	25,0%	En kWh y %
	Abril	733	5,3%	En kWh y %
	Mayo	9.540	47,3%	En kWh y %
	Junio	5.867	30,8%	En kWh y %
	Julio	6.387	23,1%	En kWh y %
	Agosto	5.677	21,1%	En kWh y %
	Septiembre	2.200	11,1%	En kWh y %
	Octubre	2.413	9,3%	En kWh y %
	Noviembre	3.300	10,3%	En kWh y %
	Diciembre	0	0,0%	En kWh y %

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

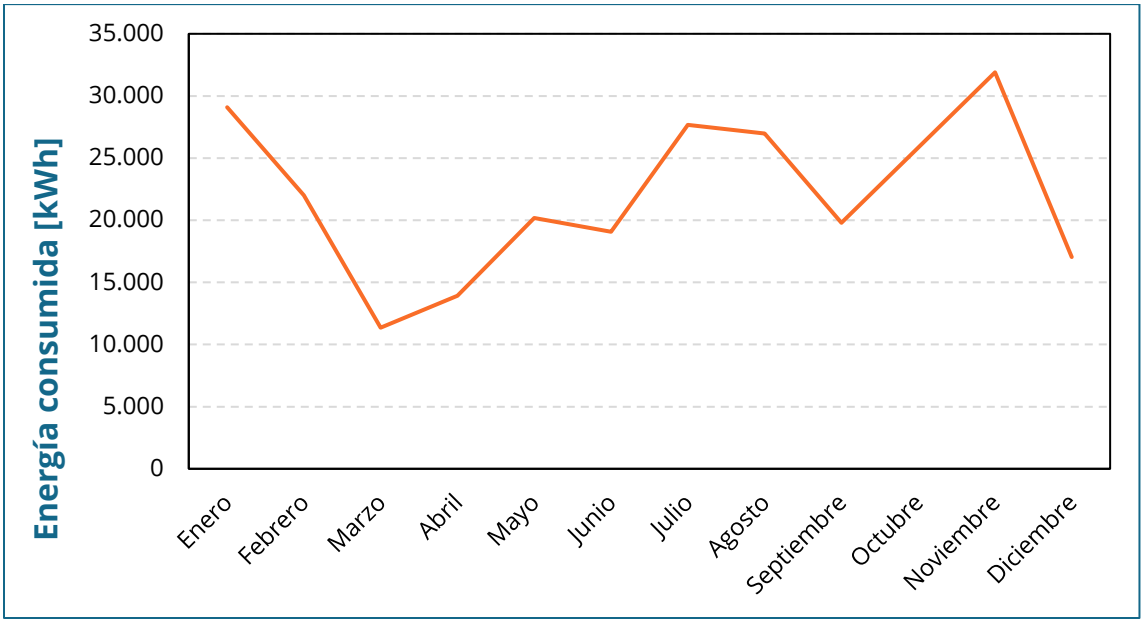
7. INDICADORES

Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado del Centro de Convenciones con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 40, cuyos valores se disponen en la Tabla 27.

Figura 40. Consumo de energía eléctrica mensual del Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por el Centro de Convenciones en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 264.847 kWh/año para el Centro de Convenciones.

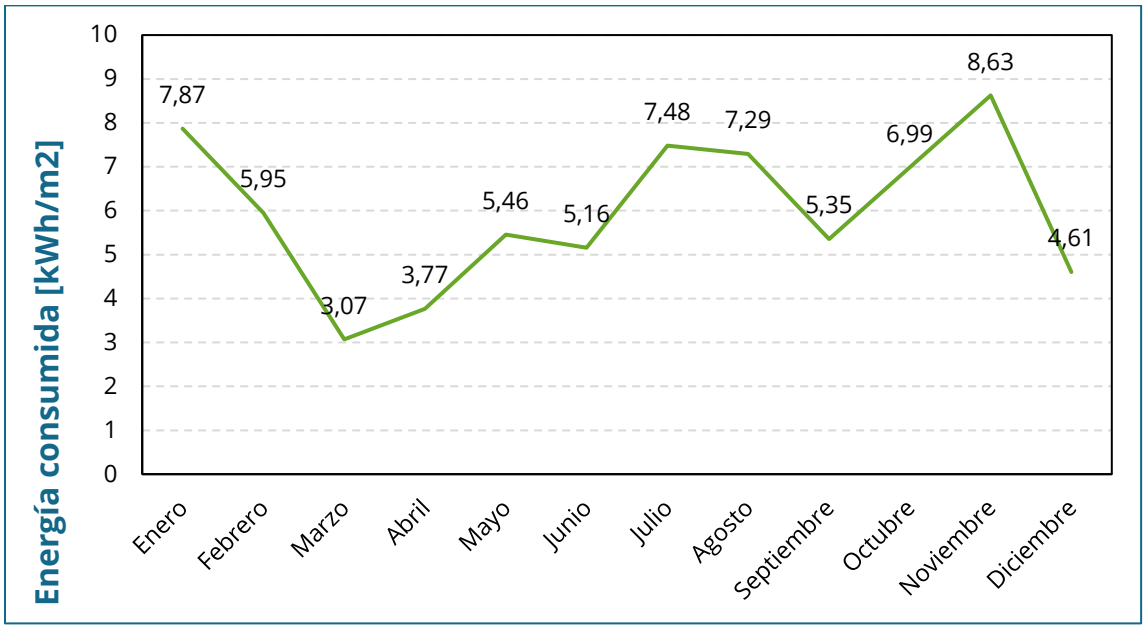
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 41.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2) = \frac{CEEM_n \text{ (kWh/mes)}}{\text{Área útil (m}^2)} \quad (7)$$

Figura 41. Consumo de energía eléctrica mensual del Centro de Convenciones



Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica del Centro de Convenciones con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 71,62 kWh/año/m² para el Centro de Convenciones.

$$\text{CEEAS}\ (\text{kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \tag{8}$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico del Centro de Convenciones en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \tag{9}$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \tag{10}$$

8. OPORTUNIDADES DE MEJORA

Las medidas de eficiencia energética comprenden todas aquellas orientadas a mejorar el desempeño energético de una actividad o proceso dentro de una organización, al reducir el consumo de energía, optimizar su uso y minimizar el impacto ambiental. Según la *Guía de Planes de Gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas* (UPME, 2020), estas medidas se clasifican en buenas prácticas, medidas pasivas y activas[1].

[1] En la Resolución 16 de 2024 de la UPME, estas medidas se denominan Buenas Prácticas Operativas (buenas prácticas), y reconversión tecnológica (medidas activas).

8.1 Buenas prácticas operativas (BPO)

Las Buenas Prácticas Operativas (BPO) consisten en adoptar hábitos que permitan un uso eficiente de los equipos energéticos, con bajo costo de implementación y sin requerir modificaciones tecnológicas o arquitectónicas. Estas acciones buscan reducir el consumo de energía y mejorar el entorno laboral mediante la concientización y el cambio de comportamiento de los usuarios.

Las BPO se enfocan en los USE de la Tabla 18. Las recomendaciones presentadas surgen de una combinación entre la experiencia de las empresas auditoras y las sugerencias contenidas en la *Guía de Planes de Gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas* (UPME, 2020).

Las buenas prácticas propuestas para aire acondicionado son:

- **Definir horarios de operación del aire acondicionado:** Establecer horas específicas de encendido y apagado, garantizando el confort térmico durante la jornada laboral.
- **Gestionar la apertura de ventanas según las condiciones climáticas:** Evitar pérdidas energéticas por intercambio de aire innecesario.
- **Encender los equipos solo cuando se requieran:** Promover el uso racional del aire acondicionado y demás dispositivos asociados a la operación.
- **Fomentar la conciencia energética:** Sensibilizar a todos los usuarios sobre la importancia de apagar los equipos cuando no se estén utilizando.
- **Regular adecuadamente la temperatura:** Ajustar los sistemas de aire acondicionado dentro del rango de confort (23 °C a 27 °C), preferiblemente a 24 °C, contribuye al bienestar, evita el sobreenfriamiento y reduce el consumo innecesario. Temperaturas inadecuadas pueden afectar el rendimiento físico e intelectual al generar incomodidad térmica.

En este contexto, las BPO pueden contribuir significativamente a reducir el consumo energético hasta niveles mínimos históricos, los cuales representan los potenciales de ahorro estimados en la Tabla 27 de la Sección 6.3. En promedio, este potencial equivale al 21% del consumo energético total de la entidad.

Sin embargo, dado que podrían implementarse otras BPO adicionales que permitan alcanzar un desempeño aún más eficiente, y considerando que las acciones analizadas se enfocan en los Usos Significativos de la Energía (USE), se asume un ahorro potencial del 17% en el consumo total de energía de un año.

8.2 Medidas activas

Las medidas activas implican la modernización o sustitución de equipos, priorizando aquellos con mayor eficiencia energética. Dado los hallazgos durante la auditoría y los USE encontrados de la Sección 5.2 se plantean las siguientes medidas:

Actualización de instalaciones eléctricas

Durante el proceso de auditoría se realizó un recorrido por las instalaciones del Centro de Convenciones, donde se identificaron múltiples deficiencias que evidencian el incumplimiento de diversos requisitos del RETIE. Si bien este informe presenta los hallazgos más relevantes documentados con su respectiva normativa en la Sección 3.2, es importante resaltar que podrían existir otras no conformidades no visibles durante la inspección, como el uso inadecuado de colores en los conductores eléctricos internos de las tuberías, entre otras.

Ante este panorama, se recomienda la intervención y actualización de las instalaciones eléctricas. Esta labor debe ser ejecutada por técnicos con matrícula profesional vigente ante CONTE (Consejo Nacional de Técnicos Electricistas), y posteriormente verificada por un ingeniero electricista, quien deberá certificar el cumplimiento normativo y el correcto funcionamiento de la instalación.

Instalación de variador de frecuencia

Los variadores de frecuencia para aires acondicionados centralizados permiten ajustar el funcionamiento del sistema a la carga térmica real, evitando el desperdicio de la capacidad del equipo. Esto contribuye a reducir tanto el consumo energético como los costos operativos. Esta reducción se encuentra entre el 10% y el 25%, por lo que se toma un valor intermedio de 18% (EngineeringTomorrow, 2025).

Tabla 28. Variador de frecuencia para implementación de medida

Equipo	Área o proceso	Cantidad	Potencia [W]	Tiempo de operación [horas/día]
Aire tipo paquete 360.000 BTU/h	General	6	40.000	2
Aire tipo paquete 90.000 BTU/h	General	4	8.500	2

Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Ahorros energéticos por instalación de variador de frecuencia

Potencia actual [W]	Factor de ahorro	Consumo actual [kWh/año]	Consumo nuevo [kWh/año]	Ahorro [kWh/año]
40.000	18%	172.800	141.696	31.104
8.500	18%	24.480	20.074	4.406
Ahorro energético total				35.510

Fuente: Elaboración propia

Los aires acondicionados para las cuales se propone este sistema se muestran en la Tabla 28, cuyos ahorros se presentan en la Tabla *28* y la Tabla 29. El ahorro total es de 35.510 kWh/año, correspondiente a una reducción del 18% en el consumo de los equipo, un 18% en aire acondicionado y un 17% en el consumo total del Centro de Convenciones

9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE MEDIDAS

Los beneficios de las medidas descritas en la Sección 8.2 se analizan mediante una evaluación económica orientada a determinar su viabilidad financiera, considerando la posibilidad de recuperar la inversión realizada. Esta sección presenta costos aproximados de inversión inicial (CAPEX) y costos operativos o de mantenimiento (OPEX). Sin embargo, dichos valores no deben considerarse definitivos, ya que pueden variar según el momento de ejecución, los productos adquiridos y la empresa contratada para instalación, mantenimiento u otros servicios.

El propósito de esta evaluación es ofrecer una estimación preliminar de la inversión requerida y viabilidad financiera estimada, pero no constituye una cotización formal. Para obtener valores exactos, se requeriría una evaluación de factibilidad técnica y económica.

Es importante aclarar que no todas las medidas incluidas han sido evaluadas económicamente en esta sección. Algunas no generan beneficios económicos directos, sino impactos positivos en términos de confort o reducción del riesgo eléctrico. Estas medidas son:

- **Actualización de instalaciones eléctricas:** Desarrollada en la Sección 8.2, esta medida no representa un beneficio económico directo, pero es fundamental para prevenir riesgos eléctricos. Dada su implicación en la seguridad del personal, esta medida debe ser priorizada. Asimismo, se presentan inconformidades de iluminancia que requieren atención (ver Sección 4.3).
- **Buenas Prácticas Operativas (BPO):** Tal como se expone en la Sección 8.1, se considera que esta medida debe ser implementada de forma obligatoria por la institución como parte de una campaña de concientización. Su impacto está asociado al cambio de comportamiento y uso eficiente de los recursos, aunque se pueden dar reducciones en los consumos de energía, estos dependerán de los cambios que se logren en los hábitos de uso de la energía.

Por otro lado, para las medidas que sí fueron evaluadas económicamente, se utilizaron criterios financieros estándar. En particular, se empleó una tasa de descuento del 10%, valor comúnmente utilizado en la formulación de proyectos para analizar su viabilidad desde el punto de vista financiero. Asimismo, el costo unitario por kWh se estableció en $902 COP/kWh, correspondiente al promedio de las facturas proporcionadas por la entidad (ver Tabla 22).

Instalación de variador de frecuencia

Para esta medida se toma una vida útil de 15 años (Midea, 2025). La inversión inicial y el mantenimiento requerido para esta medida se detallan en Tabla 30 y Tabla 31. Donde el costos del sistema de un variador para dos aires se consultó en (Mercado Libre, 2025), mientras los costos de instalación y mantenimiento se tomaron de los costos de instalación de sistemas eléctricos en Colombia (Generador de Precios. Colombia-a, 2025).

Tabla 30. Inversión inicial de Instalación de la instalación de variador de frecuencia

Producto	Cantidad	Costo unitario [COP]	Costo total [COP]
Sistema de variador de frecuencia	5	$ 31.454.000	$ 157.270.000
Instalación	35	$ 110.582	$ 3.870.384
Total			$ 161.140.384

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Mantenimiento preventivo de Instalación de la instalación de variador de frecuencia

Producto	Cantidad	Costo unitario [COP]	Costo total [COP]
Mantenimiento preventivo	5	$ 136.958,47	$ 684.792
Total			$ 684.792

Fuente: Elaboración propia

En este contexto, los datos iniciales y resultados para realizar la evaluación se presentan en la Tabla 32 y en la Figura 42 se muestra el flujo de caja descontado asociado a esta medida. Con base en este análisis financiero, se concluye que la medida es económicamente viable.

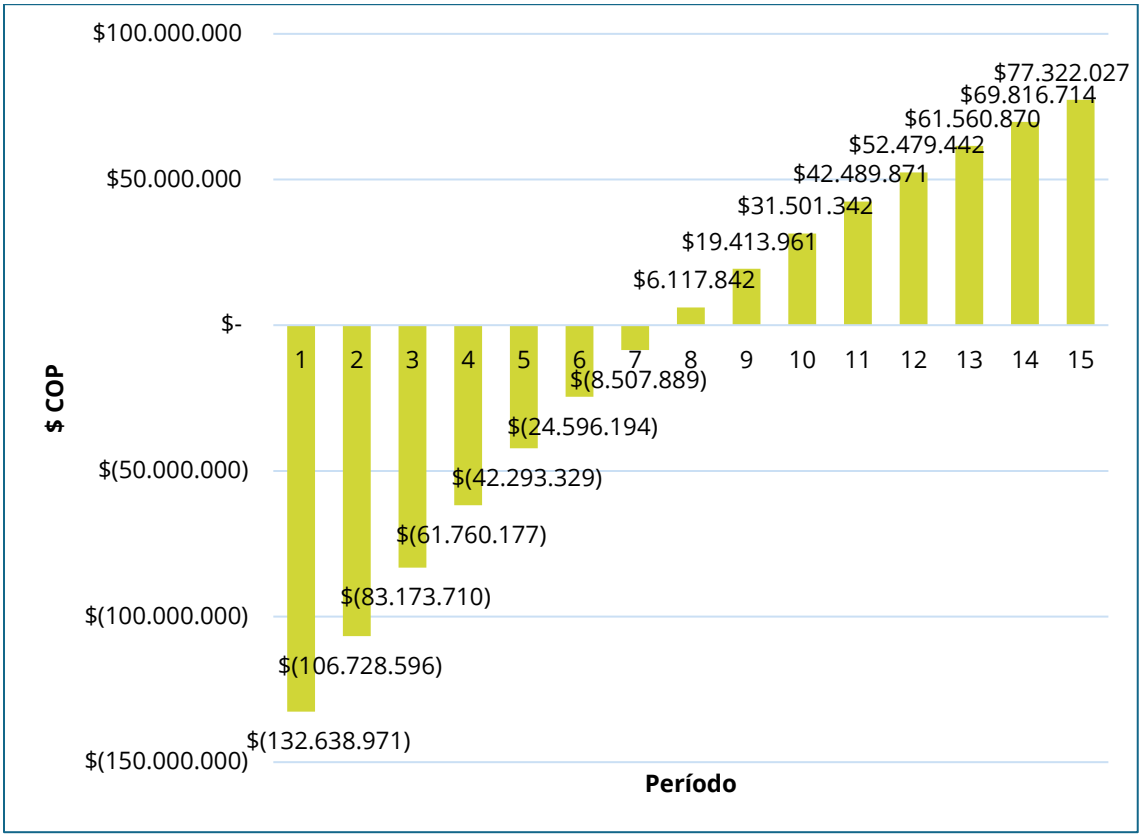
Tabla 32. Información de evaluación económica para la instalación de variador de frecuencia

Inversión inicial [$COP]	$ 161.140.384	**Tasa EA [%]**	10,0%
Mantenimiento [$COP/año]	$ 684.792	**VPN [$COP]**	$ 77.322.027
Número de períodos [años]	15	**TIR [%]**	17,8%
Gasto energía anual [$COP/año]	$ 32.036.346	**PRI [años]**	7,3
Ahorro energético [kWh/año]	35.510	**Beneficio [$COP]**	$ 243.670.996
Ahorro económico total [$COP]	$ 480.545.192	**Costo [$COP]**	$ 166.348.969
Valor tarifa [COP/kWh]	$ 902	**Beneficio/Costo**	1,5
Factor de emisiones [tCO_2/kW]	0,000112[2]	**Emisiones evitadas [tCO_2/año]**	4,3

Fuente: Elaboración propia

[2] Resolución 762 de 2023 de la UPME.

Figura 42. Flujo de caja descontado de la instalación de variador de frecuencia



Fuente: Elaboración propia

10. CRONOGRAMA TENTATIVO DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS

En esta sección se presentan las medidas que resultaron viables desde el punto de vista financiero, así como aquellas cuya implementación se recomienda pese a no generar beneficios económicos directos, debido a su impacto en aspectos como la seguridad, el confort o la sostenibilidad, según el análisis desarrollado en la Sección 9. Estas medidas se resumen en la Tabla 33, donde las medidas en verde son catalogadas como de costo cero, las naranja como inversiones intermedias y las rojas como inversiones mayores. Asimismo, las medidas sin color pueden variar en precio según las necesidades y alcance del Centro de Convenciones.

Tabla 33. Medidas propuestas para ser implementadas

Medida	Inversión inicial	Ahorros de energía		Tiempo de contratación + implementación
	[$COP]	Entidad	USE	[meses]
Actualización de instalaciones eléctricas	Variable	---	---	4
Buenas Prácticas Operativas (BPO)	---	17%	---	6
Instalación de variador de frecuencia	$ 161.140.384	17%	Aire acondicionado 18%	6

Fuente: Elaboración propia

Con base en lo anterior, se propone una hoja de ruta de implementación presentada en la Tabla 34. Se espera que todas las medidas sean ejecutadas en un plazo de un año, conforme a lo exigido por la normativa. Cabe mencionar que, no se consideró la implementación de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), ya que la edificación no se encuentra en propiedad.

Tabla 34. Hoja de ruta de medidas a implementar

Medida	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Actualización de instalaciones eléctricas												
Buenas Prácticas Operativas (BPO)												
Instalación de variador de frecuencia												

Fuente: Elaboración propia

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se identificaron incumplimientos al RETIE, como tuberías plásticas sin empotrar, lo que representa un riesgo de deterioro del aislamiento y propagación de incendio. Se recomienda priorizar la intervención y actualización integral de las instalaciones.
- Se estableció una Línea Base Energética (LBEn) anual de 264.847 kWh, con un potencial de ahorro del 21% mediante la gestión operativa. Se recomienda implementar de inmediato un programa formal de Buenas Prácticas Operativas (BPO), enfocado en aire acondicionado.
- Se propone la medida de instalación de variadores de frecuencia en los equipos de aire acondicionado, con ahorros estimados del 17% en el consumo total del centro y demostrada viabilidad financiera.

- La iluminancia medida en la oficina de gobernación perimetral (250 lux) no cumple con el estándar mínimo del RETILAP (500 lux). Se recomienda revisar y rediseñar el sistema de iluminación en dicha área, asegurando niveles adecuados para las tareas realizadas.

Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

EngineeringTomorrow. (2025). *Variadores de frecuencia para compresores*. Obtenido de https://www.danfoss.com/es-mx/markets/refrigeration-and-air-conditioning/dds/drives-for-compressors/#tab-overview

Generador de Precios. Colombia-a. (2025). *Instalaciones eléctricas: Sistemas de alimentación*. Obtenido de https://colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/Instalaciones/Electricas/Sistemas_de_alimentacion/IEA010_Sistema_de_alimentacion_ininterrump.html

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

Ley 79. (1997). Obtenido de https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_creg_0079_1997.htm

Mercado Libre. (2025). *Variador De Frecuencia 75hp 440vac Trifásico - Avanzado 440*. Obtenido de https://www.mercadolibre.com.co/variador-de-frecuencia-75hp-440vac-trifasico--avanzado/up/MCOU2727151053?pdp_filters=item_id:MCO2734686660#polycard_client=search-nordic&searchVariation=182172689940&position=17&search_layout=grid&type=item&tracking_id=2432

Midea. (2025). *¿Cómo saber cuándo debemos cambiar el aire acondicionado?* Obtenido de https://www.midea.es/blog/como-saber-cuando-debemos-cambiar-el-aire-acondicionado/

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2020). *Guía de Planes de gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas*. Obtenido de https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Guia_liviana_PGEE.pdf

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 11 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 11 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Cliente: ***CORPORACION EMA.***
Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.
NIT: 900.298.527.

Instrumento calibrado: Analizador de calidad de energía.

Fabricante: METREL.

Modelo: MI 2883.

Número de Serie: 17060454.

Fecha de Calibración: Octubre 02 del 2025.

Lugar de calibración: Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA DE CALIBRACIÓN	EMITE
Calibrador Fluke 5502A	5440806	CG3301–25	2025-01-15	Set y Gad. S.A.S.
Termohigrómetro Testo 175-H1	40326218	CLH 147624 CLT 366124	2024-12-24 2024-12-27	Conamet.

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – ***Pagina Web:*** www.erasmus.com.co

3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,500	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	55,999	-0,001	0,027	1,96

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,499	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	55,999	-0,001	0,027	1,96

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,500	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	56,000	0,000	0,027	1,96

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,41	-0,09	0,41	1,97
	A	27,00	26,90	-0,10	0,42	1,97

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,97	-0,03	0,56	1,97
	A	150,0	149,9	-0,10	0,79	1,97
	A	225,0	224,9	-0,1	1,1	1,97
	A	270,0	269,9	-0,1	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,3	-0,7	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	898,1	-1,9	5,1	1,97
	A	1000,1	997,9	-2,2	5,7	1,97

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,41	-0,09	0,41	1,97
	A	27,00	26,89	-0,11	0,42	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,99	-0,01	0,56	1,97
	A	150,0	149,8	-0,20	0,79	1,97
	A	225,0	224,8	-0,2	1,1	1,97
	A	270,0	269,8	-0,2	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,2	-0,8	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	897,9	-2,1	5,1	1,97
	A	1000,1	997,9	-2,2	5,7	1,97

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,40	-0,10	0,41	1,97
	A	27,00	26,90	-0,10	0,42	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,95	-0,05	0,56	1,97
	A	150,0	149,8	-0,20	0,79	1,97
	A	225,0	224,8	-0,2	1,1	1,97
	A	270,0	269,8	-0,2	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,5	-0,5	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	897,6	-2,4	5,1	1,97
	A	1000,1	997,6	-2,5	5,7	1,97

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,60	0,010	0,035	1,98
	V	0,045	127,39	127,39	0,000	0,077	1,98
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,68	-0,010	0,097	1,98
	V	0,045	255,5	255,5	0,00	0,15	1,97
	V	0,045	350,3	350,3	0,00	0,21	2,01
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,4	0,00	0,56	2,05

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,60	0,010	0,035	1,99
	V	0,045	127,39	127,40	0,010	0,077	1,99
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,64	-0,050	0,097	1,98
	V	0,045	255,5	255,5	0,00	0,15	2,03
	V	0,045	350,3	350,3	0,00	0,21	2,01
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,4	0,00	0,56	2,05

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,57	-0,020	0,035	1,98
	V	0,045	127,39	127,34	-0,050	0,077	1,99
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,66	-0,030	0,097	1,99
	V	0,045	255,5	255,4	-0,10	0,15	1,97
	V	0,045	350,3	350,2	-0,10	0,21	1,97
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,3	-0,10	0,56	2,01

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – ***Pagina Web:*** www.erasmus.com.co

7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

Encargado(s) de la calibración:	Laura Milena Velandia R.			
Supervisor:	Rafael Zamudio Ayala.			
Personal adicional:	Ninguno.			
Código de muestra:	12214.			
Fecha de recepción	2025-09-29.			
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	22,2 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	54,9 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	9:12	*Hora Final*	11:02

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

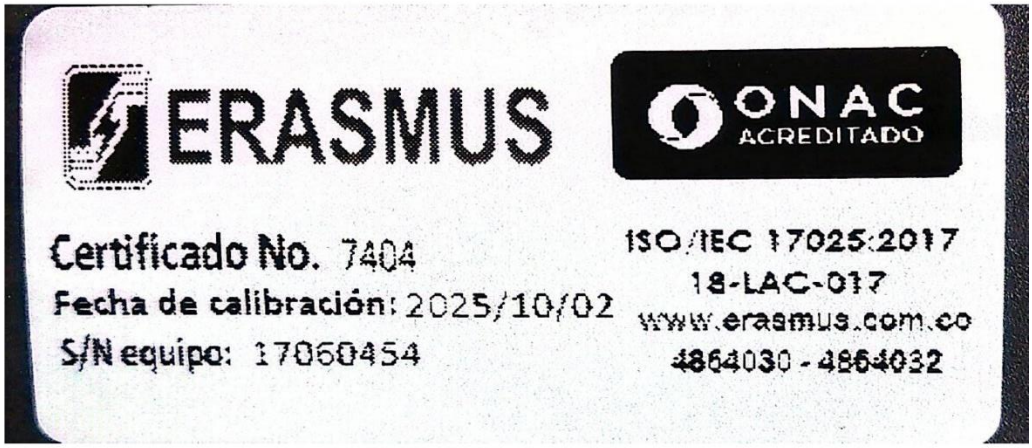
8. RESPONSABLES.

Elaboro	Aprobado
Paula Andrea Cardenas Dueñas.	Elena P. Prieto Rodríguez.
Metrólogo del laboratorio.	Coordinador del laboratorio.

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S**.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

Final del certificado.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

Cliente: *CORPORACION EMA*
Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.
NIT: 900.298.527.

Instrumento calibrado: Telurómetro.

Fabricante: METREL.

Modelo: MI 3123.

Número de Serie: 17360533.

Fecha de Calibración: Septiembre 22 del 2025.

Lugar de calibración: Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA DE CALIBRACIÓN	EMITE
Calibrador Fluke 5502A	5440806	CG3301−25	2025-01-15	Set y Gad. S.A.S.
Termohigrómetro Testo 175-H1	40326218	CLH 147624 CLT 366124	2024-12-24 2024-12-27	Conamet.
Década de resistencia CS-3000	19510092	E-24-0038	2024-01-10	Metrel d.o.o.

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos.						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
0,00 A 19,99	Ω	0,50	0,52	0,020	0,011	1,97
	Ω	1,00	1,00	0,000	0,010	1,96
	Ω	19,04	19,01	-0,003	0,013	1,98
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
20,0 A 199,9	Ω	99,8	100,2	0,40	0,24	1,97
	Ω	190,3	190,8	0,50	0,18	1,99
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
200 A 1999	Ω	1003	1005	2,0	2,6	1,97
	Ω	1902	1903	1,0	1,3	1,99
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2000 A 9999	Ω	10012	9945	-67	18	1,97

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1,00 A 19,99	A	5,00	4,88	-0,120	0,029	1,97
	A	10,00	9,78	-0,220	0,029	1,97
	A	15,00	14,68	-0,320	0,029	1,97
	A	18,00	17,63	-0,370	0,030	1,97

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

Encargado(s) de la calibración:	Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2).			
Supervisor:	Rafael Zamudio Ayala.			
Personal adicional:	Ninguno.			
Código de muestra:	12129.			
Fecha de recepción	2025-09-16.			
Sesión 1.				
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	21,9 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	58,6 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	11:22	*Hora Final*	11:28
Sesión 2.				
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	23,7 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	57,9 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	16:59	*Hora Final*	17:07

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

8. RESPONSABLES.

Elaboro	Aprobado
S. Gamez	
Esneyder Gamez González Metrólogo del laboratorio.	Elena P. Prieto Rodríguez. Coordinador del laboratorio.

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S**.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

Final del certificado.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: **CTE772**
Number

LABORATORIO *Laboratory*	:	TEMPERATURA / TEMPERATURE
INSTRUMENTO *Instrument*	:	CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA
FABRICANTE *Manufacturer*	:	FLUKE
MODELO *Model*	:	Ti10
(a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number*	:	11030423
(a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification*	:	SIN // Without Customer Identification
(a) **PARTE NÚMERO** *Part Number*	:	SIN // Without Customer Identification
RESOLUCIÓN *Resolution*	:	0,1 °C
(a) **SOLICITANTE** *Customer*	:	**CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA**
(a) **DIRECCIÓN** *Address*	:	Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia
FECHA DE RECEPCIÓN *Date of reception*	:	2025-10-22
FECHA DE CALIBRACIÓN *Date of calibration*	:	2025-10-23
(a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date*	:	No Aplica
NÚMERO DE PÁGINAS *Number of pages*	:	3

FIRMAS AUTORIZADAS:
Authorized signatures

Calibrado por / Calibrated by

JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.

Autorizado por / Authorized by

Radicación : **0100103066 / 76560**
File number

Fecha de Emisión: **2025-10-24**
Date of issue

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.
The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

LABORATORIO DE TEMPERATURA
(Temperature Laboratory)
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
(Calibration Certificate Number)

DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION DATA AND RESULTS

Trabajo Realizado:
Work done
CALIBRACION
Calibration

Método Utilizado:
Method Used
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.

Procedimiento Interno utilizado:
Internal procedure used:
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers

CONDICIONES AMBIENTALES
ENVIRONMENTAL CONDITIONS

	MÁXIMO // MAXIMUM	MÍNIMO // MINIMUM
Temperatura ambiente: *Temperature*	27,7 ºC	21,4 ºC
Humedad Relativa: *Relative Humidity*	58 %hr	45 %hr

Unidades de medida:
Measurement units:
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008
Equivalencia *// Equivalence:* 1 °C = 273,15 K

Datos del instrumento a calibrar:
Instrument data to be calibrated:

Emisividad [Ɛ]: Fija *fixed Emissivity [Ɛ]:*	0,95
Banda Espectral: *Spectral Band:*	7,5 µm a 14 µm
Distance de medición *Distance Measure*	112,5 mm a 1 m
Distancia de Calibración: *Calibration Distance:*	90 cm
CDVI (resolución espacial): *CDVI (spatial resolution):*	2,50 mrad
Intervalo de medida: *Measuring range*	-20 °C a 250 °C

Configuración: *Setting:* **Manual**

Intervalo de Calibración *Calibration interval*	**Valor aplicado** *Applied value*	**Resultados** *Results*			
	Temperatura Generada *Generated Temperature*	**Valor medido*** *Measured value**	**Corrección** *Correction*	**Factor De Cobertura** *Coverage Factor k*	**Incertidumbre** *Uncertainty ±U*
35 °C a 250 °C	35 °C	35,2 °C	-0,24 °C	2,0	0,71 °C
	150 °C	146,7 °C	3,32 °C	2,0	0,77 °C
	250 °C	246,9 °C	3,2 °C	2,0	1,0 °C

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

Nota: La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.
Note: *The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

***** FIN TOMA DE DATOS *****
**** END OF DATA COLLECTION ****

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

LABORATORIO DE TEMPERATURA
(Temperature Laboratory)
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
(Calibration Certificate Number)

TRAZABILIDAD METROLOGICA */ METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.

EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN
STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION

PATRÓN UTILIZADO: ***Standard Used:***	PRECISION INFRARED CALIBRATOR	**EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:***	HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER
Modelo: *Model:*	4181	Modelo: *Model:*	RHT20
Numero de Serie: *Serie Number:*	B56286	Numero de Serie: *Serie Number:*	A21114570
Codigo Interno: *Internal code:*	LMCCO-091	Codigo Interno: *Internal code:*	LMCCO-084
Certificado de Calibración: *Calibration certificate:*	TLM-T-3826	Certificado de Calibración: *Calibration certificate:*	TE-9801-25 HR-5401-25
Fecha de calibración: *Date Calibration:*	2025-07-24	Fecha de calibración: *Date Calibration:*	2025-05-02
Fecha de Vencimiento: Due *Date:*	2027-07-24	Fecha de Vencimiento: Due *Date:*	2026-05-02
Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:*	TESLA / ONAC	Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:*	VALMET L&M / ONAC

OBSERVACIONES:
Observations:

1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emisivity of the standard radiator.
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
6. The calibrated points were previously agreed with the client .
7. El diametro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los pixeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente**. Sumincol no se hace responsable de dicha informacion.
(b) Descargo de Responsabilidad: Sumincol no se hace responsable cuando la informacion proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772

LAB-FT-CTE-50-02
2025-07-11

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

Consorcio

Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética

Ítem 12 - Coliseo de ferias

SG-CMA-001-2025

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 10
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN 11
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN 12
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes 12
2.2 Áreas útiles 17
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA 18
3.1 Generalidades de alimentación 18
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas 21
3.3 Inventario 25
4. MEDICIONES REALIZADAS 28
4.1 Temperatura y humedad 28
4.2 Cámara termográfica 29
4.3 Iluminancia 31
4.4 Mediciones eléctricas 32
4.5 Curva de carga 37
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO 40
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación 42
5.2 Caracterización del consumo por usos finales 54
5.3 Caracterización de costo de la energía 61
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA 83
6.1 Metodología 83
6.2 Resultados 84
6.3 Potencial de ahorro energético 85
7. INDICADORES 86
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) 86
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) 87
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) 87
7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) 88

7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 89
8. OPORTUNIDADES DE MEJORA....89
8.1 Buenas prácticas operativas (BPO)....89
8.2 Medidas activas....91
9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE MEDIDAS....92
10. CRONOGRAMA TENTATIVO DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS....92
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....93
Bibliografía....95
ANEXOS....96

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Bloques de oficinas 13
Figura 2. Bloque VIP 13
Figura 3. Bloque de plaza de eventos y espacio para animales 14
Figura 4. Embarcaderos o corrales para animales 15
Figura 5. Deterioro arquitectónico de la edificación 15
Figura 6. Material obsoleto en la edificación 16
Figura 7. Llaves de agua y chapas en mal estado 16
Figura 8. Longitudes para cálculo de área del terreno 17
Figura 9. Estructura de NIC: 4551768 - Medidor: 062041143 para bloque VIP 18
Figura 10. Estructura de NIC: 4551769 - Medidor: 063130513 para bloque plaza de 19
Figura 11. Estructura de NIC: 5875556 - Medidor: 36098771para plaza de eventos y establos .19
Figura 12. Estructura de NIC: 7963048 - Medidor: 84016543 para corrales 20
Figura 13. Tablero principal de la NIC: 4551769 20
Figura 14. Gabinete principal de la NIC: 7963048 21
Figura 15. Tubería PVC sin empotrar 22
Figura 16. Roseta deficiente 23
Figura 17. Tablero de sin tapa 23
Figura 18. Tomacorrientes sin tapa o tapa defectuosa 24
Figura 19. Ausencia del Sistema de Puesta a Tierra 25
Figura 20. Equipos de aire acondicionado en el Coliseo de ferias 26
Figura 21. Equipos de iluminación del Coliseo de ferias 27
Figura 22. Equipos de ventilación del Coliseo de ferias 27
Figura 23. Equipos fuera de servicio 28
Figura 24. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 29
Figura 25. Temperatura (°F) de tableros eléctricos principales 30
Figura 26. Luxómetro digital MPT1014 32
Figura 27. Instalación de equipo Metrel MI 2883 32
Figura 28. Tensiones de tablero principal NIC: 4551769 33
Figura 29. Corrientes de tablero principal NIC: 4551769 33
Figura 30. Energía activa de tablero principal NIC: 4551769 34
Figura 31. Potencias de tablero principal NIC: 4551769 34
Figura 32. Factor de potencia de tablero principal NIC: 4551769 35
Figura 33. Corrientes de tablero principal NIC: 4551768 sin cargas 36
Figura 34. Corrientes de tablero principal NIC: 4551769 sin cargas 36
Figura 35. Corrientes de tablero principal NIC: 5875556 sin cargas 37
Figura 36. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas NIC: 4551769 38
Figura 37. Corrientes de tablero principal NIC: 4551769 39
Figura 38. Curva de carga de tablero principal NIC: 4551769 39
Figura 39. Registro de datos clave de facturas 41

Figura 40. Consumo histórico de energía activa 43
Figura 41. Consumo histórico de energía reactiva 44
Figura 42. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada 45
Figura 43. Consumo histórico de energía activa 46
Figura 44. Consumo histórico de energía reactiva 47
Figura 45. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada 48
Figura 46. Consumo histórico de energía activa 49
Figura 47. Consumo histórico de energía reactiva 50
Figura 48. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada 51
Figura 49. Consumo histórico de energía activa 52
Figura 50. Consumo histórico de energía reactiva 53
Figura 51. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada 54
Figura 52. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **con ferias** 55
Figura 53. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **con ferias** 56
Figura 54. Porcentaje de participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **con ferias** 57
Figura 55. Diagrama de Pareto – consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **con ferias** 57
Figura 56. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **sin ferias** 58
Figura 57. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **sin ferias** 59
Figura 58. Porcentaje de participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **sin ferias** 60
Figura 59. Diagrama de Pareto – consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **sin ferias** 60
Figura 60. Costo de factura histórico 61
Figura 61. Gráfico circular de costos de facturación 61
Figura 62. Costo unitario por kWh de energía 62
Figura 63. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público 64
Figura 64. Costo total de energía activa 66
Figura 65. Costo de factura histórico 66
Figura 66. Gráfico circular de costos de facturación 67
Figura 67. Costo unitario por kWh de energía 67
Figura 68. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público 69
Figura 69. Costo total de energía activa 71
Figura 70. Costo de factura histórico 72
Figura 71. Gráfico circular de costos de facturación 72
Figura 72. Costo unitario por kWh de energía 73
Figura 73. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público 75

Figura 74. Costo total de energía activa 77
Figura 75. Costo de factura histórico....77
Figura 76. Gráfico circular de costos de facturación 78
Figura 77. Costo unitario por kWh de energía 78
Figura 78. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público 80
Figura 79. Costo total de energía activa 82
Figura 80. Línea Base Energética (LBEn) del Coliseo de ferias 85
Figura 81. Consumo de energía eléctrica mensual del Coliseo de ferias 87
Figura 82. Consumo de energía eléctrica mensual del Coliseo de ferias 88

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general del Coliseo de Ferias 11
Tabla 2. Información de actividades del Coliseo de Ferias 11
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación 12
Tabla 4. Áreas construidas del Coliseo de ferias 17
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del Coliseo de ferias 25
Tabla 6. Inventario de iluminación del Coliseo de ferias 26
Tabla 7. Inventario de ventilación del Coliseo de ferias 27
Tabla 8. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad 29
Tabla 9. Mediciones de iluminancia 31
Tabla 10. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia NIC: 4551769 38
Tabla 11. Especificaciones de medición con datalogger NIC: 4551769 38
Tabla 12. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura NIC: 4551769 39
Tabla 13. Registro de consumo histórico de energía activa 42
Tabla 14. Registro de consumo histórico de energía reactiva 43
Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada 44
Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía activa 45
Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva 46
Tabla 18. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada 47
Tabla 19. Registro de consumo histórico de energía activa 48
Tabla 20. Registro de consumo histórico de energía reactiva 49
Tabla 21. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada 50
Tabla 22. Registro de consumo histórico de energía activa 51
Tabla 23. Registro de consumo histórico de energía reactiva 52
Tabla 24. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada 53
Tabla 25. Participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **con ferias** 55
Tabla 26. Participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **con ferias** 56
Tabla 27. Participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **sin ferias** 58
Tabla 28. Participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **sin ferias** 59
Tabla 29. Costo unitario por kWh de energía activa 62
Tabla 30. Costo unitario por kWh de energía reactiva 63
Tabla 31. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público 63
Tabla 32. Costo facturado por energía activa 64
Tabla 33. Costo facturado por energía reactiva 65
Tabla 34. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público 65
Tabla 35. Costo unitario por kWh de energía activa 68
Tabla 36. Costo unitario por kWh de energía reactiva 68

Tabla 37. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público.....69
Tabla 38. Costo facturado por energía activa.....70
Tabla 39. Costo facturado por energía reactiva.....70
Tabla 40. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público.....71
Tabla 41. Costo unitario por kWh de energía activa.....73
Tabla 42. Costo unitario por kWh de energía reactiva.....74
Tabla 43. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público.....74
Tabla 44. Costo facturado por energía activa.....75
Tabla 45. Costo facturado por energía reactiva.....76
Tabla 46. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público.....76
Tabla 47. Costo unitario por kWh de energía activa.....79
Tabla 48. Costo unitario por kWh de energía reactiva.....79
Tabla 49. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público.....80
Tabla 50. Costo facturado por energía activa.....81
Tabla 51. Costo facturado por energía reactiva.....81
Tabla 52. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público.....82
Tabla 53. Registros para construcción de LBEn del Coliseo de ferias.....84
Tabla 54. Reporte UPME para potencial de ahorro energético.....86
Tabla 55. Medidas propuestas para ser implementadas.....93
Tabla 56. Hoja de ruta de medidas a implementar.....93

RESUMEN

El presente informe corresponde al Producto 5 – Informe Final de Auditoría Energética para el Coliseo de Ferias (Ítem 12), desarrollado por el Consorcio Auditorías Energéticas para la Gobernación de Córdoba, en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 (Ley 2294 de 2023) y bajo los lineamientos de la Resolución 16 de 2024 de la UPME.

El objetivo de la auditoría fue evaluar el desempeño energético del inmueble, identificar los Usos Significativos de la Energía (USE), diagnosticar las condiciones actuales de sus instalaciones y sistemas, y proponer oportunidades de mejora técnica y operativa para optimizar el consumo de energía eléctrica, contribuyendo a la meta de ahorro mínimo del 15% para el año 2026.

La metodología aplicada incluyó una inspección arquitectónica y eléctrica detallada, inventario completo de equipos energéticos, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curva de carga), y un análisis exhaustivo del histórico de consumo y costos de facturación (2022-2025). Con estos datos, se construyó una Línea Base Energética (LBEn) utilizando el método de valor absoluto de energía.

Los principales hallazgos indican que el consumo anual de energía eléctrica del Coliseo de Ferias es de aproximadamente 83.355 kWh. La caracterización por usos finales reveló que, durante eventos con feria, la iluminación (39%), el aire acondicionado (36%) y la ventilación (24%) son los USE. Se identificaron múltiples deficiencias en las instalaciones eléctricas que incumplen el RETIE, como tubería PVC sin empotrar, rosetas deficientes, tableros sin tapa, tomacorrientes sin tapa o defectuosos, y ausencia del sistema de puesta a tierra, representando riesgos significativos para la seguridad.

El análisis del potencial de ahorro estima una reducción promedio del 41% del consumo anual mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO), equivalente a alcanzar los consumos mínimos históricos registrados. Sin embargo, considerando el enfoque en los USE, se asume un potencial realista del 33% del consumo total anual.

Adicionalmente, dada la naturaleza estacional del inmueble y el incremento de carga eléctrica durante eventos masivos, se recomienda como parte de una estrategia integral la adquisición e instalación de equipos de alta eficiencia energética, priorizando sistemas de climatización con etiquetas A o B y luminarias LED, con el fin de mitigar el impacto del aumento de demanda energética en períodos de alta ocupación.

Se presenta un cronograma tentativo para la implementación de las estrategias, priorizando la actualización de instalaciones eléctricas (por seguridad), la ejecución de un programa de BPO y la sustitución o retiro de equipos en mal estado, con un horizonte de ejecución total de 12 meses.

INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como a entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el quinto producto - Informe Final de Auditoría Energética, integra la estructura del producto cuatro y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección ocho sobre oportunidades de mejora, sección nueve que presenta sus evaluaciones económicas y sección diez con el cronograma de las medidas propuesta.

1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 12 corresponde al Coliseo de Ferias. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general del Coliseo de Ferias

	
Nombre de la institución	Coliseo De Ferias
Dirección	Cl 2 Cr3 - 1000 Dup 1, Dup 2, Local 1
Municipio	Montería
Coordenadas	Latitud: 8.699809° Longitud: -75.820117°
Antigüedad [años]	30
Tipo de tenencia	Comodato
Limitaciones patrimoniales	No

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades del Coliseo de Ferias

Servicios	Feria ganadera, eventos sociales y Culturales
Días de operación	Lunes a domingo
Horarios de operación	00:00 am a 12:00 pm
Cantidad de empleados	4
Nombre de responsable de administración de la entidad	Ricardo Fabian Pastrana Muñoz
Cargo	Jefe de Almacén
Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría	Ninguna

Fuente: Elaboración propia

2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con cuatro (4) bloques, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Bloque de oficinas (ver encerramiento en verde Figura 1)
2. Bloque VIP (ver encerramiento en azul claro Figura 2)
3. Bloque de plaza de eventos y espacio para animales (ver encerramiento en naranja en Figura 3)
4. Embarcaderos o corrales para animales (ver encerramiento en azul oscuro en Figura 4)

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación



Orientación de la fachada	Oeste (VIP) Norte (oficinas)
Número de edificios o bloques	4
Número de pisos	1
Altura techos internos [m]	2,4
Área construida aproximada [m²]	3.161
Inclinación cubierta [°]	45° (VIP) 0° (oficinas)
Envolvente	Material del muro: ladrillo cocido con pañete
	Color de muros: blanco
	Estado de las paredes: regulares

	Tipo de aislamiento: árboles alrededor
Ventanas	Material del marco: metal
	Tipo de vidrio: vidrio flotado
	Estado: regular
Techo	Material: fibrocimento
	Color: gris

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Bloques de oficinas



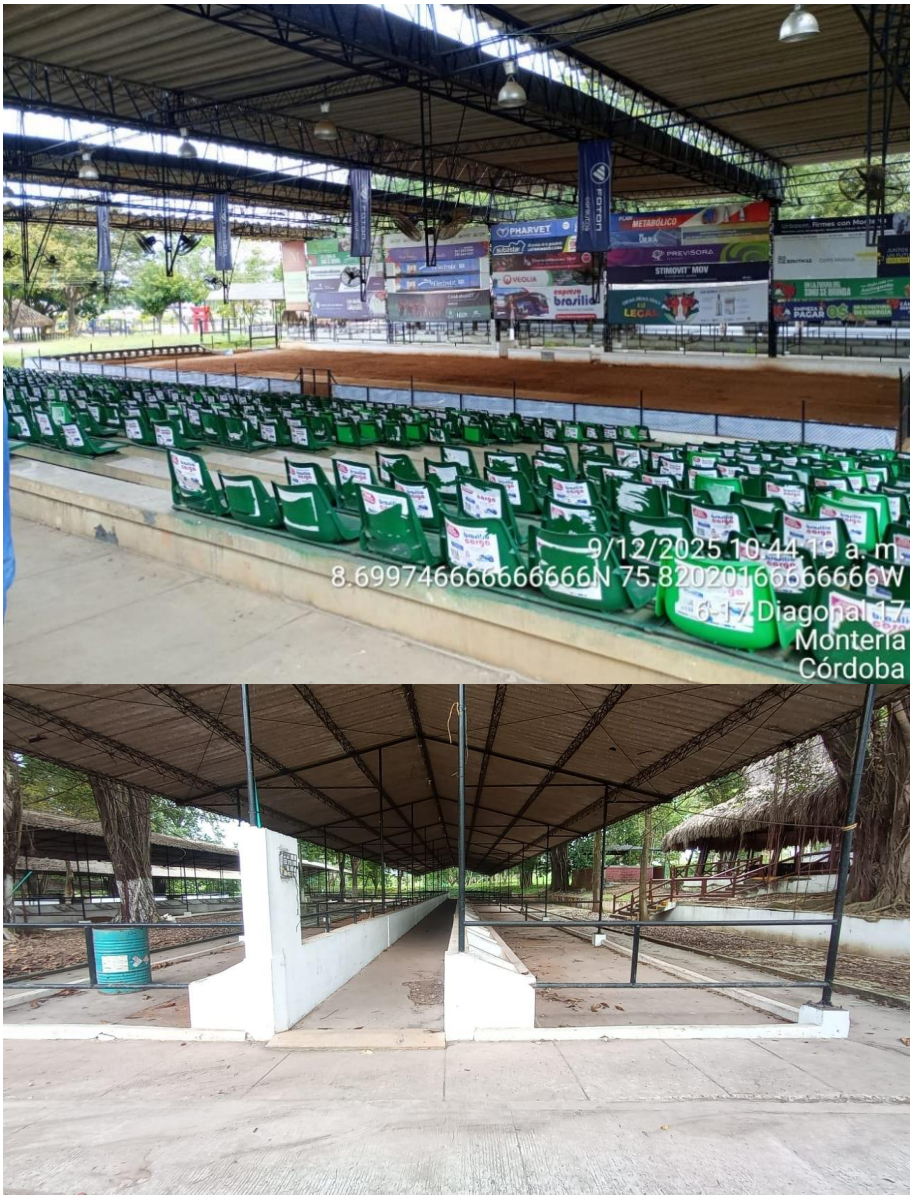
Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Bloque VIP



Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Bloque de plaza de eventos y espacio para animales



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Embarcaderos o corrales para animales



Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que, la edificación muestra un alto grado de abandono, con material obsoleto y no acorde a las instalaciones, como bloques de madera u otros elementos que se asemejan a residuos. Además, presenta deterioro arquitectónico en pared, así como una carencia general de manteamientos como lo son las llave de agua y las chapas de las puertas. Este último es crítico, dado que esto ha generado el hurto de equipos de aire acondicionado.

Figura 5. Deterioro arquitectónico de la edificación



Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Material obsoleto en la edificación



Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Llaves de agua y chapas en mal estado

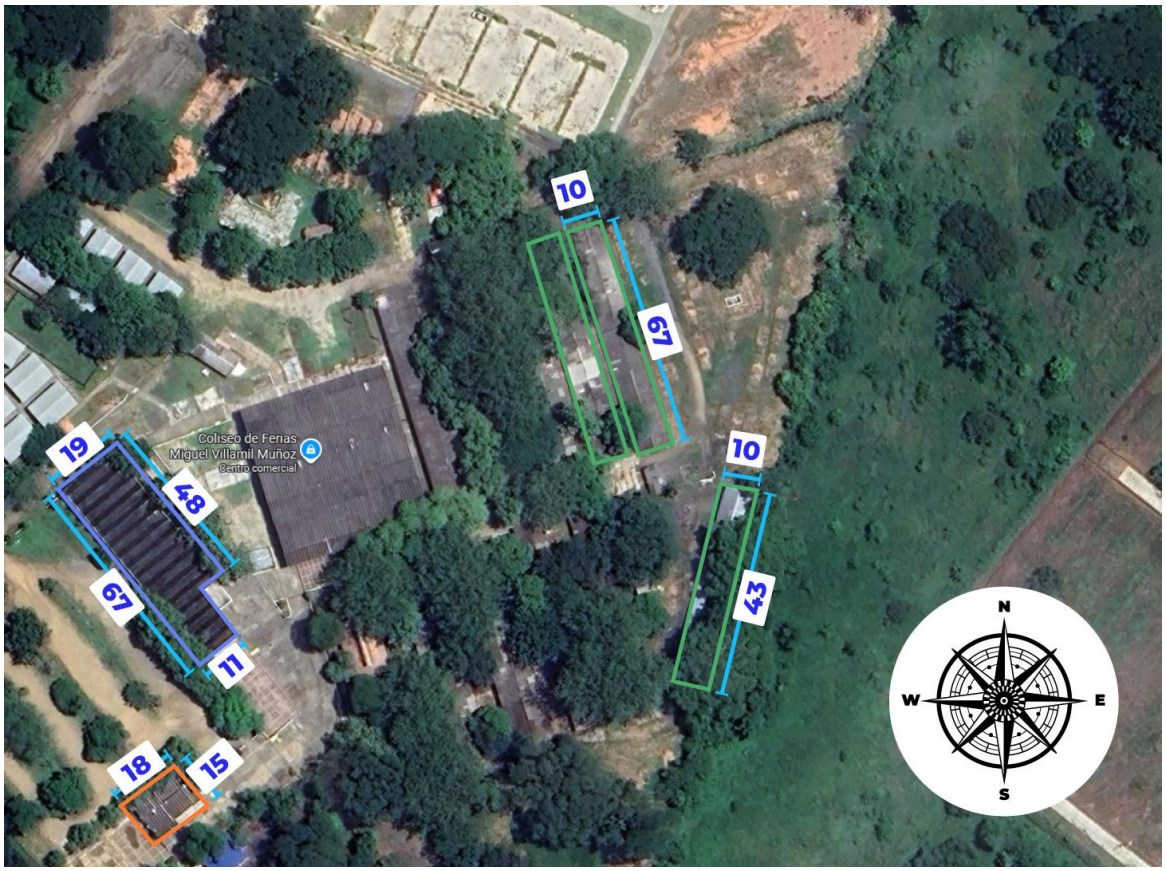


Fuente: Elaboración propia

2.2 Áreas útiles

El área útil del terreno del Coliseo de Ferias es de aproximadamente 3.161 m^2 (ver Figura 8). Esta dimensión fue obtenida mediante cálculos aproximados, ya que el Coliseo de ferias no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Existen otros espacios distribuidos a los largo del lote donde se encuentran equipos de iluminación como los corrales, pesebreras para animales y doble propósito. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 8. Longitudes para cálculo de área del terreno



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas construidas del Coliseo de ferias

Área	Área total [m^2]	Fuente
Bloque oficinas	270	Estimación
Bloque VIP	1.121	Estimación
Establos	1.340	Estimación
Bodegas	430	Estimación

Fuente: Elaboración propia

3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

3.1 Generalidades de alimentación

El Coliseo de ferias se conecta al sistema de distribución de Afinia mediante cuatro acometidas aéreas con estructura tipo semibandera (ver Figura 9) distribuidas en el lote, cada acometida cuenta con un transformador independiente del operador de red. Adicionalmente, tres de las estructuras cuentan con una gabinete con el totalizador de sus cargas. La excepción se encuentra en la cuenta NIC: 4551769 correspondiente al bloque VIP, para el cual se cuenta con un tablero eléctrico en el interior de la edificación (ver Figura 13).

Figura 9. Estructura de NIC: 4551768 - Medidor: 062041143 para bloque VIP



Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Estructura de NIC: 4551769 - Medidor: 063130513 para bloque plaza de



Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Estructura de NIC: 5875556 - Medidor: 36098771para plaza de eventos y establos



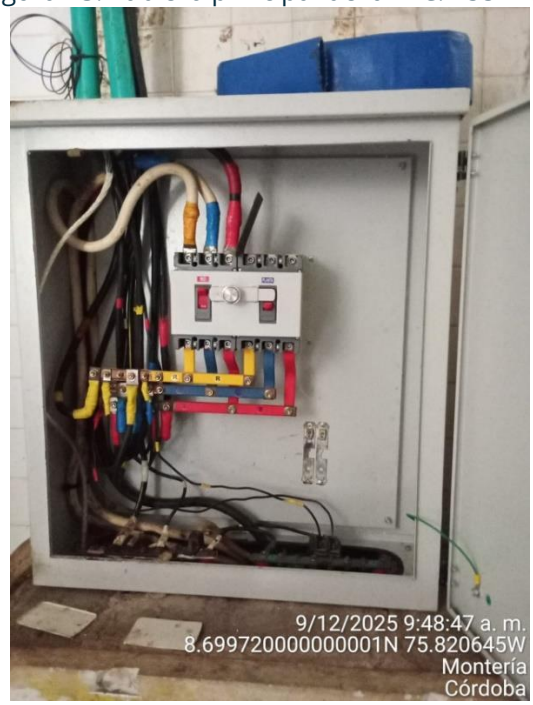
Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Estructura de NIC: 7963048 - Medidor: 84016543 para corrales



Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Tablero principal de la NIC: 4551769



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el gabinete principal de la cuenta NIC: 7963048 se encuentra desactivado, presenta disparada la protección termomagnética. Asimismo, es hogar de varios animales, tiene un panel de avispas en la parte inferior exterior, mientras que en su interior se encontraron lagartijas y ratas. Se recomienda revisar y corregir, para prevenir posibles plagas.

Figura 14. Gabinete principal de la NIC: 7963048



Fuente: Elaboración propia

3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones del Coliseo de ferias, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

Tubería plástica sin empotrar

Requisito normativo (RETIE):

"Tuberías no metálicas tipo livianas (Tipo A o Tipo L) no se deben instalar expuestas o a la vista, ni en cielos falsos o cielorrasos, y solo se permite su instalación siempre que esté embebida en concreto o en otro material resistente al fuego por lo menos 15 min [...]" (Título 17. Requisitos de instalación de los principales productos / utilizados en instalaciones eléctricas / 3.17.6.6. Tubos, tuberías y accesorios / literal f)

Implicación: Se evidenció tubería plástica sin empotrar en el kiosko y en el cuarto técnico del grupo electrógeno. Esta tubería no garantiza la resistencia al fuego ni protección mecánica adecuada, lo que representa un riesgo de deterioro del aislamiento y propagación de incendio.

Figura 15. Tubería PVC sin empotrar



Fuente: Elaboración propia

Deficiencias en fijación de rosetas

Requisito normativo (RETIE):

"No se deben retirar tapas de entrada de ductos no utilizadas, ni se deben hacer perforaciones adicionales."

"Las aberturas no utilizadas de las cajas deben estar cerradas para que ofrezcan una protección similar a la pared del equipo."

(Título 3. Requisitos específicos para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 3.17.5 – Cajas y conduletas / literal b y f)

Implicación: Se luminarias sueltas de la caja de paso. Estas condiciones comprometen la seguridad mecánica y eléctrica de los puntos de alumbrado, generando riesgo de contacto con partes energizadas, caída de componentes y posibles fallas eléctricas.

Figura 16. Roseta deficiente



Fuente: Elaboración propia

Ausencia de tapa en tablero eléctrico

Requisito normativo (RETIE): "Las puertas y tapas deben tener un seguro para permanecer cerradas, que permita el acceso para el operario, sólo en condiciones de seguridad, mediante enclavamientos mecánicos en los aparatos de maniobra como cerraduras o candados." (Título 2. Objeto y campo de aplicación / 2.3.31.4. Requisitos para celdas de media tensión / literal d)

Implicación: Se evidenció un tablero sin tapa. Esta condición representa un riesgo de contacto directo con partes activas, lo que puede ocasionar descargas eléctricas al personal o usuarios que transiten cerca del tablero. Además, la exposición prolongada puede facilitar la acumulación de polvo y humedad en el interior del tablero, afectando su funcionamiento y reduciendo la vida útil de los componentes eléctricos.

Figura 17. Tablero de sin tapa



Fuente: Elaboración propia

Tomacorrientes sin tapa o con tapa defectuosa

Requisito normativo (RETIE):

"Los tomacorrientes y clavijas no deben tener partes energizadas expuestas."

"Las tapas o cubiertas de los tomacorrientes, destinadas a evitar el contacto directo con partes energizadas, deben ser resistentes al impacto mínimo con IK 03, conforme a IEC 62262 o NTC-IEC 62262."

(Título 2. Requisitos generales para los productos utilizados en las instalaciones eléctricas / Artículo 2.3.8 Clavijas y tomacorrientes / Literal b y e)

Implicación: Se identificaron tomacorrientes sin tapa o con tapa rota, situación que exhibe partes energizadas y no garantiza la resistencia mecánica mínima exigida. La falta de tapas o el deterioro de las mismas expone a los usuarios a riesgo de contacto accidental con componentes energizados.

Figura 18. Tomacorrientes sin tapa o tapa defectuosa



Fuente: Elaboración propia

Ausencia del Sistema de Puesta a Tierra

Requisito normativo (RETIE):

"Toda instalación eléctrica que le aplique el RETIE, excepto donde se indique expresamente lo contrario, tiene que disponer de un Sistema de Puesta a Tierra – SPT" (Título 12. Sistema de puesta a tierra)

"Deben tener conexiones efectivas con el sistema de puesta a tierra." (Título 1. Objeto y campo de aplicación/ 2.3.31.4. Requisitos para celdas de media tensión /2.3.31.4.1. Requisitos de Producto/literal f)

Implicación: Se evidenció la ausencia de sistema de puesta tierra en las redes de distribución. La posible ausencia o deficiencia del sistema de puesta a tierra compromete gravemente la

seguridad de la instalación, al impedir el desvío seguro de corrientes de falla hacia tierra. Esto incrementa el riesgo de choques eléctricos, fallas en los dispositivos de protección y acumulación de tensiones peligrosas en partes metálicas expuestas. Como consecuencia, se pone en riesgo la vida humana y la instalación.

Figura 19. Ausencia del Sistema de Puesta a Tierra



Fuente: Elaboración propia

3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1). Cabe mencionar que algunos de los equipos del inventario no se encuentran disponibles actualmente en las instalaciones, pero se incluyen dado que se requiere conocer todo los equipos en el análisis de consumos de uso final de la Sección 5.2. Estos corresponden a equipos que se intalan unicamente durante temporadas de eventos.

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 20).

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del Coliseo de ferias

Equipo	Capacidad térmica [BTU/h]	Suma de potencias[W]	Cantidad
Minisplit	12.000	1.082	1
Minisplit	24.000	25.533	2
Minisplit montado		7.200	3

Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Equipos de aire acondicionado en el Coliseo de ferias



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 21).

Tabla 6. Inventario de iluminación del Coliseo de ferias

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Bombillo led	84	96
Led cuadrada 20x20 cm	36	4
Led redonda	87	23
Luminaria led	80	22
Luminaria poste	500	4
Reflector	800	66
Reflectores montados	100	10
Tubo led	48	49

Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Equipos de iluminación del Coliseo de ferias



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de ventilación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 22).

Tabla 7. Inventario de ventilación del Coliseo de ferias

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Ventilador de pie	45	1
Ventilador de techo	120	4

Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Equipos de ventilación del Coliseo de ferias



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se evidenciaron equipos fuera de servicio o en mal estado (ver Figura 23):

- **Reflectores exteriores**: Las fotoceldas de varios reflectores de encuentran en mal funcionamiento, lo que mantiene algunos reflectores encendidos durante todo el tiempo.
- **Luminarias**: Algunas luminarias se encuentran dañadas en diversos escenarios como la plaza de ventos, las oficinas y el pasillo principal del bloque VIP. Asimismo, algunas de estas se encuentran cubiertas de paneles de avispas.
- **Aires acondicionados**

Figura 23. Equipos fuera de servicio



Fuente: Elaboración propia

4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los

niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables en la cocina, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 24). Donde se registraron tres mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 8.

Figura 24. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663



Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

Medición	Hora	Temperatura	Humedad relativa
1	9:53 am	31	86%
2	9:47 am	29	85%
3	10:29 am	28	86%

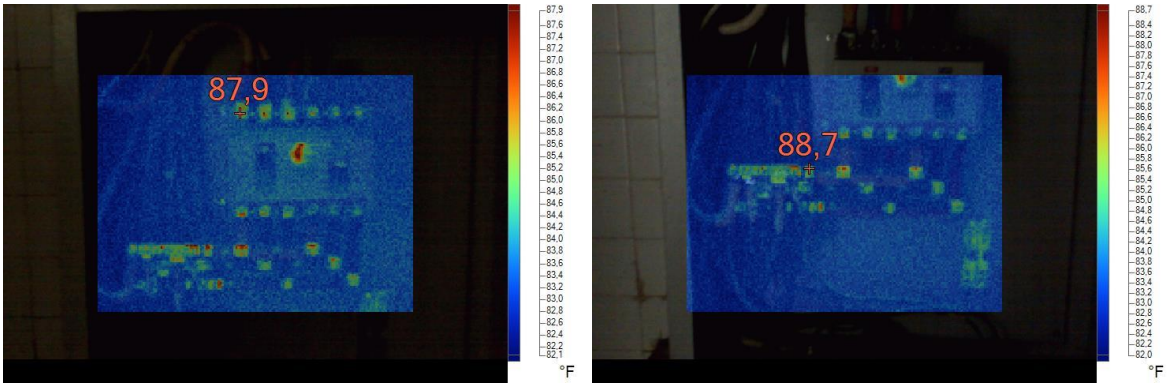
Fuente: Elaboración propia

4.2 Cámara termográfica

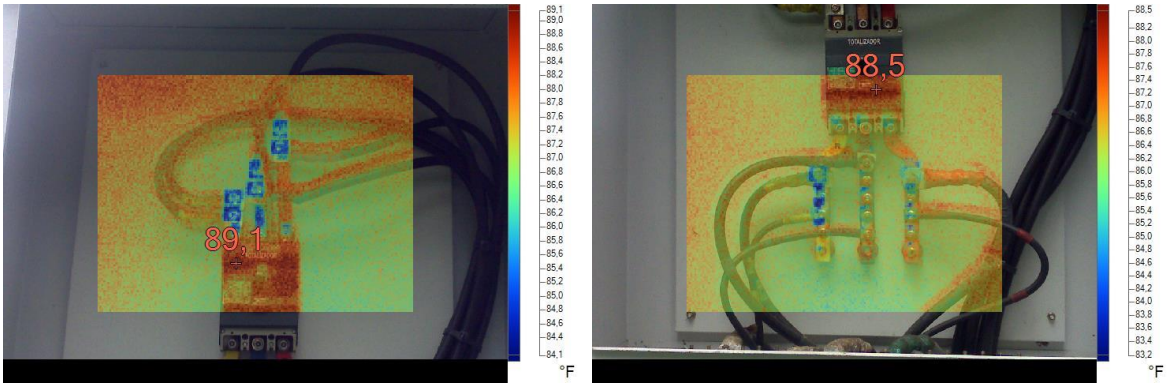
Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en los tablero eléctricos principales, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 25. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 29 °C (según la Tabla 8**),** se obtiene un diferencial máximo de 2,5°C, correspondiente a la Figura 25 (NIC: 4551768) 31,5°C (88,7 °F), 2,7°C (NIC: 4551769) con 31,7°C (89,1°F), 13°C (NIC: 5875556) con 42,1°C (107,8°F), 8,8°C (NIC: 7963048) con 37,8°C (100,1°F).

Por lo tanto, el diferencial más alto entre componentes del tablero y el ambiente (11 °C a 20 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “probable deficiencia”. Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar revisión en el siguiente mantenimiento preventivo.

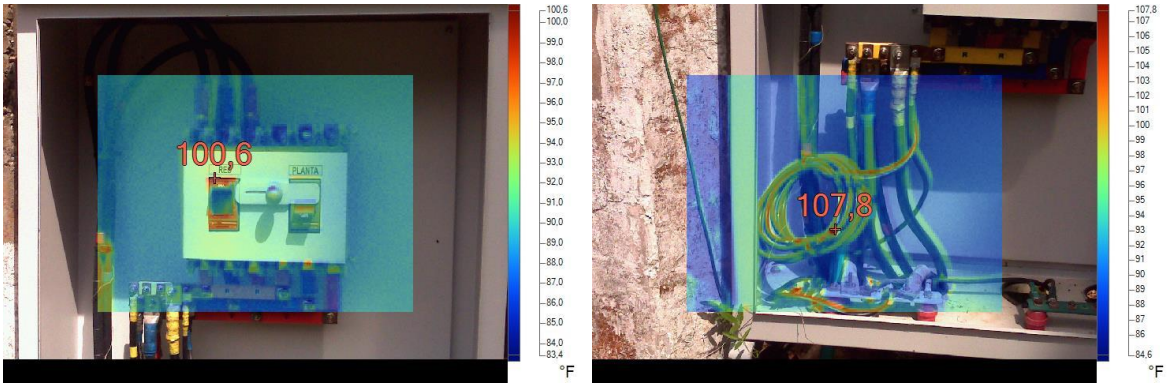
Figura 25. Temperatura (°F) de tableros eléctricos principales



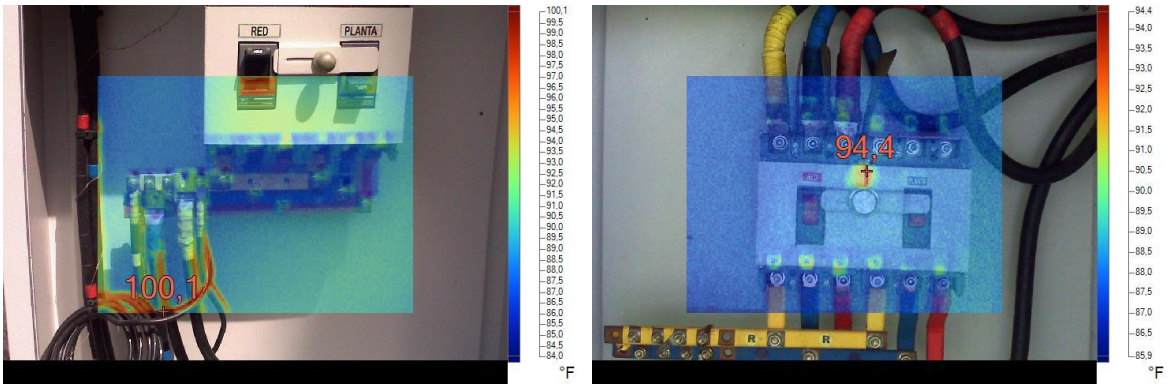
NIC: 4551768



NIC: 4551769



NIC: 5875556



NIC: 7963048

Fuente: Elaboración propia

4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones del Coliseo de ferias, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios que, de manera visual, presentaban niveles bajos de iluminación. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 9.

Tabla 9. Mediciones de iluminancia

Área	Número de mediciones	Iluminancia promedio [lx]	Especificación de iluminancia [lx]	Cumplimiento
Oficina principal	6	329	500	No cumple
Recepción	5	191	500	No cumple
Dirección técnica	3	238	500	No cumple

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Figura 26. Luxómetro digital MPT1014



Fuente: Elaboración propia

4.4 Mediciones eléctricas

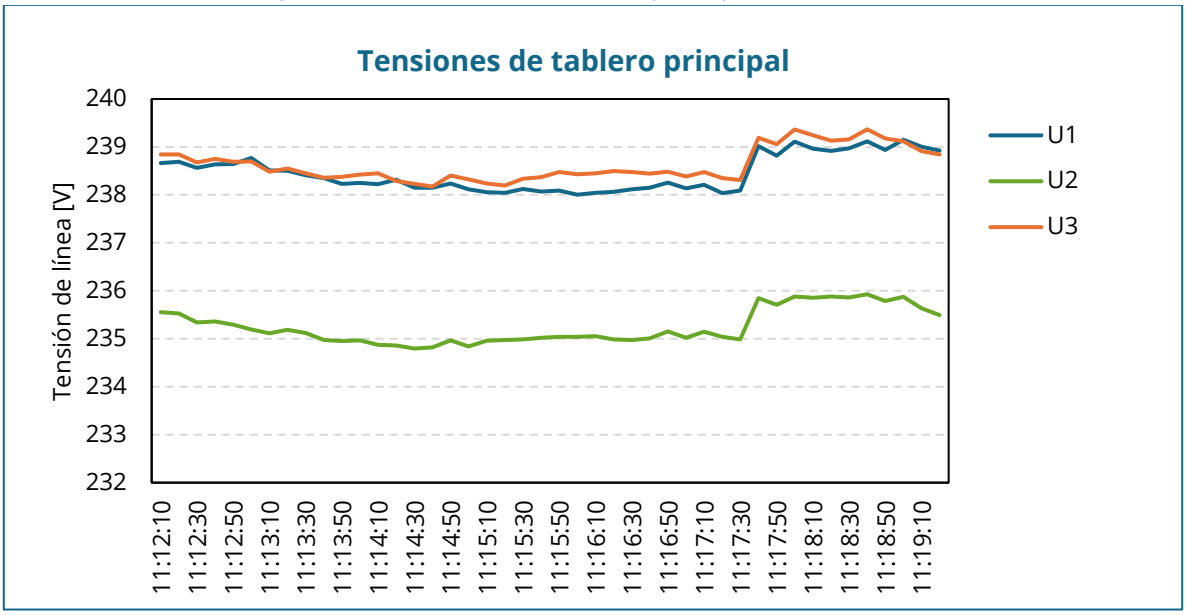
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883. Con base en la información proporcionada por los empleados del Coliseo, durante la temporada sin ferias (fechas durante la visita de campo) el consumo de concentra en la NIC 4551769, por ello se tomaron las mediciones para construcción de curva de carga en este único tablero. De este punto se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 27. Instalación de equipo Metrel MI 2883



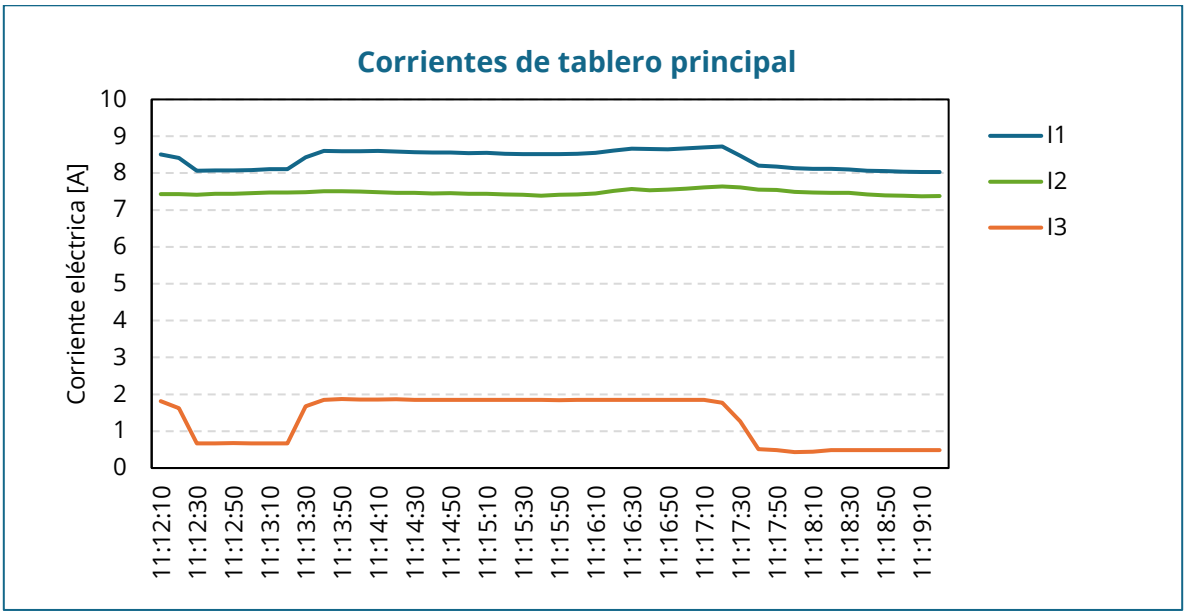
Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Tensiones de tablero principal NIC: 4551769



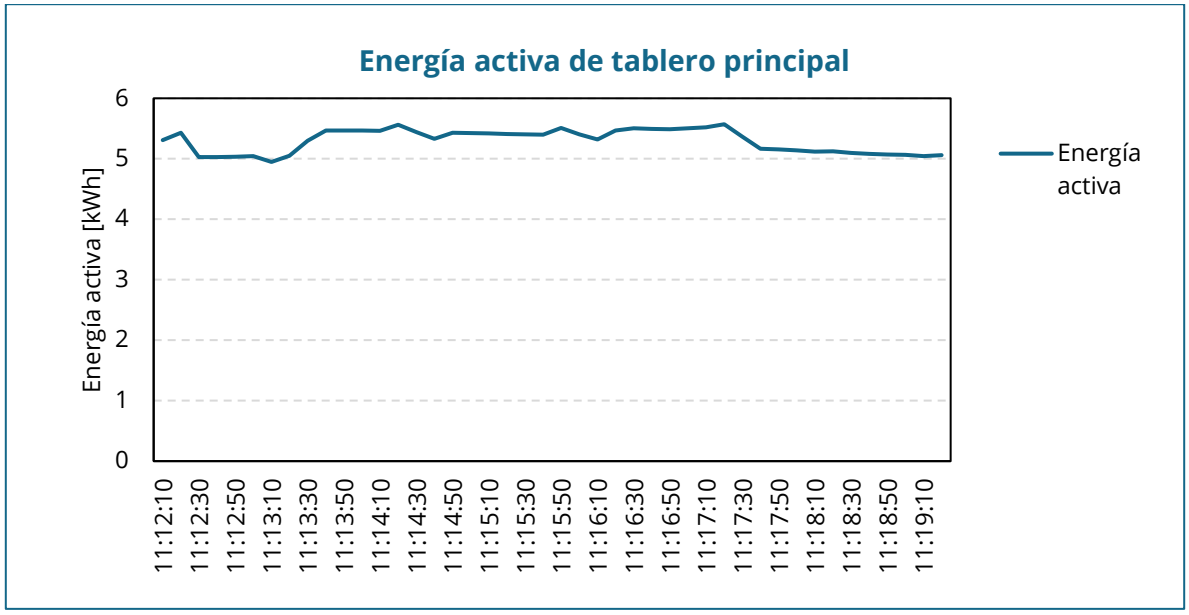
Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Corrientes de tablero principal NIC: 4551769



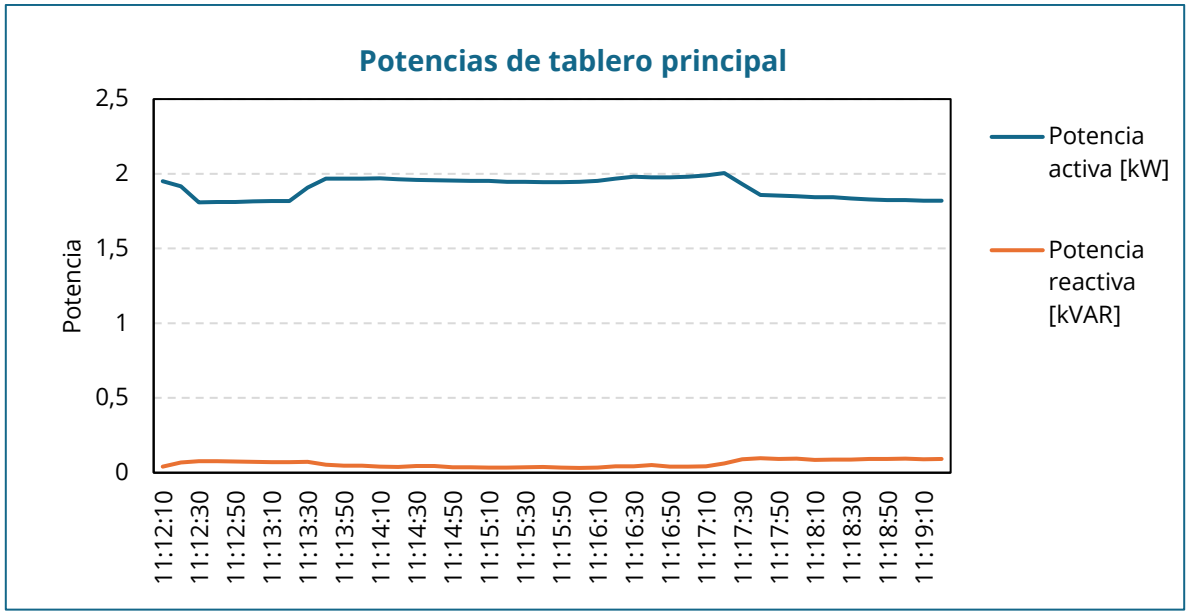
Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Energía activa de tablero principal NIC: 4551769



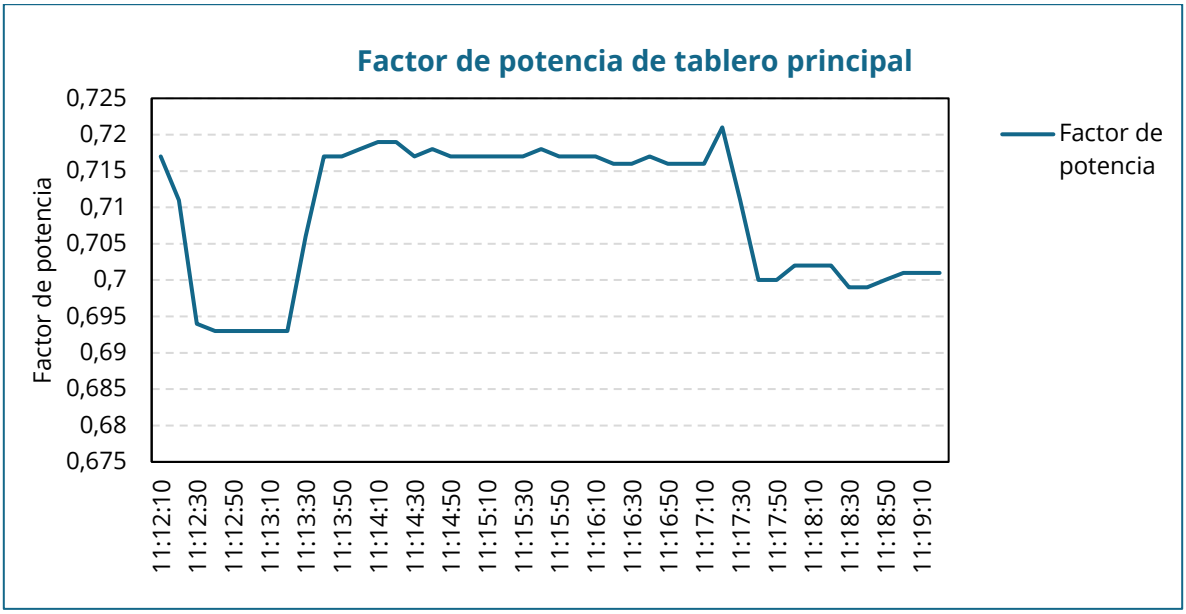
Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Potencias de tablero principal NIC: 4551769



Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Factor de potencia de tablero principal NIC: 4551769



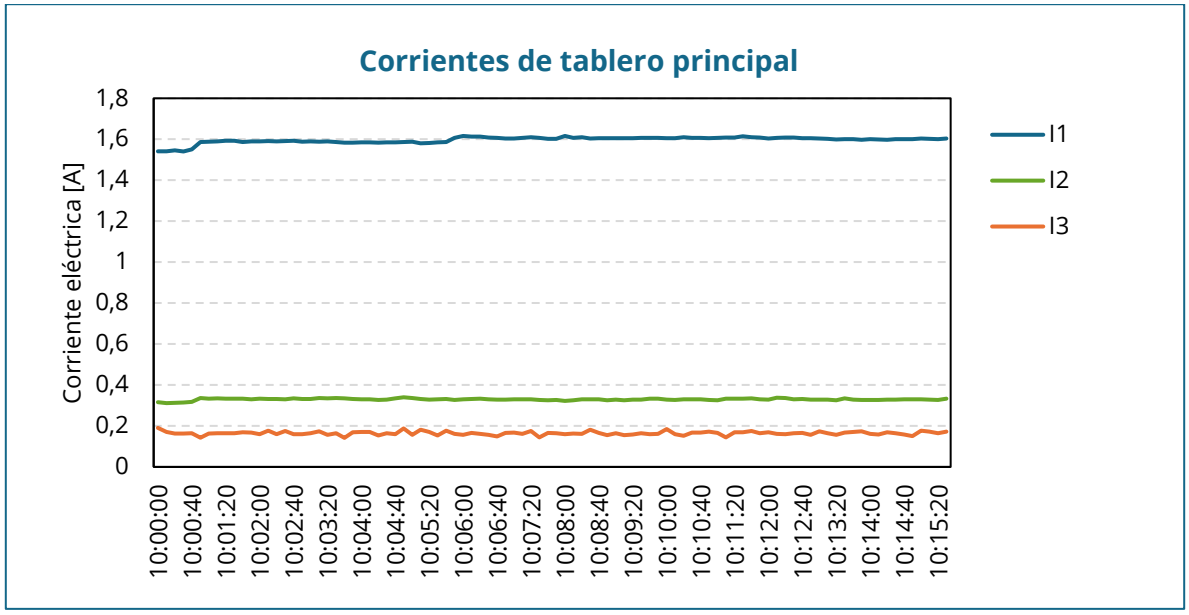
Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones obtenidas, se evidencia que los niveles de tensión registrados en la NIC: 4551769 (Figura 28) superan los límites establecidos por la normativa colombiana (187 V - 228 V), lo que puede afectar la operación adecuada de los equipos conectados. Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

Además, se evidencia en la Figura 32 que el factor de potencia se encuentra por debajo de los límites establecidos por la normativa colombiana (0,9 – 1). Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

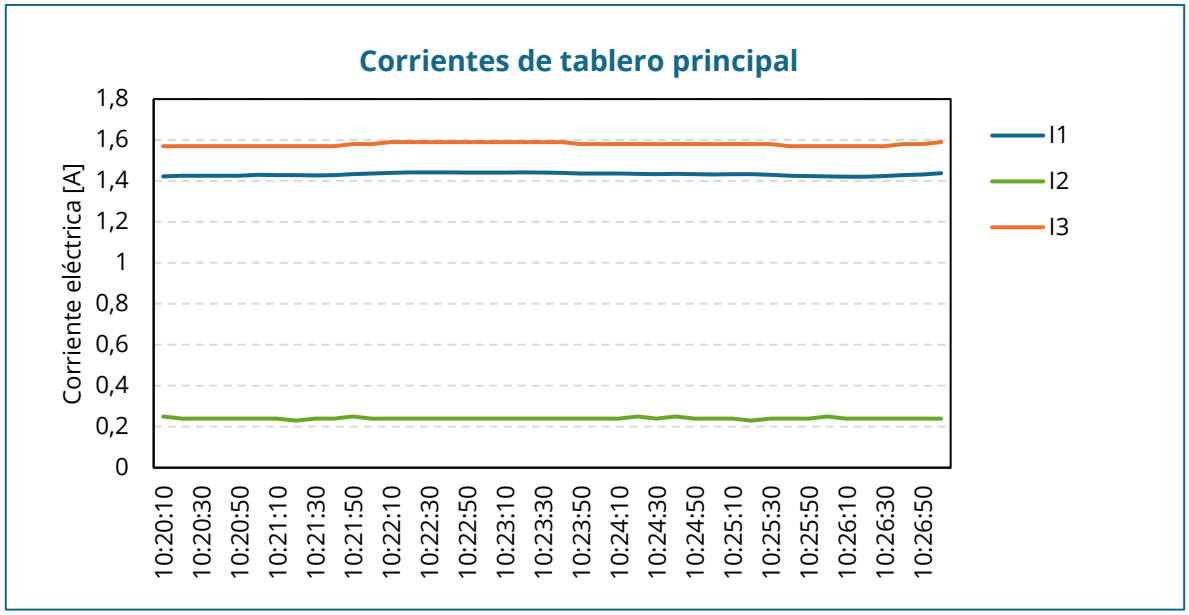
Adicionalmente a las mediciones anteriores, se desactivaron todas las cargas de tres cuentas asociadas al Coliseo de Ferias y se tomaron mediciones con el analizador de red. A continuación se presentan los hallazgos de la corriente:

Figura 33. Corrientes de tablero principal NIC: 4551768 sin cargas



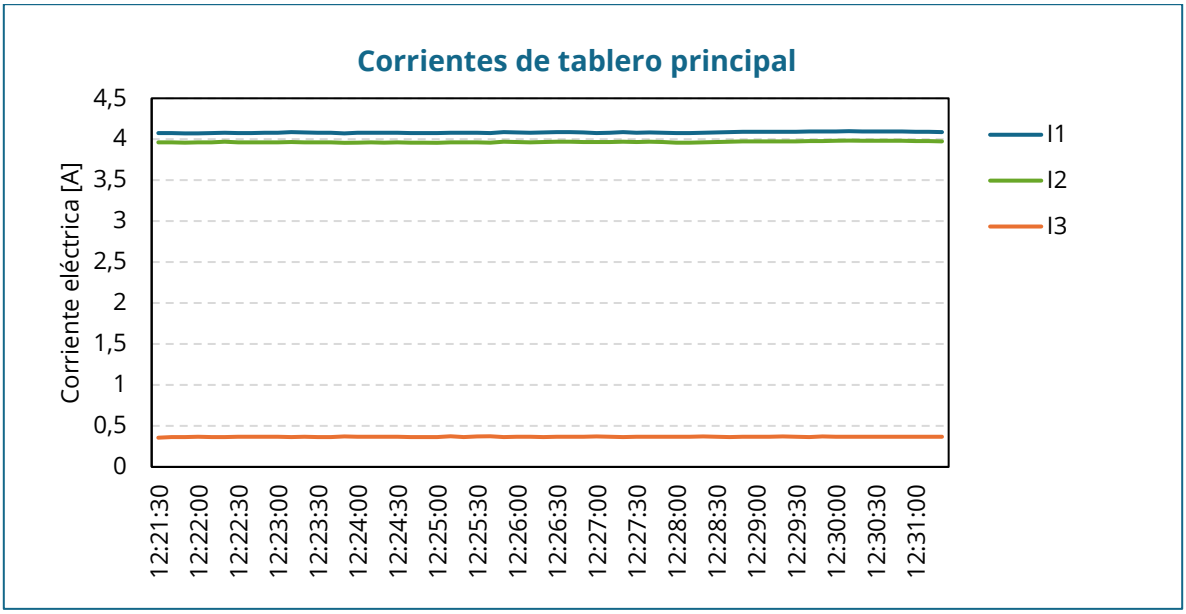
Fuente: Elaboración propia

Figura 34. Corrientes de tablero principal NIC: 4551769 sin cargas



Fuente: Elaboración propia

Figura 35. Corrientes de tablero principal NIC: 5875556 sin cargas



Fuente: Elaboración propia

En las tres cuentas de energía se pueden observar corrientes no nulas (1,6 A y 4 A). Si bien estos consumos pueden atribuirse a algunos reflectores con la fotocelda dañada, lo que provoca una operación continua, se recomienda corregir dichos reflectores y realizar un estudio de fugas de energía.

Cabe mencionar que la única cuenta a la que no se le realizó este proceso fue a NIC: 7963048. Esto se debe a que, en el momento de tomar las mediciones, el personal de campo detectó que la protección del tablero se encuentra dañada y disparada, lo que registra mediciones nulas. Sin embargo, al revisar el cableado de la red, se pueden observar cargas de iluminación asociadas al medidor que están aguas arriba del tablero. Se sugiere reubicar estas cargas y realizar mantenimiento correctivo.

4.5 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa del Coliseo de ferias NIC: 4551769. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 10 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

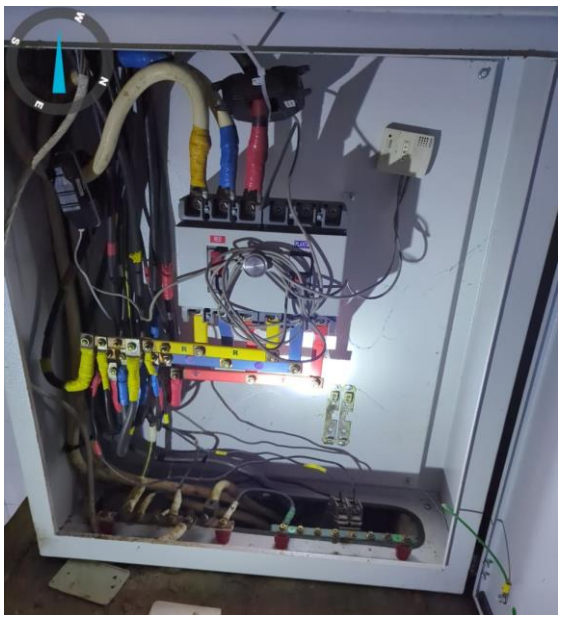
Tabla 10. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia NIC: 4551769

Variable	Promedio	Desviación estándar
U1	238,45	0,16%
U2	235,25	0,15%
U3	238,62	0,14%
Factor de potencia	0,709	1,35%

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 11.

Figura 36. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas NIC: 4551769



Fuente: Elaboración propia

Tabla 11. Especificaciones de medición con datalogger NIC: 4551769

Fecha de inicio	09 de diciembre de 2025
Feche final	10 de diciembre de 2025
Días de medición	1,18
Frecuencia de muestreo [s]	60

Fuente: Elaboración propia

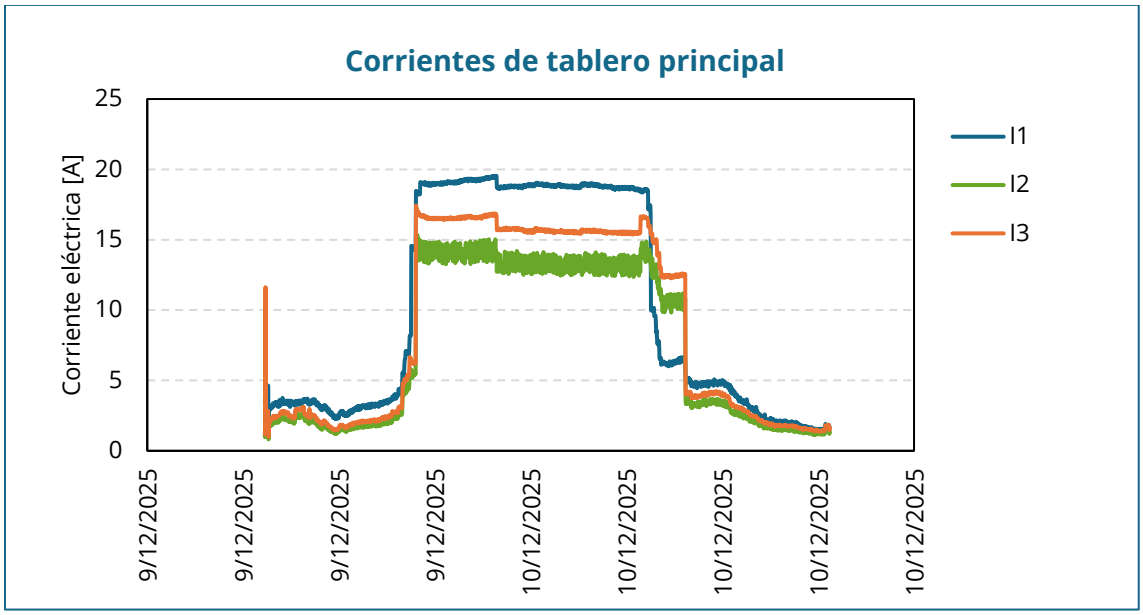
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 37 y la Figura 38. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 12.

Tabla 12. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura NIC: 4551769

Energía medida [kWh]	73
Energía interpolada [kWh]	1.849
Energía facturada [kWh]	1.760
Diferencia relativa [%]	5,1%

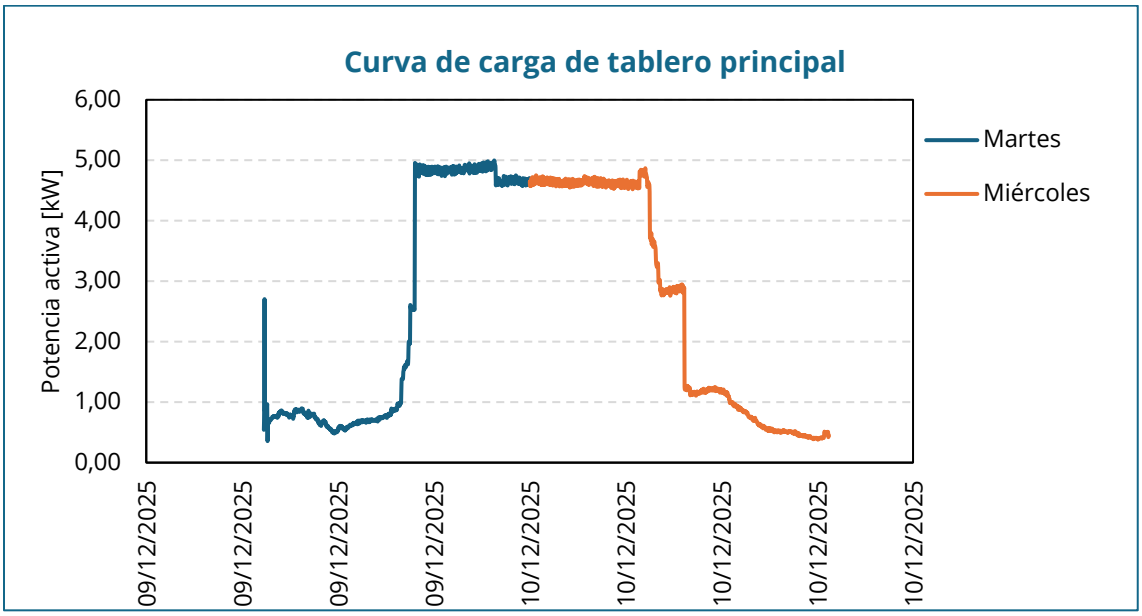
Fuente: Elaboración propia

Figura 37. Corrientes de tablero principal NIC: 4551769



Fuente: Elaboración propia

Figura 38. Curva de carga de tablero principal NIC: 4551769



Fuente: Elaboración propia

Si bien, la diferencia entre el valor facturado e interpolado en la Tabla 12 fue bajo, no se puede tomar como representativo, dado que a lo largo del año se presentan otros eventos diferentes a la feria ganadera, como eventos religiosos, lo que puede provocar fluctuaciones drásticas en el consumo.

5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 39).

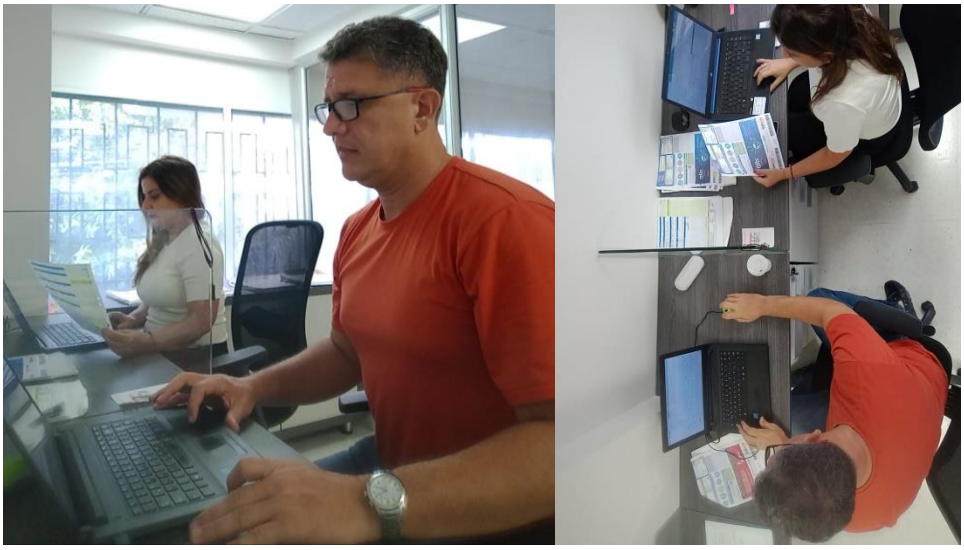
Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil, pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa (equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final

del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia.

-**Contribución (Cargo por Uso Comercial):** De acuerdo con la (Ley 142, 1994), a las instalaciones catalogadas como "comerciales" se les aplica un recargo del 20% sobre el costo total de la energía (activa y reactiva), antes de intereses u otros recargos. En el análisis presente, este valor ya se encuentra incluido en los costos unitarios y totales. Este es el caso puntual de las cuentas NIC: 4551768 (Coliseo de Ferias – Dup 1), NIC: 4551769 (Coliseo de Ferias – Dup 2), NIC: 5875556 (Coliseo de Ferias – Local 1, Vereda Loma Grande).

Figura 39. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público:** Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana:** Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

Observación General:

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

Coliseo de Ferias – Dup 1- NIC: 4551768 - Medidor: 062041143

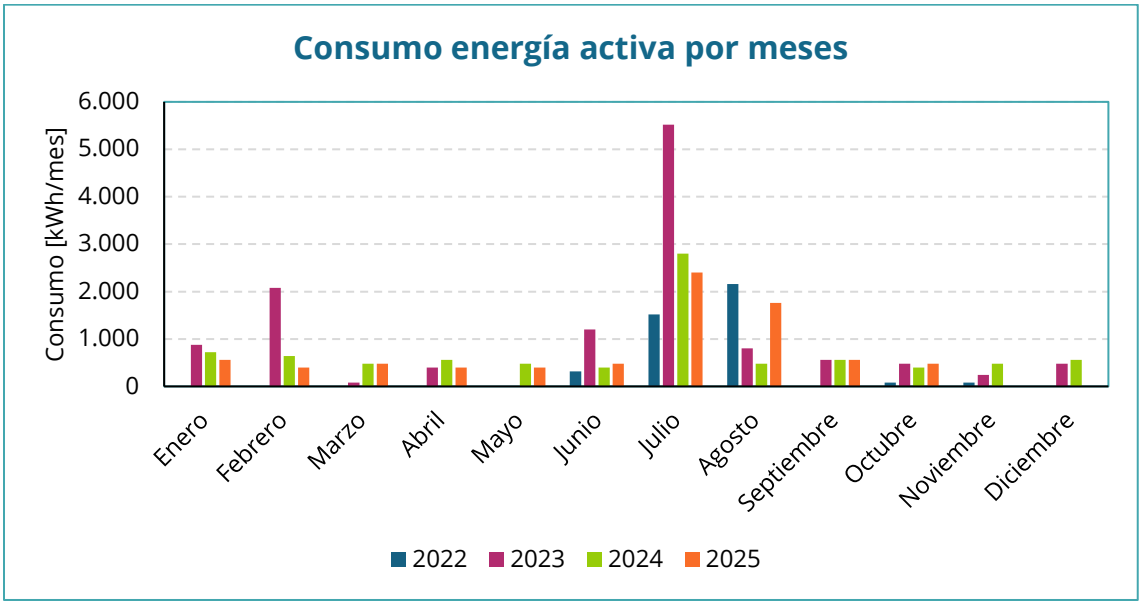
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 13, con el cual se construyó la Figura 40. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 13. Registro de consumo histórico de energía activa

Mes	Consumo de energía activa [kWh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	880	720	560
Febrero	Sin información	2.080	640	400
Marzo	Sin información	80	480	480
Abril	Sin información	400	560	400
Mayo	0	0	480	400
Junio	320	1.200	400	480
Julio	1.520	5.520	2.800	2.400
Agosto	2.160	800	480	1.760
Septiembre	0	560	560	560
Octubre	80	480	400	480
Noviembre	80	240	480	
Diciembre	0	480	560	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 40. Consumo histórico de energía activa



Fuente: Elaboración propia

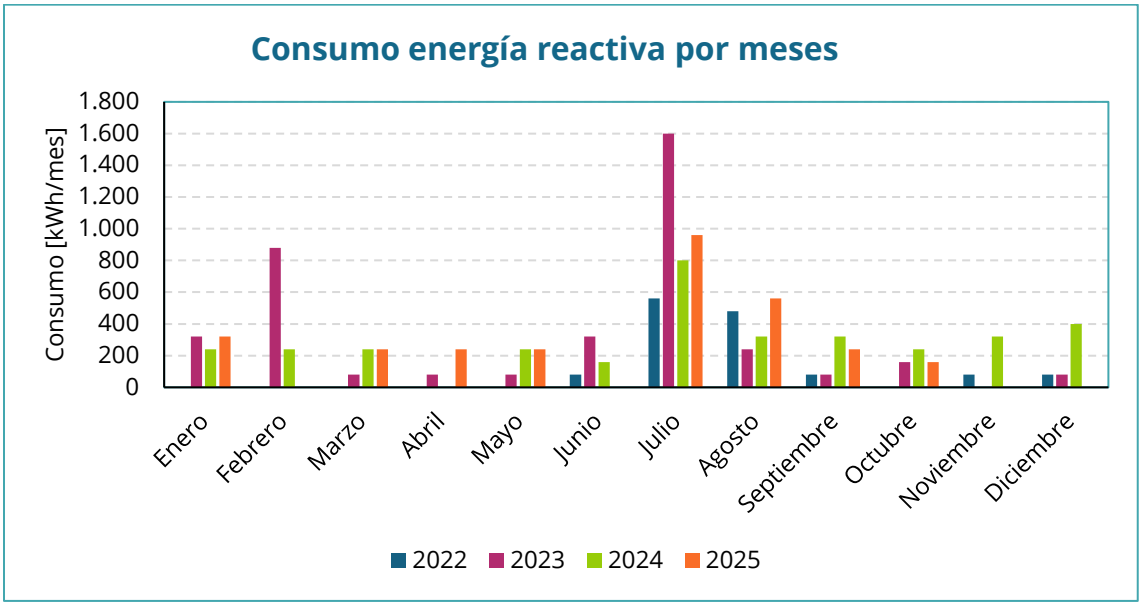
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 14, con el cual se construyó la Figura 41. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 14. Registro de consumo histórico de energía reactiva

Mes	Consumo de energía reactiva [kVARh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	320	240	320
Febrero	Sin información	880	240	Sin información
Marzo	Sin información	80	240	240
Abril	Sin información	80	Sin información	240
Mayo	0	80	240	240
Junio	80	320	160	0
Julio	560	1.600	800	960
Agosto	480	240	320	560
Septiembre	80	80	320	240
Octubre	Sin información	160	240	160
Noviembre	80	0	320	
Diciembre	80	80	400	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 41. Consumo histórico de energía reactiva



Fuente: Elaboración propia

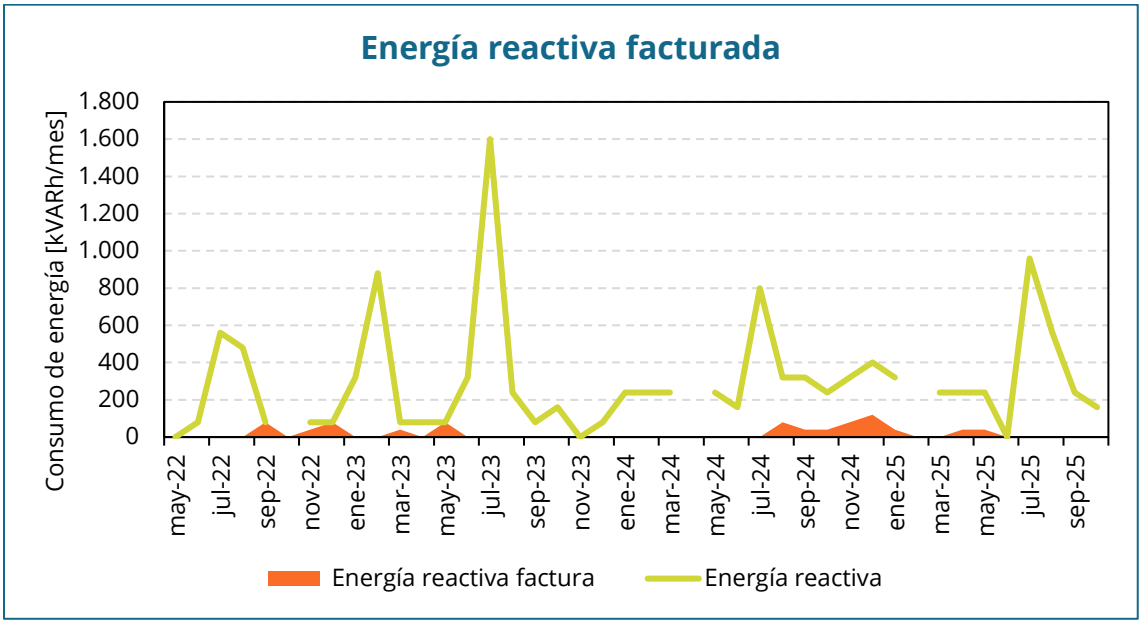
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 15, con el cual se construyó la Figura 42. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

Mes	Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	40
Febrero	Sin información	0	0	Sin información
Marzo	Sin información	40	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	40
Mayo	0	80	0	40
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	80	0
Septiembre	80	0	40	0
Octubre	Sin información	0	40	0
Noviembre	40	0	80	
Diciembre	80	0	120	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 42. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada



Fuente: Elaboración propia

Coliseo de Ferias – Dup 2 - NIC: 4551769 - Medidor: 063130513

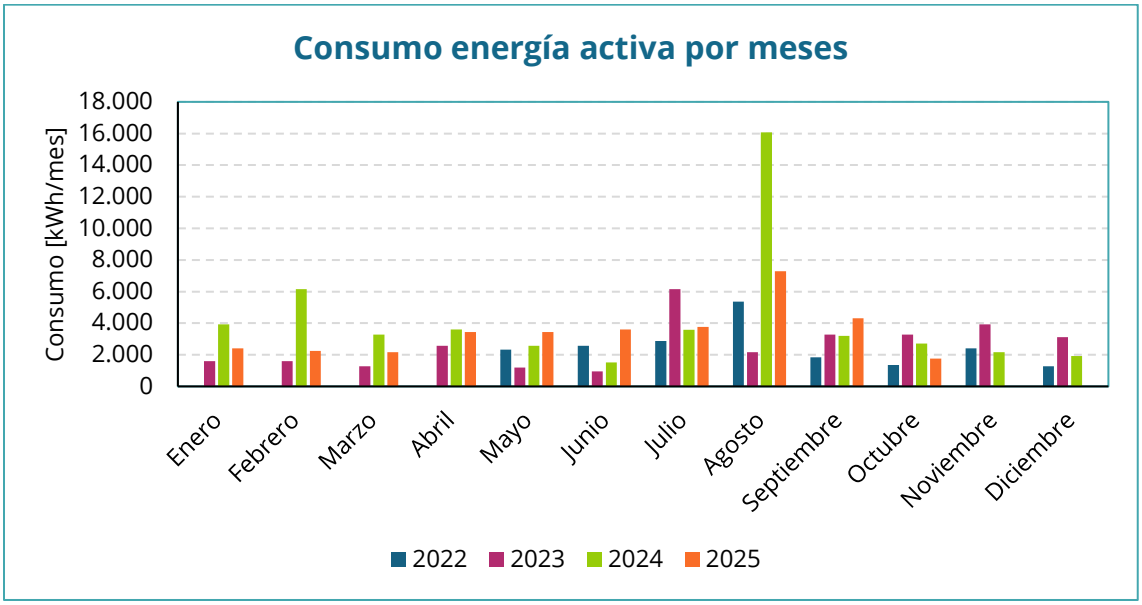
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 16, con el cual se construyó la Figura 43. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía activa

Mes	Consumo de energía activa [kWh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	1.600	3.920	2.400
Febrero	Sin información	1.600	6.160	2.240
Marzo	Sin información	1.280	3.280	2.160
Abril	Sin información	2.560	3.600	3.440
Mayo	2.320	1.200	2.560	3.440
Junio	2.560	960	1.520	3.600
Julio	2.880	6.160	3.584	3.760
Agosto	5.360	2.160	16.080	7.280
Septiembre	1.840	3.280	3.200	4.320
Octubre	1.360	3.280	2.720	1.760
Noviembre	2.400	3.920	2.160	
Diciembre	1.280	3.120	1.920	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 43. Consumo histórico de energía activa



Fuente: Elaboración propia

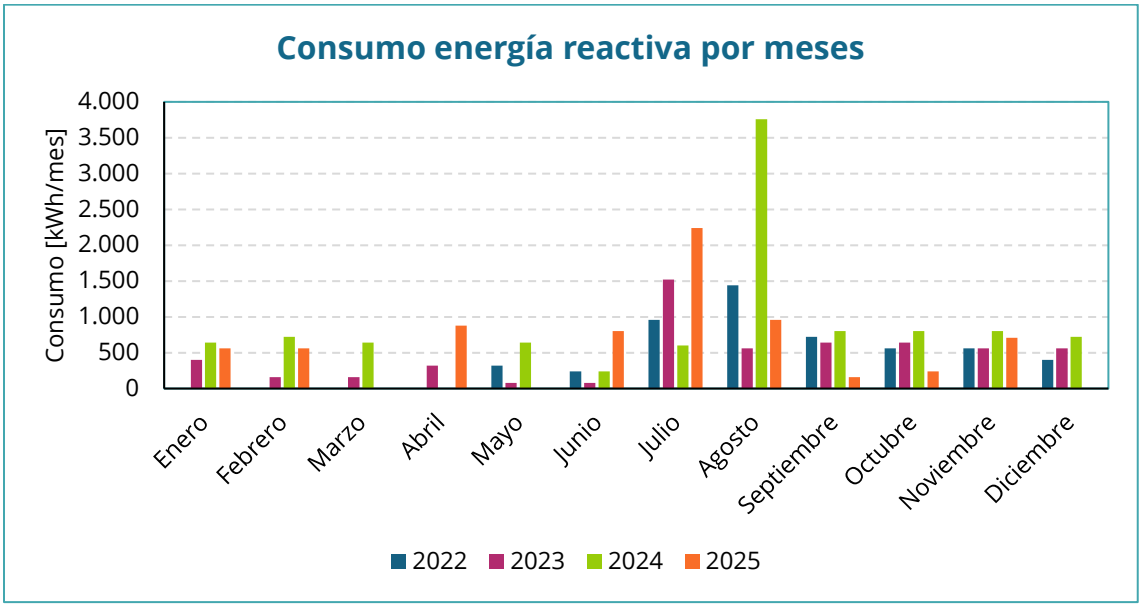
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 17, con el cual se construyó la Figura 44. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva

Mes	Consumo de energía reactiva [kVARh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	400	640	560
Febrero	Sin información	160	720	560
Marzo	Sin información	160	640	Sin información
Abril	Sin información	320	Sin información	880
Mayo	320	80	640	Sin información
Junio	240	80	240	800
Julio	960	1.520	600	2.240
Agosto	1.440	560	3.760	960
Septiembre	720	640	800	160
Octubre	560	640	800	240
Noviembre	560	560	800	
Diciembre	400	560	720	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 44. Consumo histórico de energía reactiva



Fuente: Elaboración propia

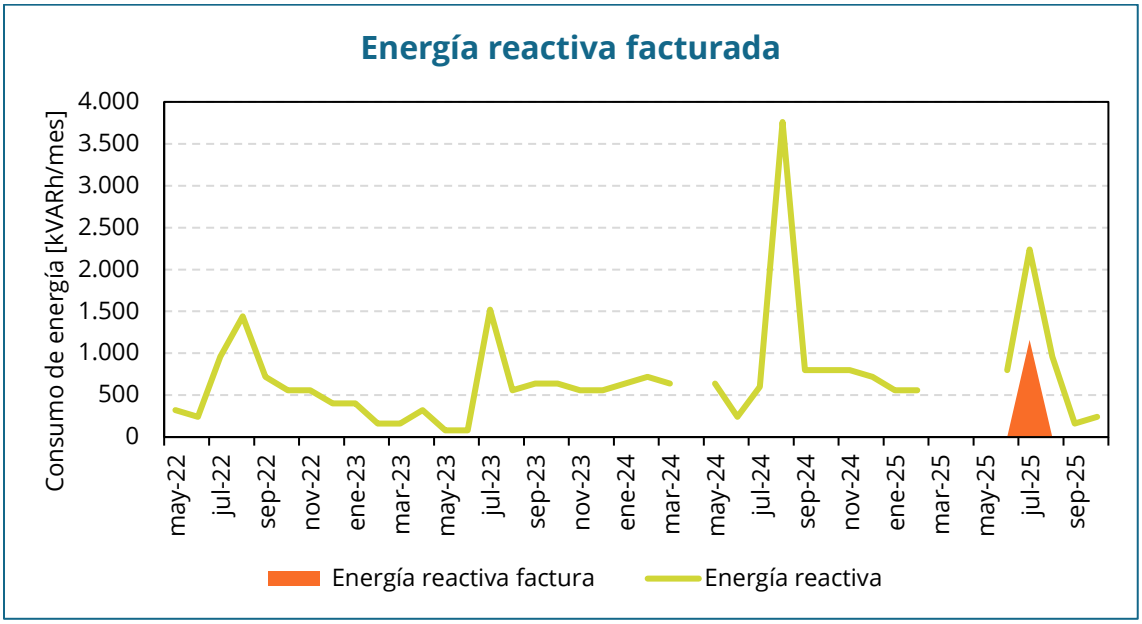
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 18, con el cual se construyó la Figura 45. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 18. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

Mes	Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	0
Febrero	Sin información	0	0	0
Marzo	Sin información	0	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	0
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	1,160
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	
Diciembre	0	0	0	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 45. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada



Fuente: Elaboración propia

Coliseo de Ferias – Local 1, Vereda Loma Grande - NIC: 5875556 - Medidor: 36098771

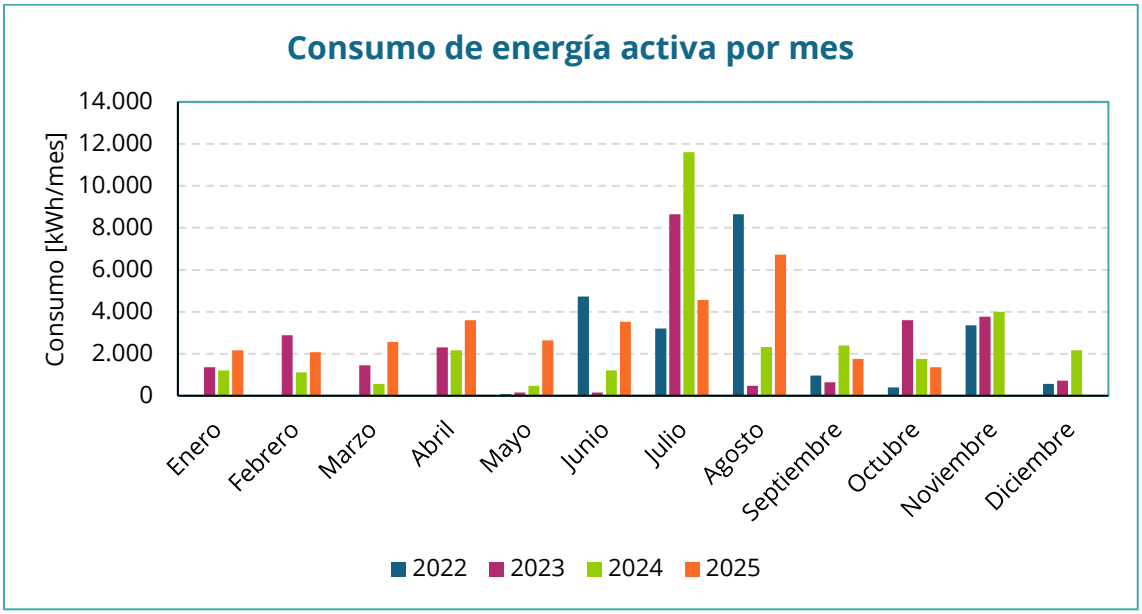
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 19, con el cual se construyó la Figura 46. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 19. Registro de consumo histórico de energía activa

Mes	Consumo de energía activa [kWh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	1.360	1.200	2.160
Febrero	Sin información	2.880	1.120	2.080
Marzo	Sin información	1.457	560	2.560
Abril	Sin información	2.303	2.160	3.600
Mayo	80	160	480	2.640
Junio	4.720	160	1.200	3.520
Julio	3.200	8.640	11.600	4.560
Agosto	8.640	480	2.320	6.720
Septiembre	960	640	2.400	1.760
Octubre	400	3.600	1.760	1.360
Noviembre	3.360	3.760	4.000	
Diciembre	560	720	2.160	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 46. Consumo histórico de energía activa



Fuente: Elaboración propia

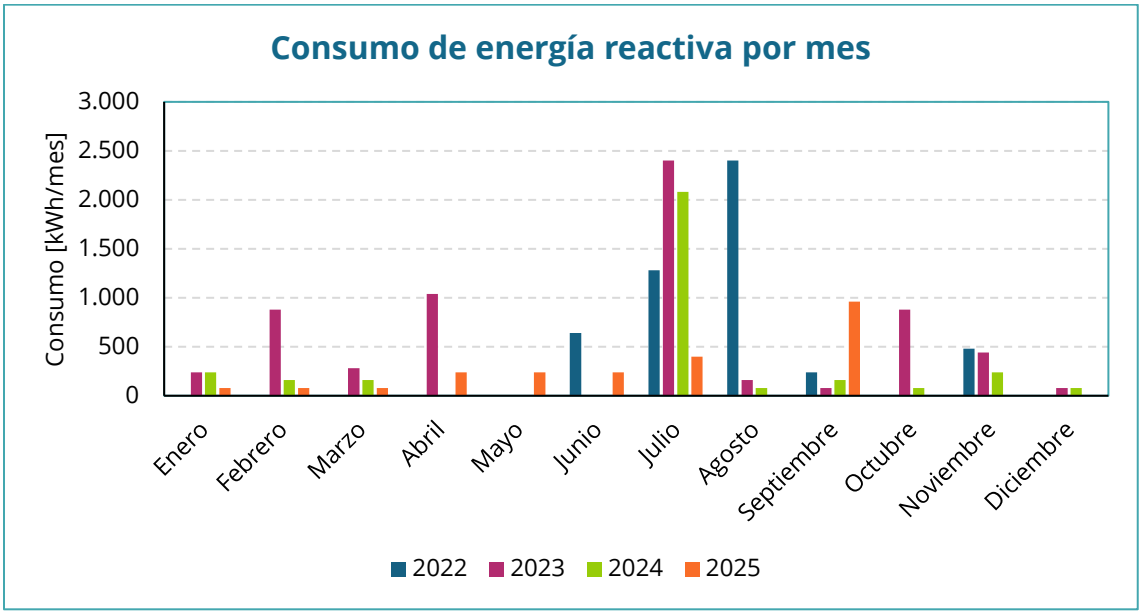
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 20, con el cual se construyó la Figura 47. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 20. Registro de consumo histórico de energía reactiva

Mes	Consumo de energía reactiva [kVARh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	240	240	80
Febrero	Sin información	880	160	80
Marzo	Sin información	282	160	80
Abril	Sin información	1.040	Sin información	240
Mayo	0	0	0	240
Junio	640	0	0	240
Julio	1.280	2.400	2.080	400
Agosto	2.400	160	80	0
Septiembre	240	80	160	960
Octubre	1	880	80	0
Noviembre	480	440	240	
Diciembre	0	80	80	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 47. Consumo histórico de energía reactiva



Fuente: Elaboración propia

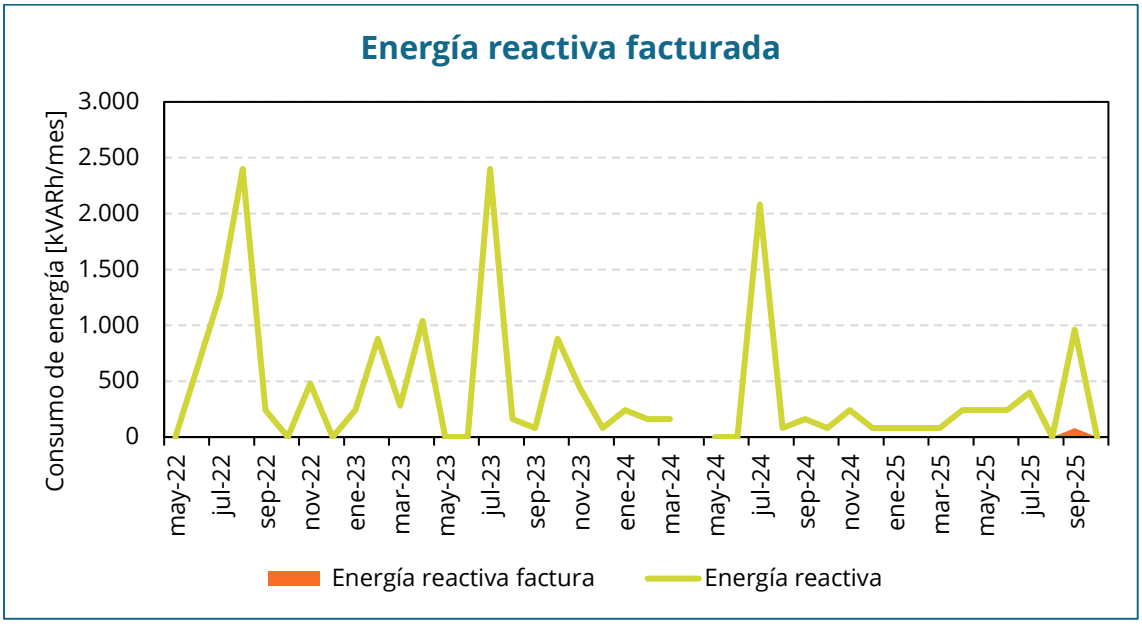
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 21, con el cual se construyó la Figura 48. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 21. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

Mes	Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	0
Febrero	Sin información	0	0	0
Marzo	Sin información	0	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	0
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	80
Octubre	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	
Diciembre	0	0	0	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 48. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada



Fuente: Elaboración propia

Coliseo de Ferias – Local Mot, Vereda Loma Grande - NIC: 7963048 - Medidor: 84016543

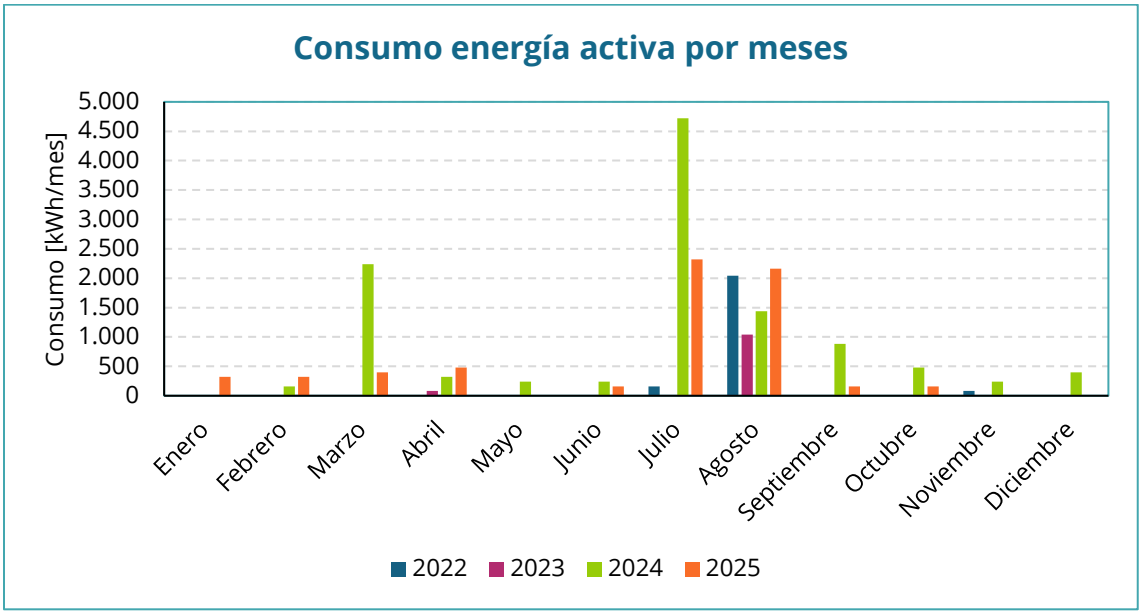
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 22, con el cual se construyó la Figura 49. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 22. Registro de consumo histórico de energía activa

Mes	Consumo de energía activa [kWh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	320
Febrero	Sin información	0	160	320
Marzo	Sin información	0	2.240	400
Abril	Sin información	80	320	480
Mayo	0	0	240	0
Junio	0	0	240	160
Julio	160	0	4.720	2.320
Agosto	2.040	1.040	1.440	2.160
Septiembre	0	0	880	160
Octubre	Sin información	0	480	160
Noviembre	80	0	240	
Diciembre	0	0	400	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 49. Consumo histórico de energía activa



Fuente: Elaboración propia

El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 23, con el cual se construyó la

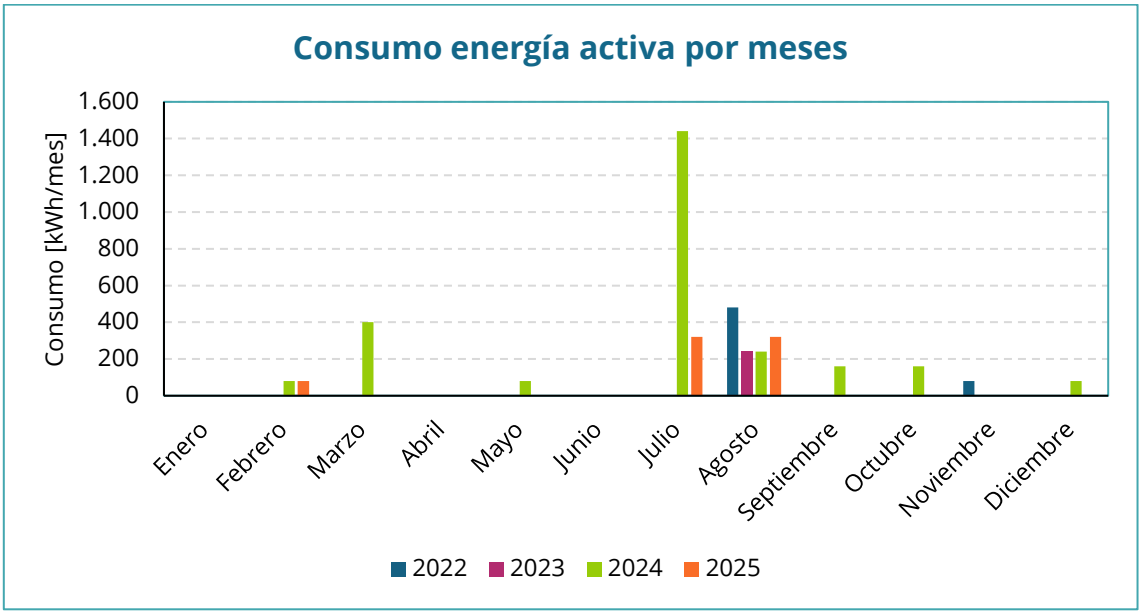
Figura *50*. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 23. Registro de consumo histórico de energía reactiva

Mes	Consumo de energía reactiva [kVARh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	Sin información
Febrero	Sin información	0	80	80
Marzo	Sin información	0	400	Sin información
Abril	Sin información	0	Sin información	0
Mayo	0	0	80	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	1.440	320
Agosto	480	240	240	320
Septiembre	0	0	160	0
Octubre	Sin información	0	160	0
Noviembre	80	0	0	
Diciembre	0	0	80	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 50. Consumo histórico de energía reactiva



Fuente: Elaboración propia

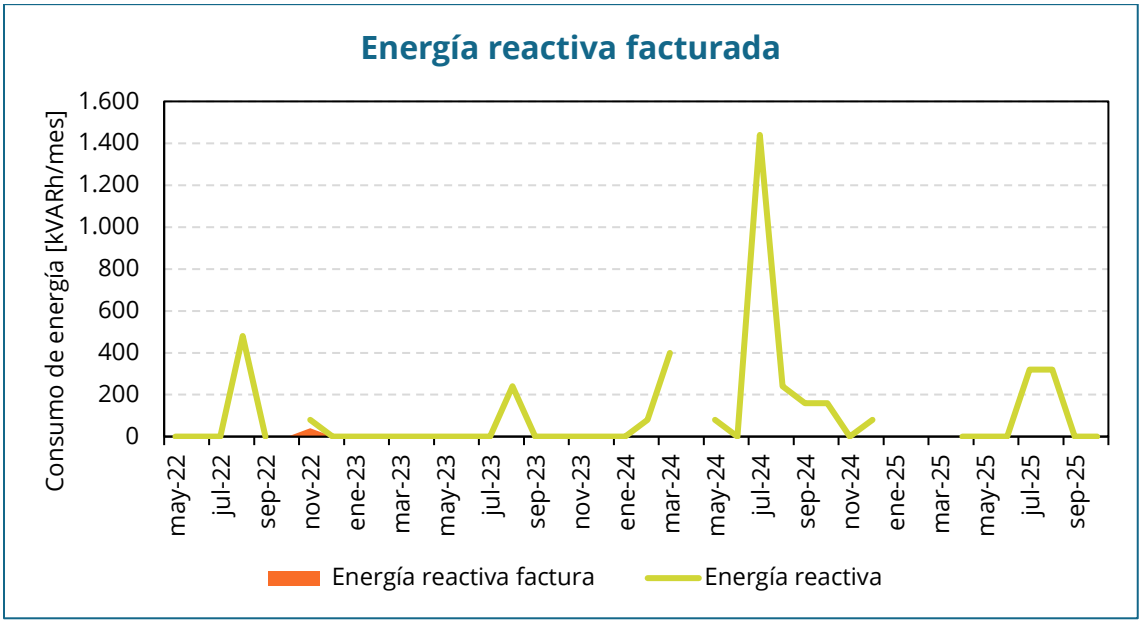
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 24, con el cual se construyó la Figura 51. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 24. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

Mes	Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	Sin información
Febrero	Sin información	0	0	0
Marzo	Sin información	0	0	Sin información
Abril	Sin información	0	Sin información	0
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	Sin información	0	0	0
Noviembre	40	0	0	
Diciembre	0	0	0	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 51. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada



Fuente: Elaboración propia

5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 8% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla 13, Tabla 16, Tabla 19, Tabla 22), específicamente en los meses con feria ganadera u otros eventos (Julio y agosto). Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

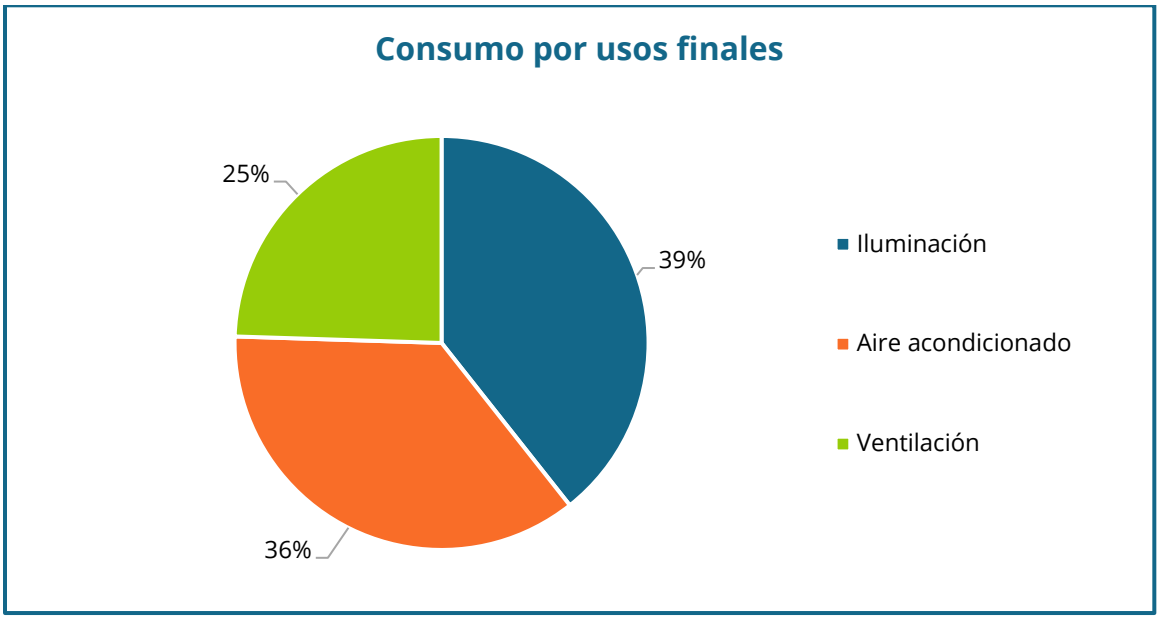
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 25, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 52 y el diagrama de Pareto en la Figura 53.

Tabla 25. Participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **con ferias**

Uso	Consumo [kWh/día]	Participación
Iluminación	221	39%
Aire acondicionado	203	36%
Ventilación	138	24%
Total	**561**	**100%**

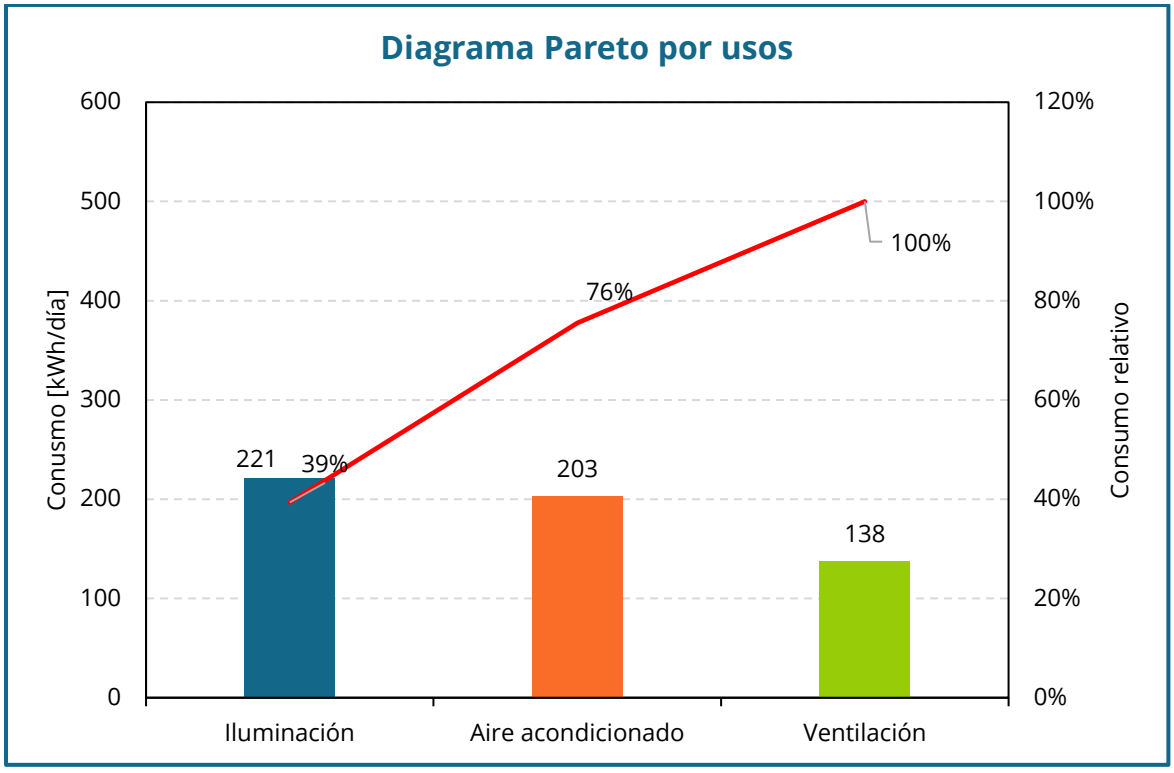
Fuente: Elaboración propia

Figura 52. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **con ferias**



Fuente: Elaboración propia

Figura 53. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **con ferias**



Fuente: Elaboración propia

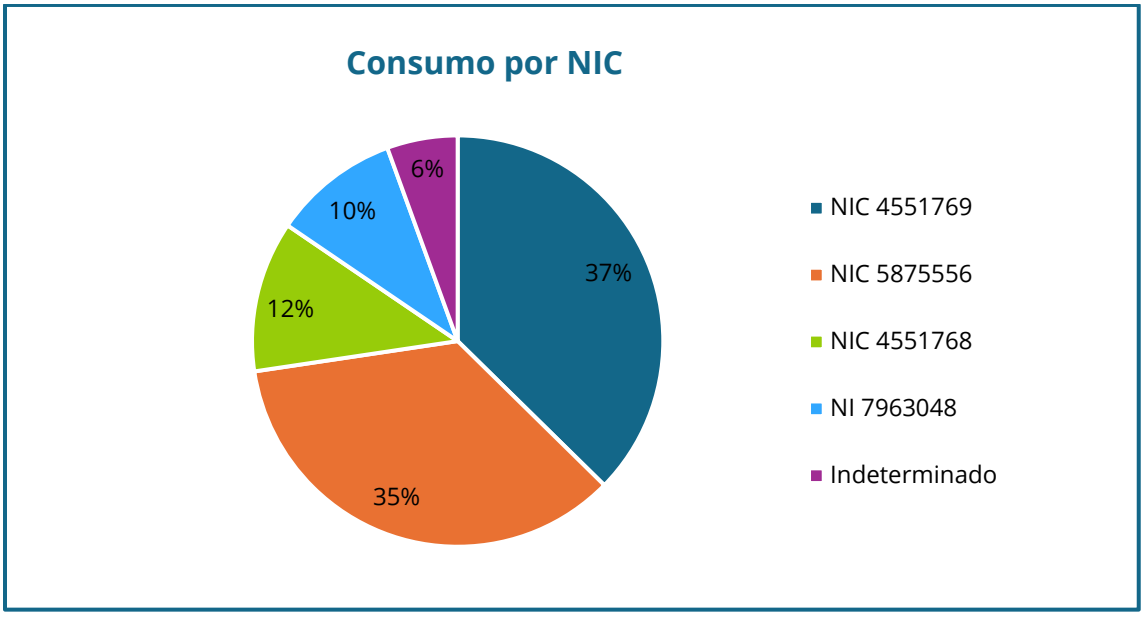
La participación de consumo por NIC se sintetiza en la Tabla 26, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 54 y el diagrama de Pareto en la Figura 55.

Tabla 26. Participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **con ferias**

Edificación	Consumo [kWh/día]	Participación
NIC 4551769	210	37%
NIC 5875556	198	35%
NIC 4551768	67	12%
NI 7963048	56	10%
Indeterminado	31	6%
Total	**561**	**100%**

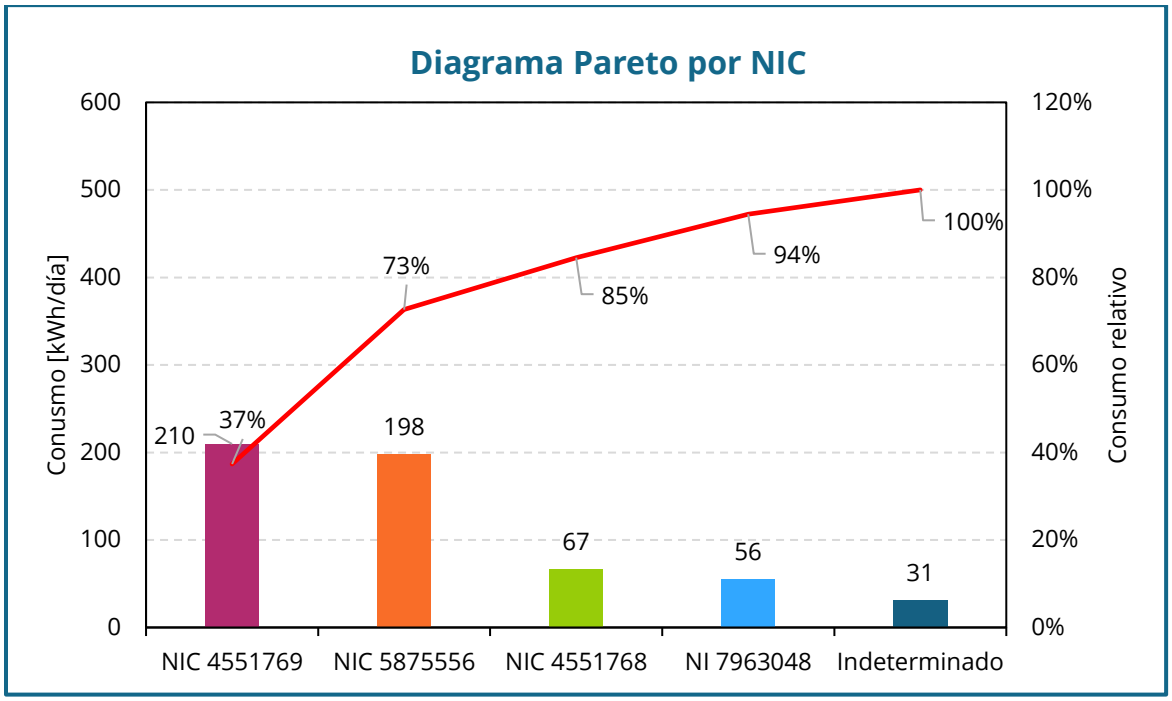
Fuente: Elaboración propia

Figura 54. Porcentaje de participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **con ferias**



Fuente: Elaboración propia

Figura 55. Diagrama de Pareto – consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **con ferias**



Fuente: Elaboración propia

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 13,5% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla 13, Tabla 16, Tabla 19, Tabla 22), específicamente en los meses sin ferias u otros eventos (enero, febrero, marzo, abril, mayo, junio, septiembre, octubre, noviembre y diciembre). Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

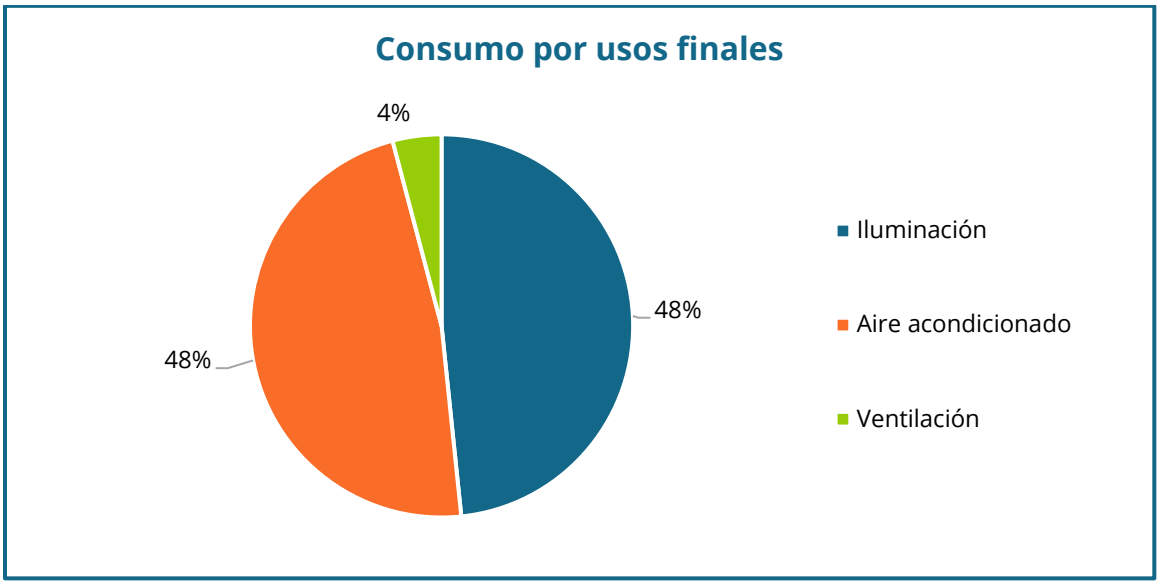
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 27, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 56 y el diagrama de Pareto en la Figura 57.

Tabla 27. Participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **sin ferias**

Uso	Consumo [kWh/día]	Participación
Iluminación	73	13%
Aire acondicionado	72	13%
Ventilación	6	1%
Total	**561**	**100%**

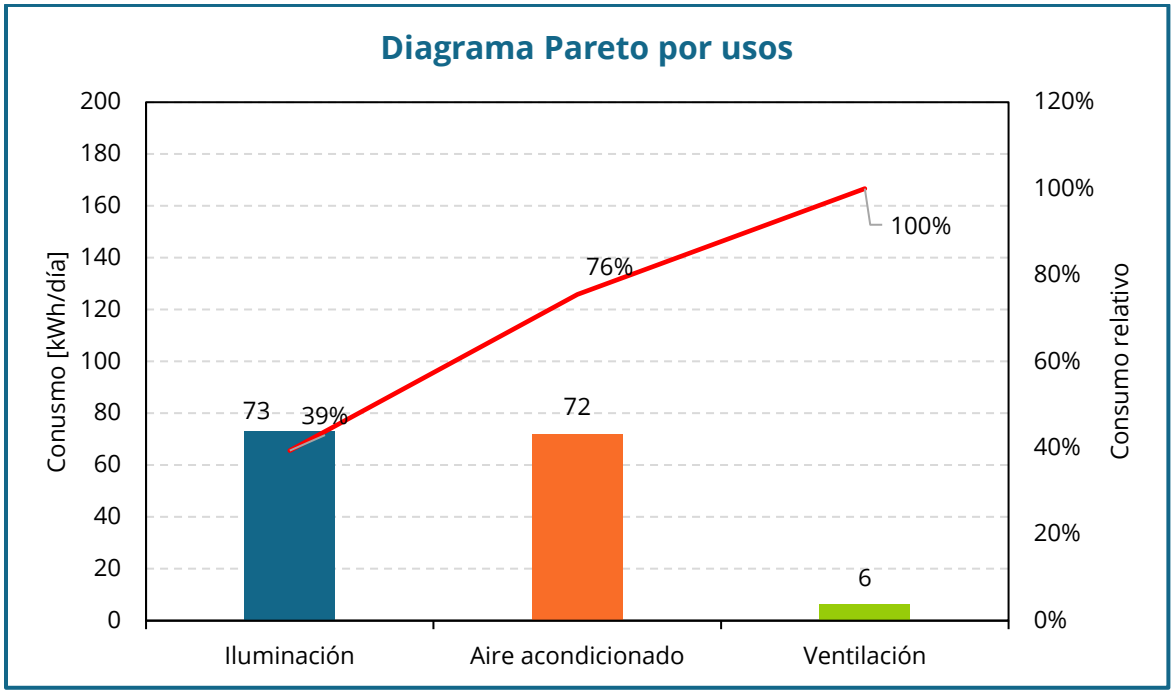
Fuente: Elaboración propia

Figura 56. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **sin ferias**



Fuente: Elaboración propia

Figura 57. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del Coliseo de ferias **sin ferias**



Fuente: Elaboración propia

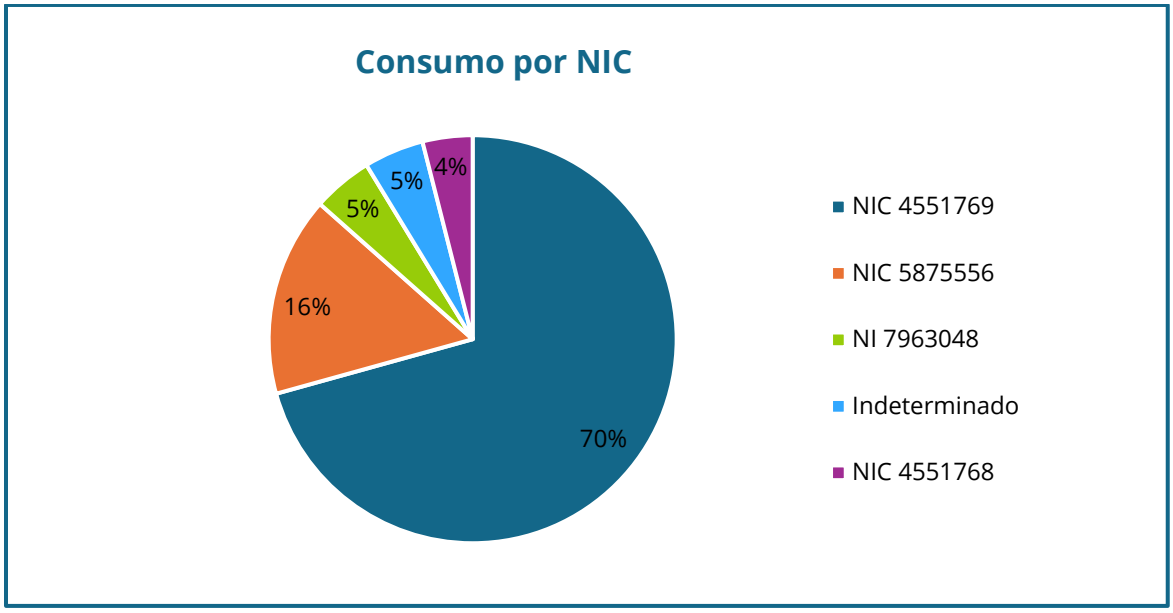
La participación de consumo por NIC se sintetiza en la Tabla 28, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 58 y el diagrama de Pareto en la Figura 59.

Tabla 28. Participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **sin ferias**

Edificación	Consumo [kWh/día]	Participación
NIC 4551769	107	19%
NIC 5875556	24	4%
NI 7963048	7	1%
Indeterminado	7	1%
NIC 4551768	6	1%
Total	**561**	**100%**

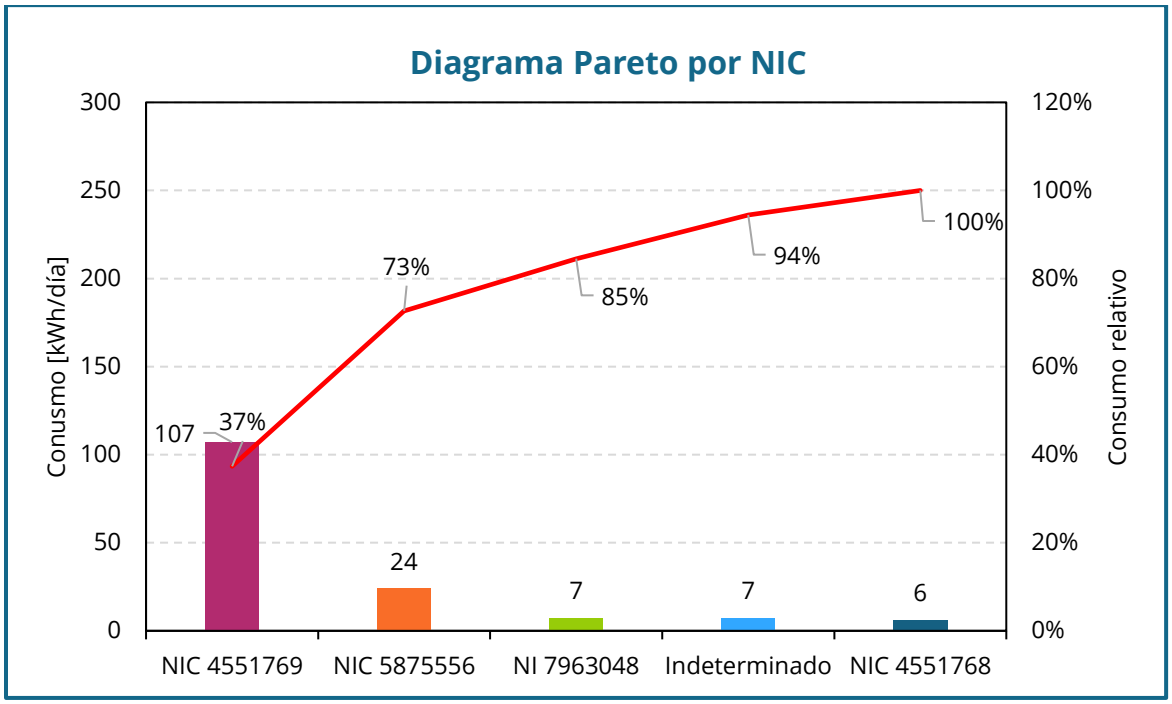
Fuente: Elaboración propia

Figura 58. Porcentaje de participación de consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **sin ferias**



Fuente: Elaboración propia

Figura 59. Diagrama de Pareto – consumo de energía por NIC del Coliseo de ferias **sin ferias**



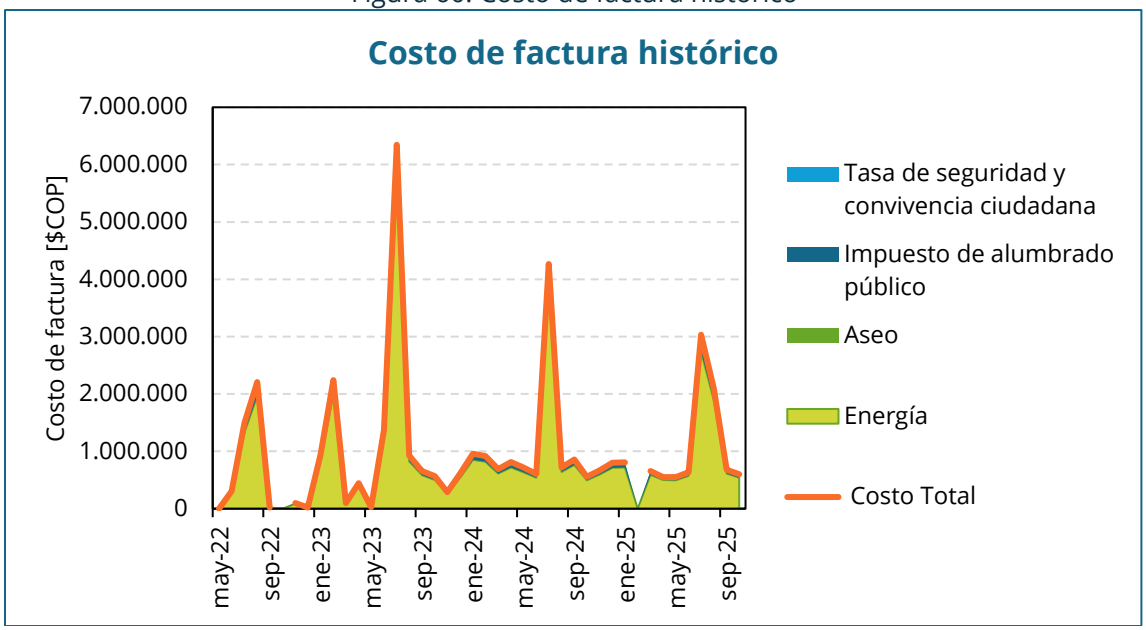
Fuente: Elaboración propia

5.3 Caracterización de costo de la energía

Coliseo de Ferias – Dup 1- NIC: 4551768 - Medidor: 062041143

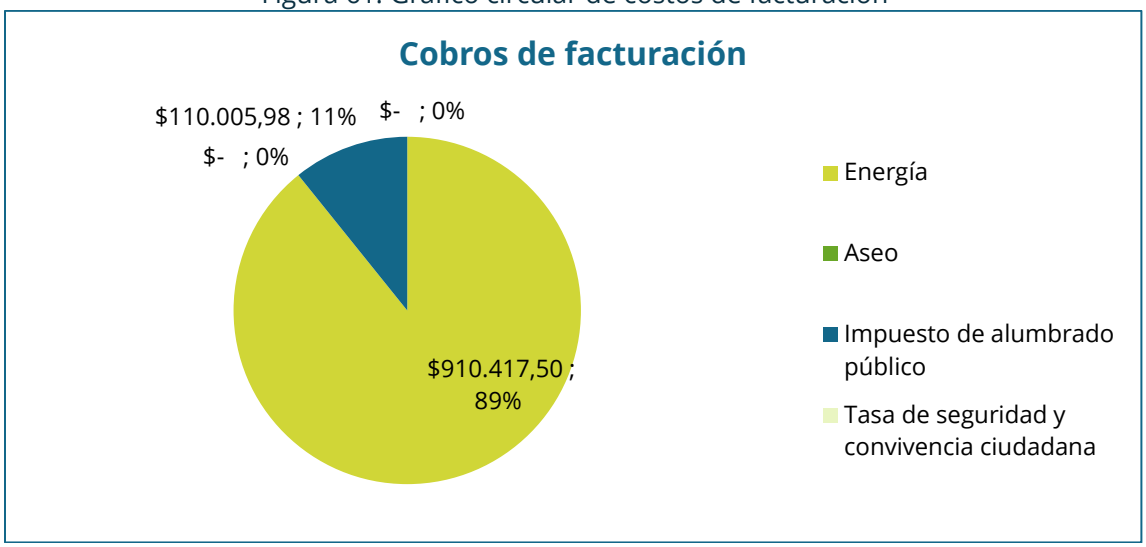
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 60 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 61.

Figura 60. Costo de factura histórico



Fuente: Elaboración propia

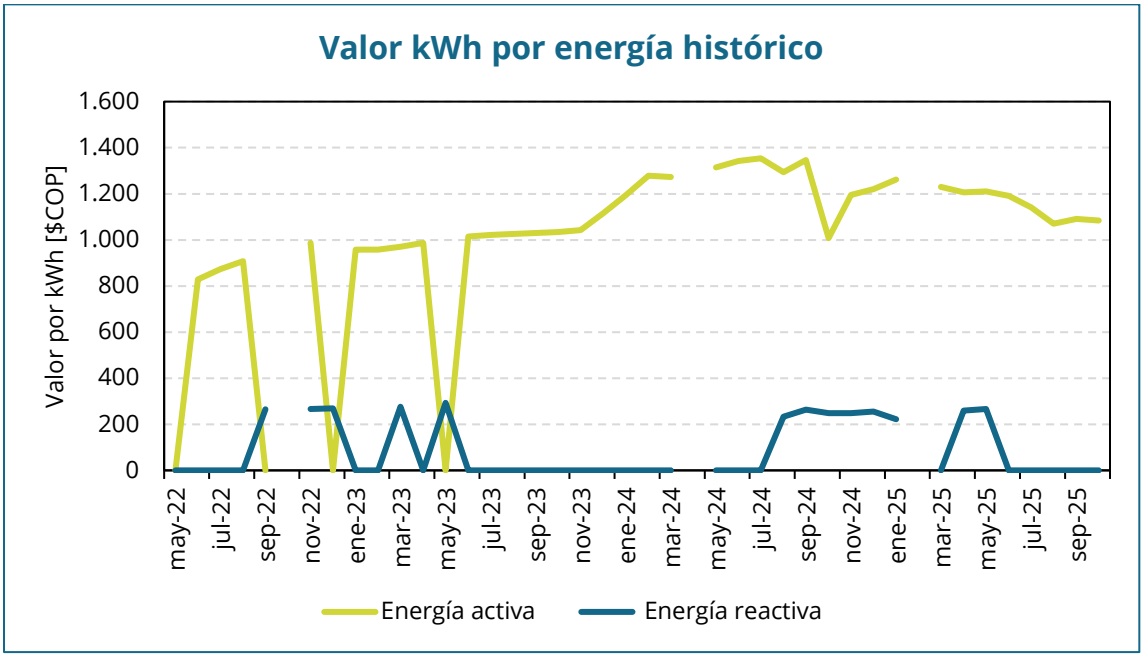
Figura 61. Gráfico circular de costos de facturación



Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 62 (ver registros en la Tabla 29 y la Tabla 30).

Figura 62. Costo unitario por kWh de energía



Fuente: Elaboración propia

Tabla 29. Costo unitario por kWh de energía activa

Mes	Valor promedio facturado por kWh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	958	1.194	1.262
Febrero	Sin información	958	1.279	Sin información
Marzo	Sin información	970	1.273	1.230
Abril	Sin información	987	Sin información	1.207
Mayo	0	0	1.315	1.210
Junio	829	1.014	1.342	1.191
Julio	873	1.022	1.354	1.140
Agosto	908	1.026	1.294	1.070
Septiembre	0	1.029	1.346	1.091
Octubre	Sin información	1.035	1.007	1.085
Noviembre	987	1.042	1.195	
Diciembre	0	1.116	1.219	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 30. Costo unitario por kWh de energía reactiva

Mes	Valor promedio facturado por kVARh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	255
Febrero	Sin información	0	0	223
Marzo	Sin información	276	0	Sin información
Abril	Sin información	0	Sin información	0
Mayo	0	293	0	260
Junio	0	0	0	266
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	233	0
Septiembre	264	0	264	0
Octubre	Sin información	0	248	0
Noviembre	266	0	248	
Diciembre	269	0	255	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

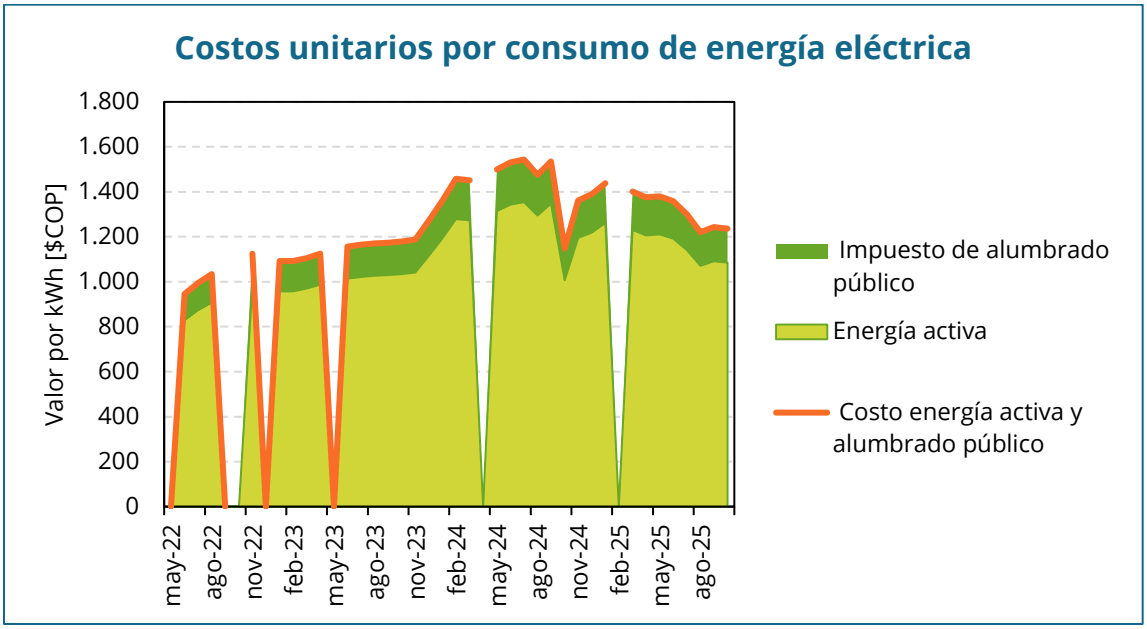
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 63 (ver registros en la Tabla 31). El promedio de este valor es de $1.222,11 COP.

Tabla 31. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	1.092	1.361	1.438
Febrero	Sin información	1.092	1.458	Sin información
Marzo	Sin información	1.106	1.452	1.402
Abril	Sin información	1.125	Sin información	1.376
Mayo	0	0	1.499	1.380
Junio	945	1.156	1.530	1.358
Julio	995	1.165	1.544	1.300
Agosto	1.035	1.170	1.475	1.220
Septiembre	0	1.174	1.535	1.244
Octubre	Sin información	1.179	1.148	1.236
Noviembre	1.126	1.188	1.362	
Diciembre	0	1.273	1.390	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 63. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 64. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 32, la Tabla 33 y la Tabla 34, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 32. Costo facturado por energía activa

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	842.811	859.550	706.540
Febrero	Sin información	1.992.099	818.426	Sin información
Marzo	Sin información	77.586	611.189	590.284
Abril	Sin información	394.804	Sin información	482.687
Mayo	0	0	631.090	484.100
Junio	265.309	1.216.800	536.896	571.834
Julio	1.326.382	5.640.998	3.791.284	2.736.816
Agosto	1.960.222	821.104	621.072	1.883.939
Septiembre	0	576.503	754.012	610.887
Octubre	Sin información	496.618	402.828	520.618
Noviembre	78.989	250.044	573.499	
Diciembre	0	535.800	682.909	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 33. Costo facturado por energía reactiva

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	30.608
Febrero	Sin información	0	0	10.022
Marzo	Sin información	11.024	0	Sin información
Abril	Sin información	0	Sin información	0
Mayo	0	23.448	0	10.383
Junio	0	0	0	10.656
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	18.600	0
Septiembre	21.152	0	10.564	0
Octubre	Sin información	0	9.930	0
Noviembre	10.642	0	19.830	
Diciembre	21.552	0	30.608	

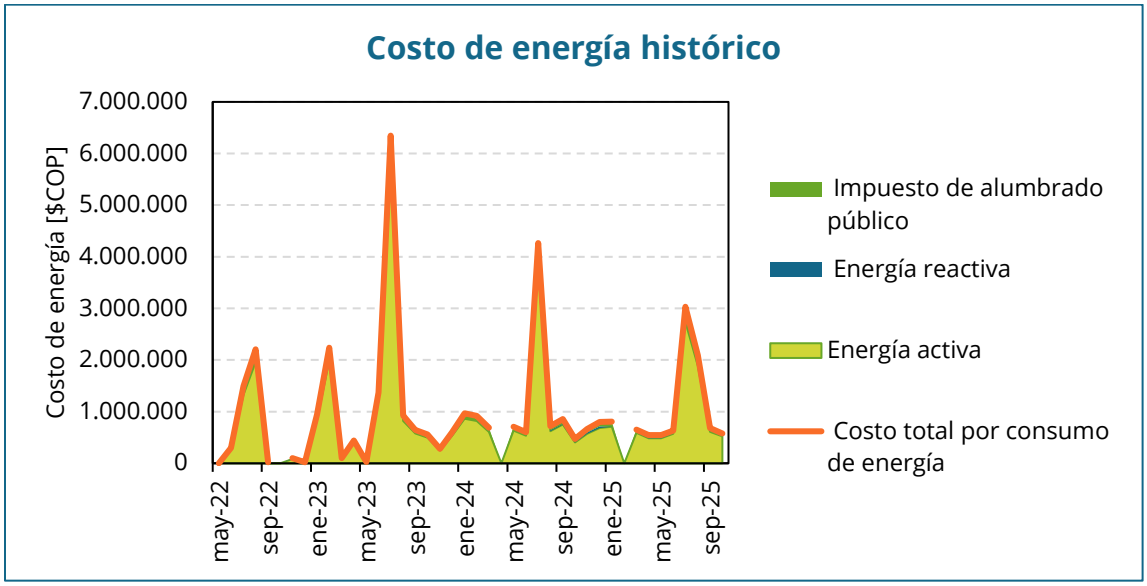
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 34. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	948.171	967.020	806.242
Febrero	Sin información	2.241.109	920.726	Sin información
Marzo	Sin información	98.310	687.589	654.254
Abril	Sin información	444.154	Sin información	545.980
Mayo	0	23.448	710.530	547.196
Junio	298.869	1.368.900	604.006	633.784
Julio	1.492.182	6.346.128	4.265.204	3.033.306
Agosto	2.205.252	923.734	718.072	2.088.029
Septiembre	21.152	648.573	858.826	680.567
Octubre	Sin información	560.768	473.178	579.068
Noviembre	99.501	282.514	665.019	
Diciembre	21.552	603.410	798.887	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 64. Costo total de energía activa

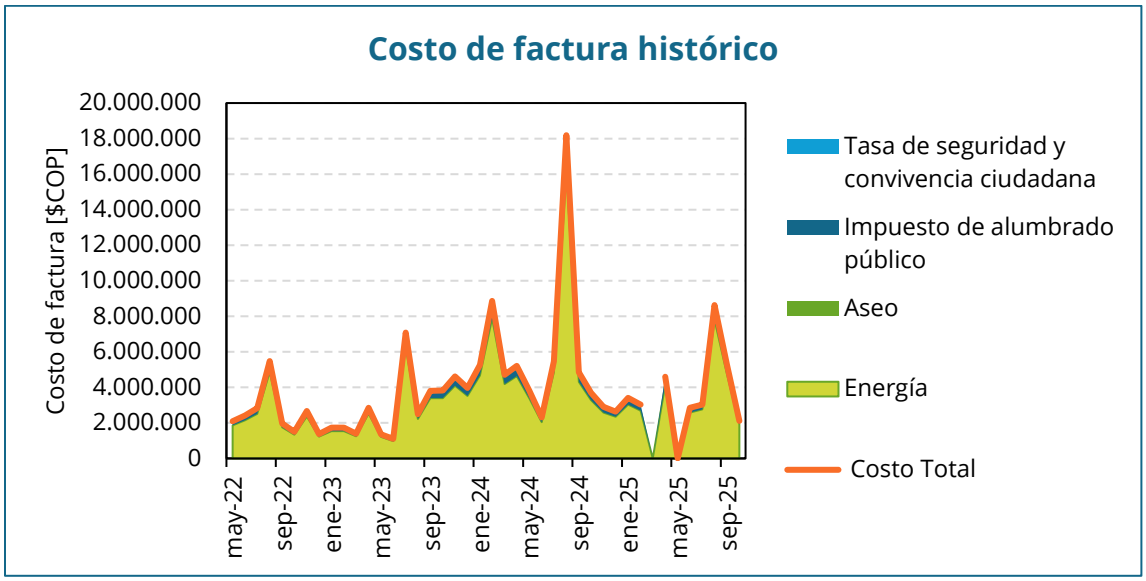


Fuente: Elaboración propia

Coliseo de Ferias – Dup 2 - NIC: 4551769 - Medidor: 063130513

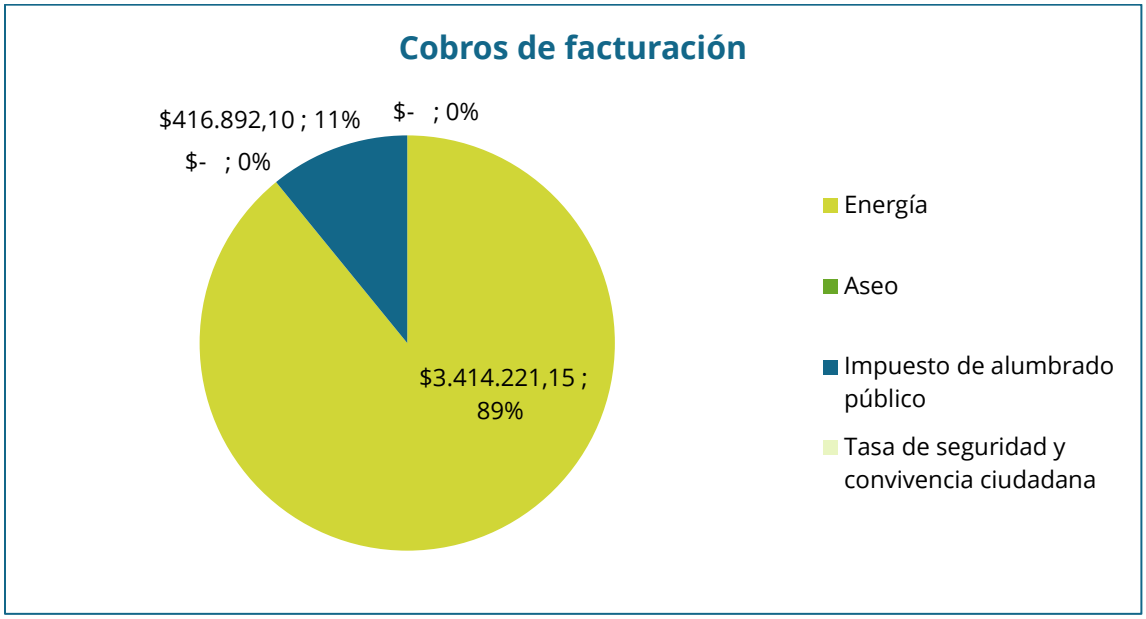
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 65 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 66.

Figura 65. Costo de factura histórico



Fuente: Elaboración propia

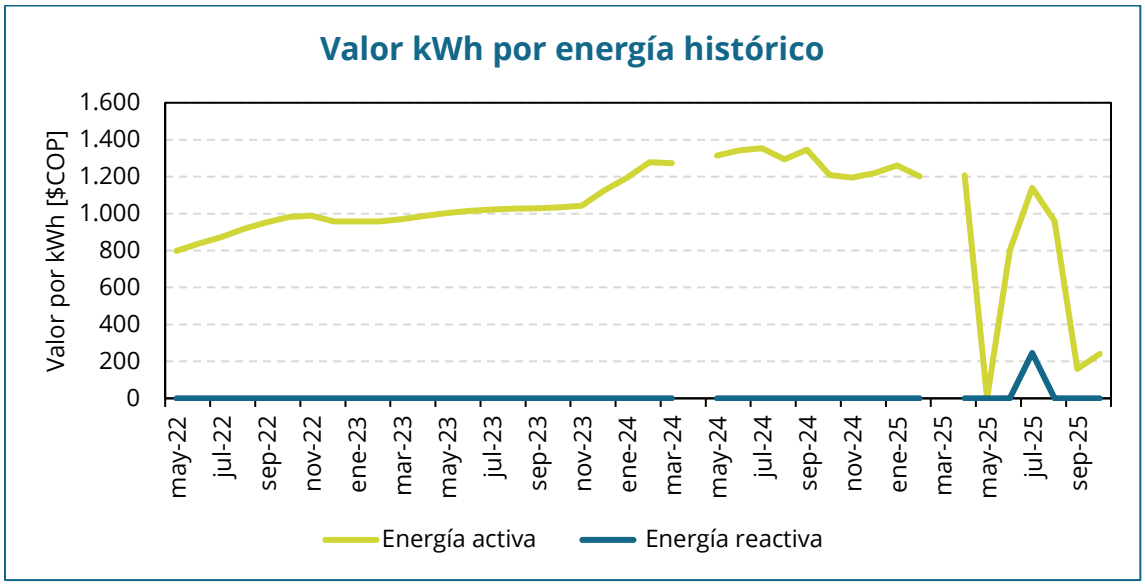
Figura 66. Gráfico circular de costos de facturación



Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 67 (ver registros en la Tabla 35 y la Tabla 36).

Figura 67. Costo unitario por kWh de energía



Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Costo unitario por kWh de energía activa

Mes	Valor promedio facturado por kWh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	958	1.194	1.262
Febrero	Sin información	958	1.279	1.202
Marzo	Sin información	970	1.273	Sin información
Abril	Sin información	987	Sin información	1.207
Mayo	799	1.003	1.315	0
Junio	839	1.014	1.342	800
Julio	873	1.022	1.354	1.140
Agosto	918	1.026	1.294	960
Septiembre	953	1.029	1.346	160
Octubre	981	1.035	1.208	240
Noviembre	989	1.042	1.195	
Diciembre	958	1.126	1.219	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 36. Costo unitario por kWh de energía reactiva

Mes	Valor promedio facturado por kVARh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	0
Febrero	Sin información	0	0	0
Marzo	Sin información	0	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	Sin información
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	246
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	
Diciembre	0	0	0	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

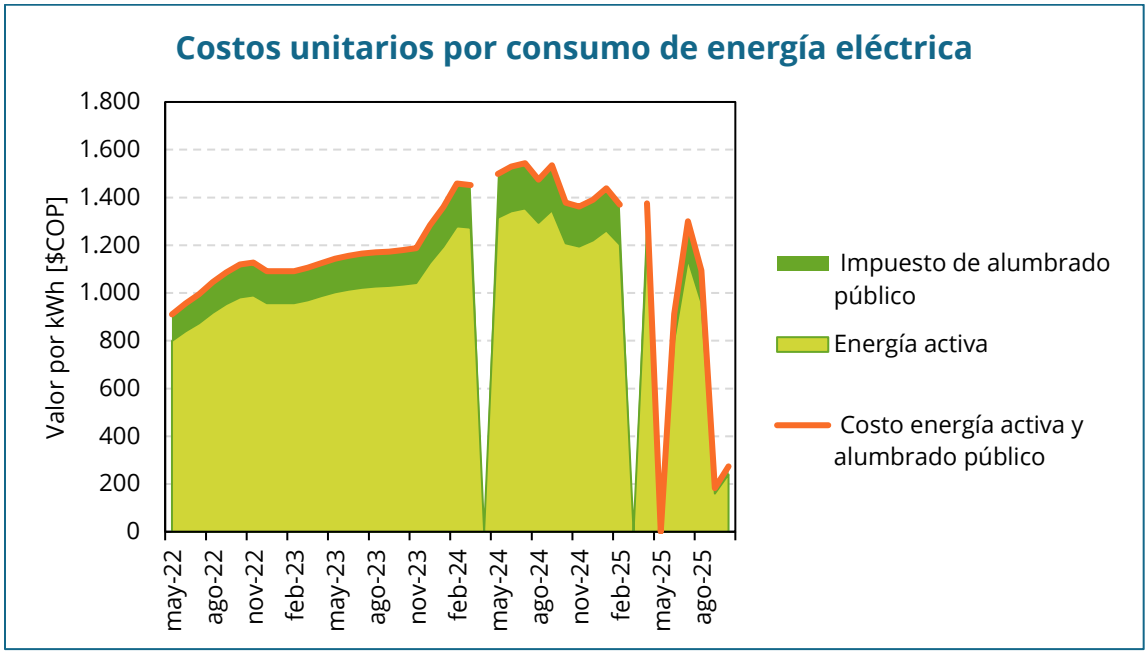
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 68 (ver registros en la Tabla 37). El promedio de este valor es de $1.153,42 COP.

Tabla 37. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	1.092	1.361	1.438
Febrero	Sin información	1.092	1.458	1.370
Marzo	Sin información	1.106	1.452	Sin información
Abril	Sin información	1.125	Sin información	1.376
Mayo	911	1.144	1.499	0
Junio	956	1.156	1.530	912
Julio	995	1.165	1.544	1.300
Agosto	1.046	1.170	1.475	1.094
Septiembre	1.086	1.174	1.535	182
Octubre	1.119	1.179	1.378	274
Noviembre	1.128	1.188	1.362	
Diciembre	1.092	1.284	1.390	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 68. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 69. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 38, la Tabla 39 y la Tabla 40, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 38. Costo facturado por energía activa

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	1.532.384	4.679.774	3.028.032
Febrero	Sin información	1.532.384	7.877.346	2.692.748
Marzo	Sin información	1.241.382	4.176.457	Sin información
Abril	Sin información	2.526.874	Sin información	4.151.116
Mayo	1.853.726	1.204.140	3.365.811	0
Junio	2.147.814	973.440	2.040.205	0
Julio	2.513.088	6.295.027	4.852.844	1.160
Agosto	4.917.854	2.216.981	16.168.574	0
Septiembre	1.753.336	3.376.662	4.308.640	0
Octubre	1.334.813	3.393.554	3.287.066	0
Noviembre	2.374.512	4.084.052	2.580.617	
Diciembre	1.225.907	3.513.900	2.341.402	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 39. Costo facturado por energía reactiva

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	0
Febrero	Sin información	0	0	0
Marzo	Sin información	0	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	Sin información
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	285.093
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	
Diciembre	0	0	0	

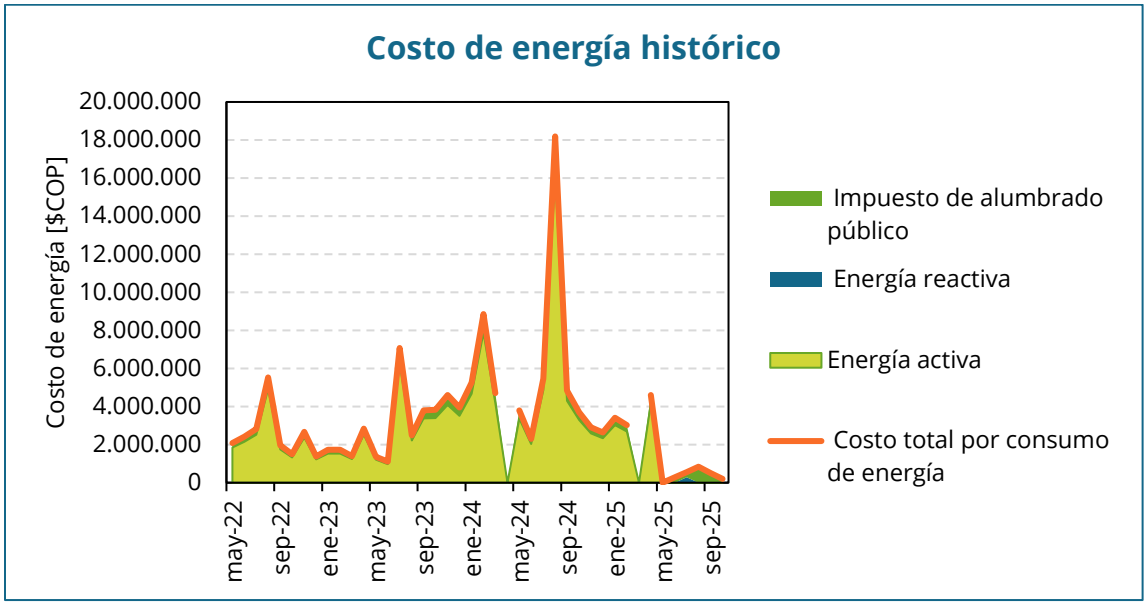
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 40. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	1.723.934	5.264.864	3.412.702
Febrero	Sin información	1.723.924	8.862.016	3.029.348
Marzo	Sin información	1.396.562	4.698.517	Sin información
Abril	Sin información	2.842.734	Sin información	4.600.816
Mayo	2.085.446	1.354.650	3.790.321	0
Junio	2.416.284	1.105.120	2.295.235	280.210
Julio	2.827.228	7.081.907	5.459.450	553.103
Agosto	5.525.884	2.494.111	18.189.644	844.200
Septiembre	1.972.506	3.798.742	4.847.220	510.520
Octubre	1.501.663	3.823.344	3.703.766	206.810
Noviembre	2.670.722	4.601.662	2.903.217	
Diciembre	1.377.147	3.953.250	2.634.122	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 69. Costo total de energía activa

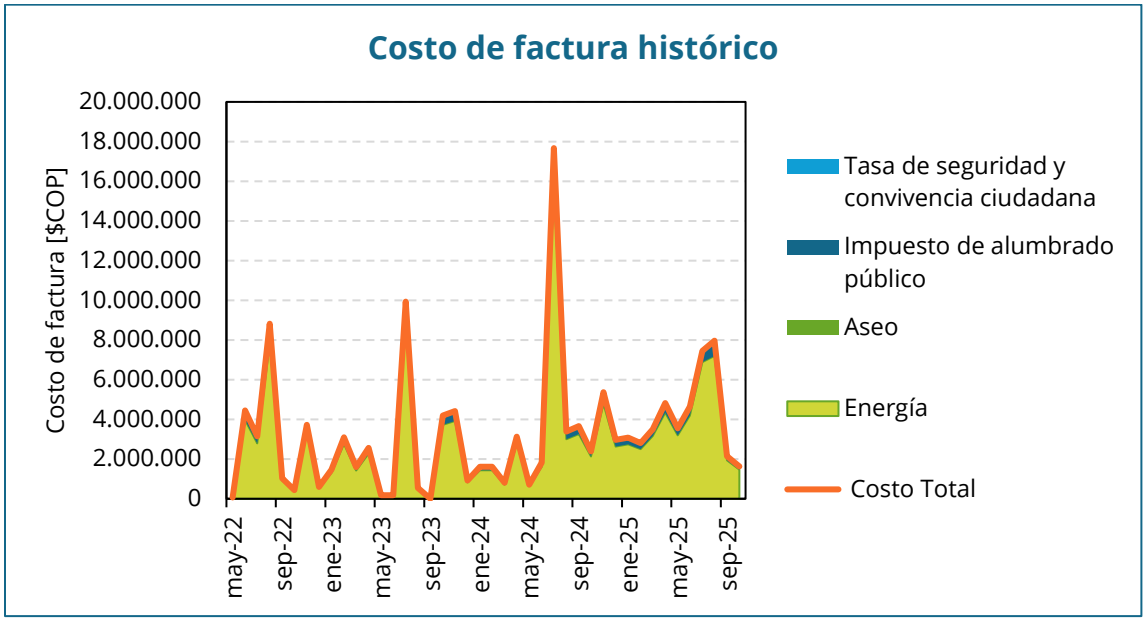


Fuente: Elaboración propia

Coliseo de Ferias – Local 1, Vereda Loma Grande - NIC: 5875556 - Medidor: 36098771

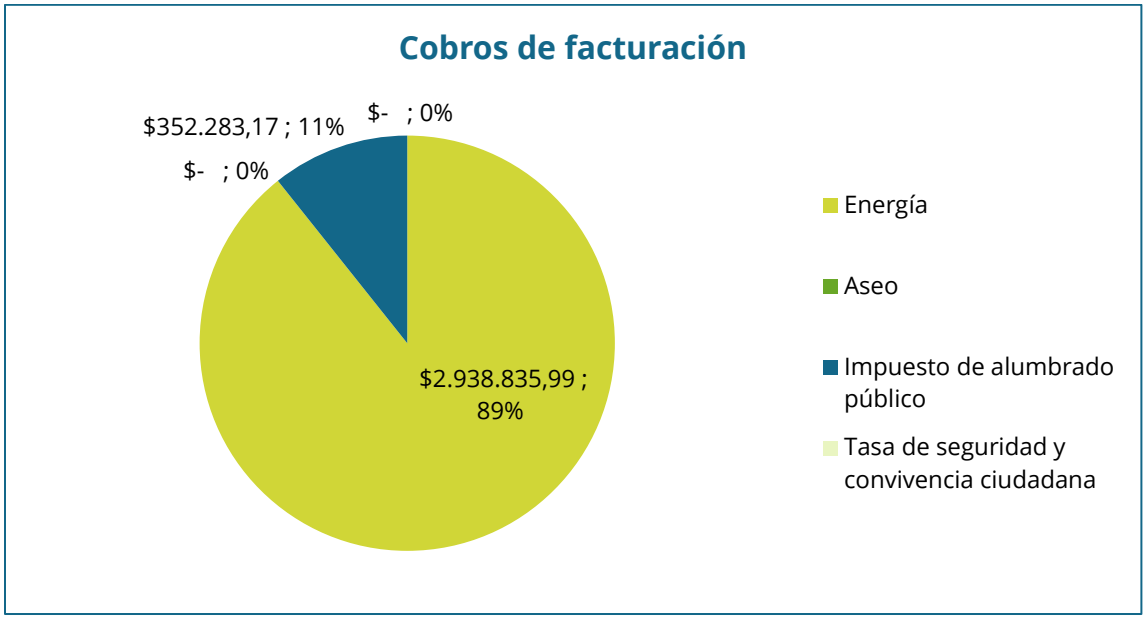
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 70 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 71.

Figura 70. Costo de factura histórico



Fuente: Elaboración propia

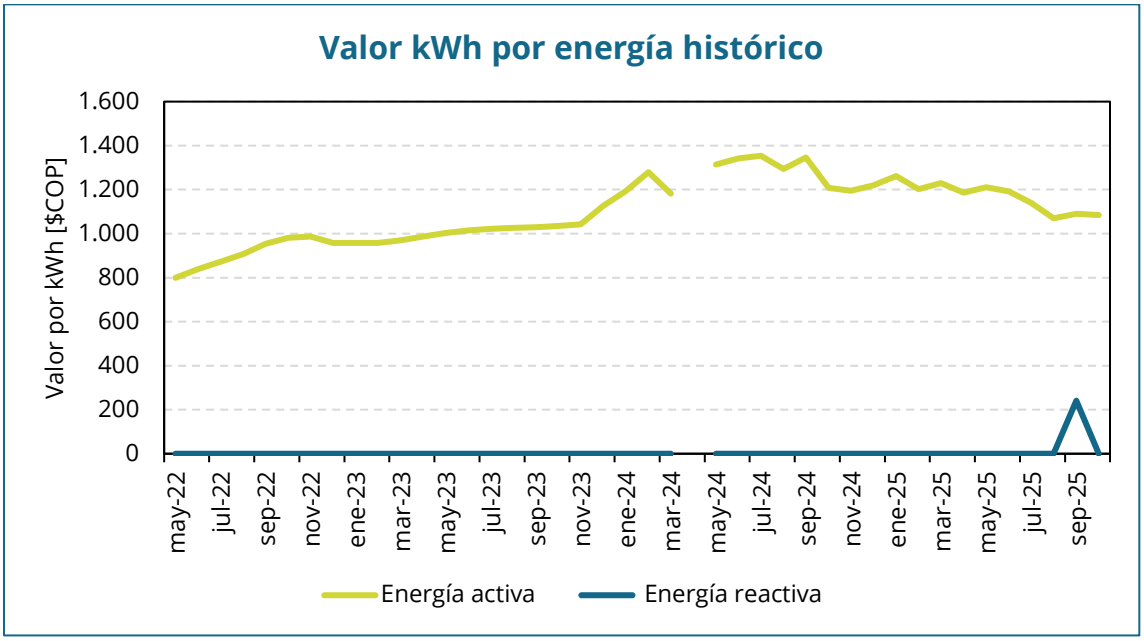
Figura 71. Gráfico circular de costos de facturación



Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 72 (ver registros en la Tabla 41 y Tabla 42).

Figura 72. Costo unitario por kWh de energía



Fuente: Elaboración propia

Tabla 41. Costo unitario por kWh de energía activa

Mes	Valor promedio facturado por kWh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	958	1.194	1.262
Febrero	Sin información	958	1.279	1.202
Marzo	Sin información	970	1.182	1.230
Abril	Sin información	987	Sin información	1.187
Mayo	799	1.003	1.315	1.210
Junio	839	1.014	1.342	1.191
Julio	873	1.022	1.354	1.140
Agosto	908	1.026	1.294	1.070
Septiembre	953	1.029	1.346	1.091
Octubre	981	1.035	1.208	1.085
Noviembre	987	1.042	1.195	
Diciembre	958	1.126	1.219	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 42. Costo unitario por kWh de energía reactiva

Mes	Valor promedio facturado por kVARh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	0
Febrero	Sin información	0	0	0
Marzo	Sin información	0	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	0
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	241
Noviembre	0	0	0	
Diciembre	0	0	0	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

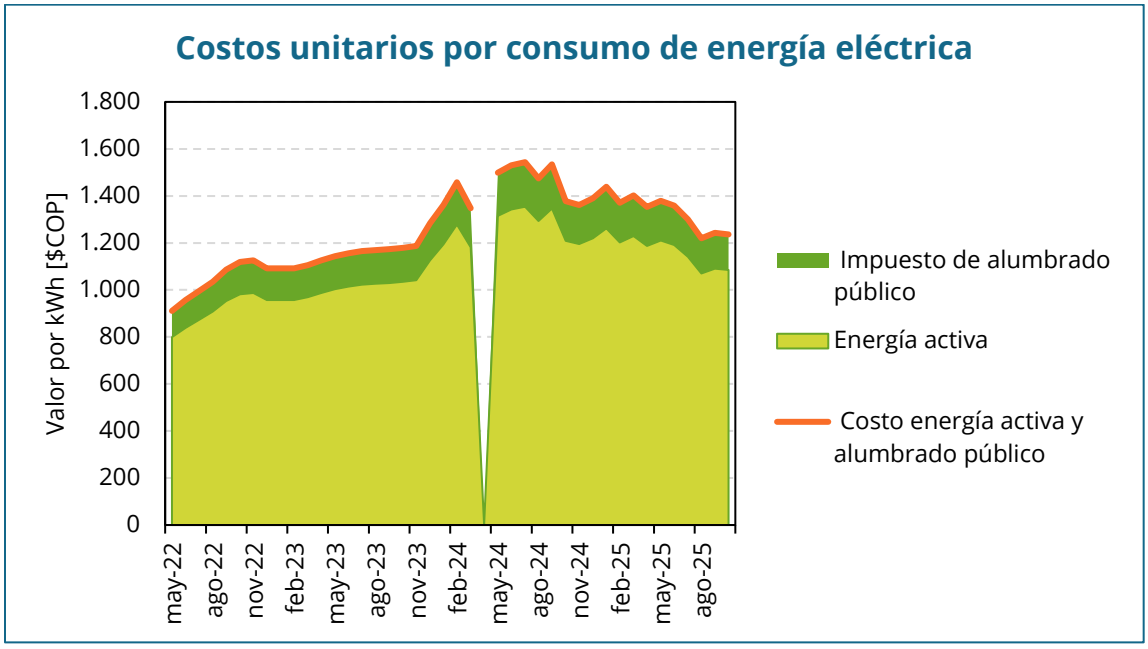
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 73 (ver registros en la Tabla 43). El promedio de este valor es de $1.253,02 COP.

Tabla 43. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	1.092	1.361	1.438
Febrero	Sin información	1.092	1.458	1.370
Marzo	Sin información	1.106	1.348	1.402
Abril	Sin información	1.125	Sin información	1.353
Mayo	911	1.144	1.499	1.380
Junio	956	1.156	1.530	1.358
Julio	995	1.165	1.544	1.300
Agosto	1.035	1.170	1.475	1.220
Septiembre	1.086	1.174	1.535	1.244
Octubre	1.119	1.179	1.378	1.236
Noviembre	1.126	1.188	1.362	
Diciembre	1.092	1.284	1.390	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 73. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 74. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 44, la Tabla 45 y la Tabla 46, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 44. Costo facturado por energía activa

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	1.302.526	1.432.584	2.725.228
Febrero	Sin información	2.758.291	1.432.245	2.500.409
Marzo	Sin información	1.413.042	661.970	3.148.185
Abril	Sin información	2.273.199	Sin información	4.344.192
Mayo	63.922	160.552	631.090	3.195.060
Junio	3.959.938	162.240	1.610.688	4.193.446
Julio	2.792.384	8.829.389	15.706.748	5.199.950
Agosto	7.840.886	492.662	3.001.848	7.193.222
Septiembre	914.784	658.861	3.231.480	1.919.931
Octubre	392.592	3.724.632	2.126.925	1.475.083
Noviembre	3.317.530	3.917.356	4.779.160	
Diciembre	536.334	810.900	2.634.077	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 45. Costo facturado por energía reactiva

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	0
Febrero	Sin información	0	0	0
Marzo	Sin información	0	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	0
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	
Diciembre	0	0	0	

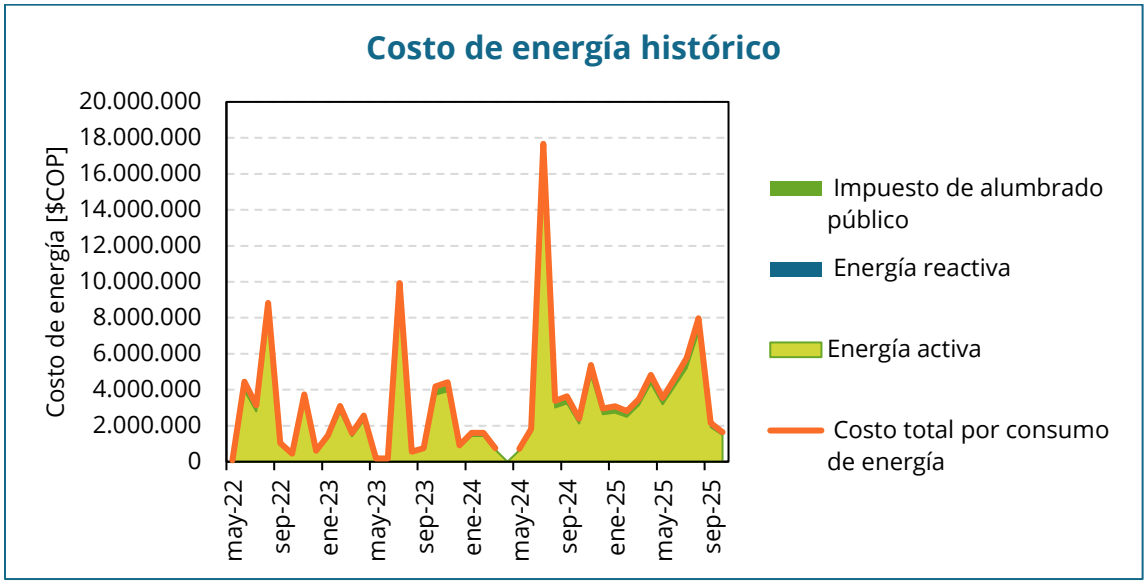
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 46. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	1.465.336	1.611.674	3.077.308
Febrero	Sin información	3.103.081	1.611.285	2.812.959
Marzo	Sin información	1.589.672	751.100	3.489.435
Abril	Sin información	2.557.349	Sin información	4.818.012
Mayo	71.912	180.622	710.620	3.541.190
Junio	4.454.928	182.520	1.812.028	4.647.746
Julio	3.141.434	9.933.059	17.670.108	5.763.280
Agosto	8.820.996	554.252	3.379.368	7.972.449
Septiembre	1.029.140	741.211	3.635.410	2.147.192
Octubre	441.662	4.191.452	2.392.805	1.634.883
Noviembre	3.732.220	4.408.416	5.376.550	
Diciembre	603.384	912.290	2.963.337	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 74. Costo total de energía activa

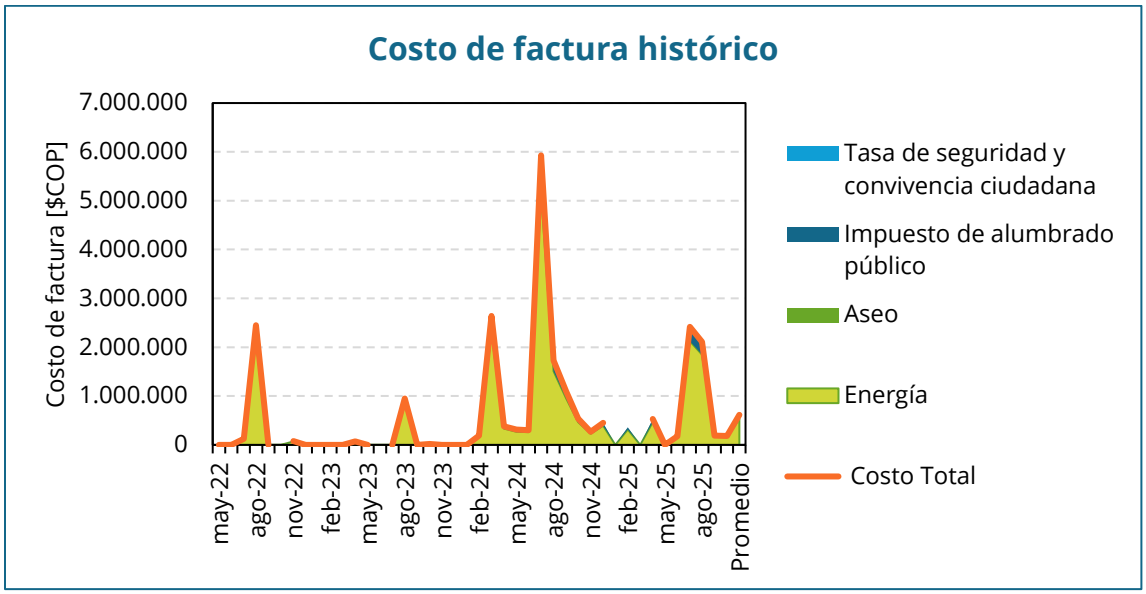


Fuente: Elaboración propia

Coliseo de Ferias – Local Mot, Vereda Loma Grande - NIC: 7963048 - Medidor: 84016543

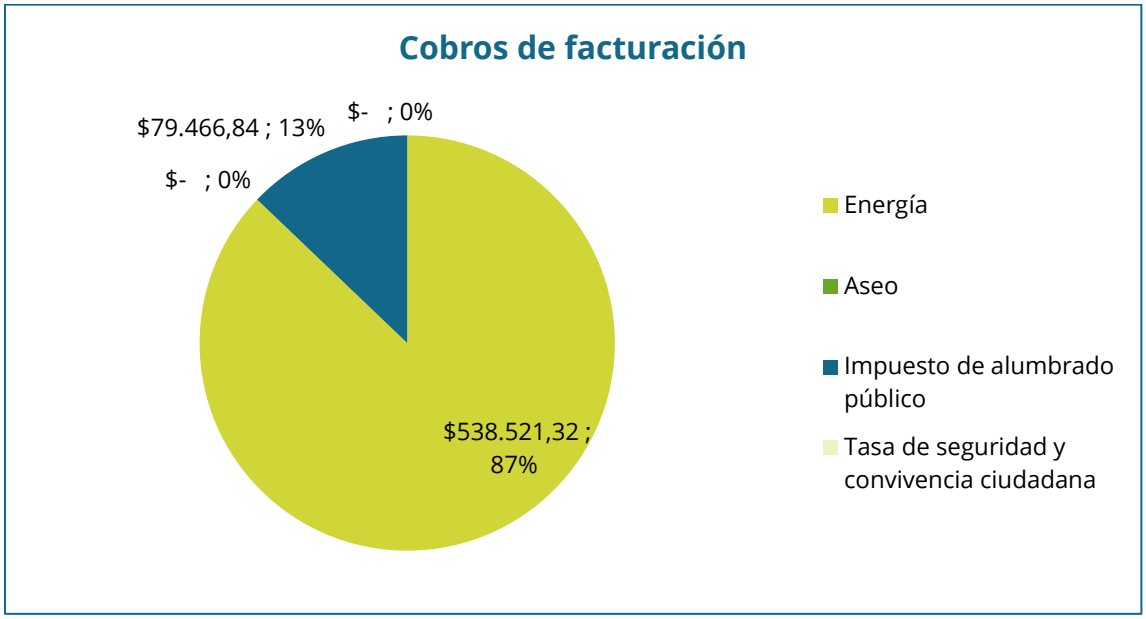
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 75 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 76.

Figura 75. Costo de factura histórico



Fuente: Elaboración propia

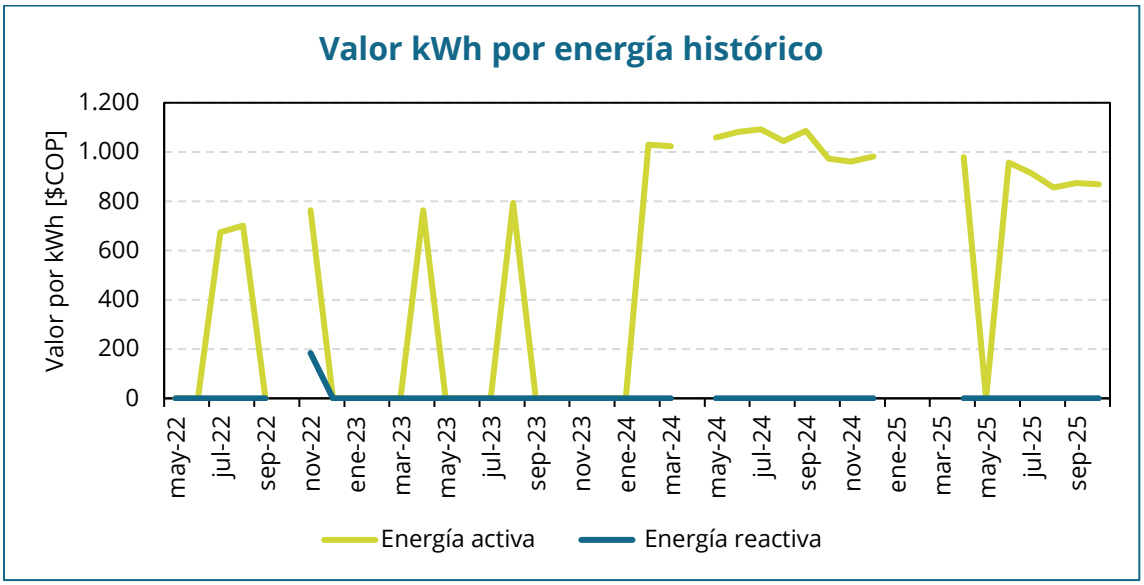
Figura 76. Gráfico circular de costos de facturación



Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 77 (ver registros en la Tabla 47 y la Tabla 48).

Figura 77. Costo unitario por kWh de energía



Fuente: Elaboración propia

Tabla 47. Costo unitario por kWh de energía activa

Mes	Valor promedio facturado por kWh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	Sin información
Febrero	Sin información	0	1.030	967
Marzo	Sin información	0	1.024	Sin información
Abril	Sin información	763	Sin información	980
Mayo	0	0	1.059	0
Junio	0	0	1.082	957
Julio	675	0	1.092	914
Agosto	702	794	1.044	856
Septiembre	0	0	1.086	874
Octubre	Sin información	0	973	868
Noviembre	763	0	962	
Diciembre	0	0	982	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 48. Costo unitario por kWh de energía reactiva

Mes	Valor promedio facturado por kVARh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	0
Febrero	Sin información	0	0	Sin información
Marzo	Sin información	0	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	Sin información
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	Sin información	0	0	0
Noviembre	184	0	0	
Diciembre	0	0	0	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

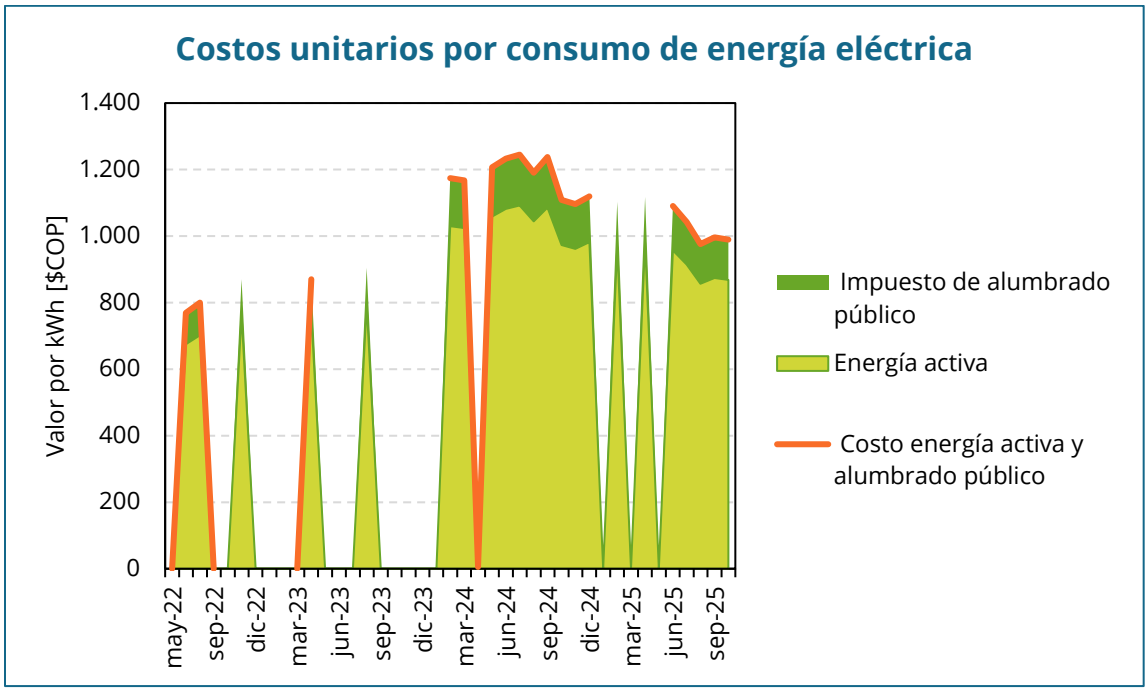
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 78 (ver registros en la Tabla 49). El promedio de este valor es de $988,44 COP.

Tabla 49. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
Febrero	Sin información	Sin información	1.174	1.103
Marzo	Sin información	0	1.168	Sin información
Abril	Sin información	870	5	1.117
Mayo	0	Sin información	1.207	Sin información
Junio	0	Sin información	1.233	1.091
Julio	769	Sin información	1.245	1.042
Agosto	800	905	1.190	976
Septiembre	0	Sin información	1.238	996
Octubre	Sin información	Sin información	1.109	990
Noviembre	870	Sin información	1.096	
Diciembre	Sin información	Sin información	1.120	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 78. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 79. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 50, la Tabla 51 y la Tabla 52, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 50. Costo facturado por energía activa

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	Sin información
Febrero	Sin información	0	164.813	309.530
Marzo	Sin información	0	2.294.230	Sin información
Abril	Sin información	61.057	Sin información	465.945
Mayo	0	0	254.098	0
Junio	0	0	259.574	153.109
Julio	107.954	0	5.154.429	2.121.408
Agosto	2.122.168	825.354	1.503.346	1.849.997
Septiembre	0	0	955.451	139.790
Octubre	Sin información	0	466.997	138.946
Noviembre	61.075	0	230.832	
Diciembre	0	0	392.884	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 51. Costo facturado por energía reactiva

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	0
Febrero	Sin información	0	0	Sin información
Marzo	Sin información	0	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	Sin información
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	0	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	Sin información	0	0	0
Noviembre	7,359	0	0	
Diciembre	0	0	0	

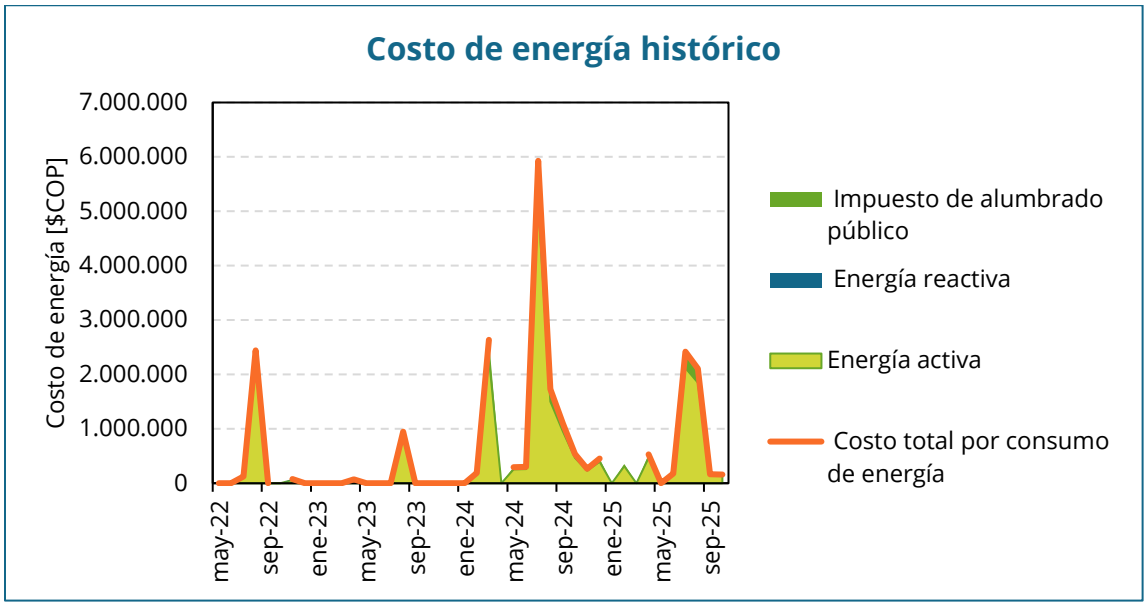
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 52. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	Sin información
Febrero	Sin información	0	189.533	356.270
Marzo	Sin información	0	2.638.370	Sin información
Abril	Sin información	70.217	Sin información	531.185
Mayo	0	0	294.708	0
Junio	0	0	299.194	174.539
Julio	124.144	0	5.927.629	2.418.408
Agosto	2.442.148	949.154	1.728.856	2.108.997
Septiembre	0	0	1.098.761	162.860
Octubre	Sin información	2.500	537.047	161.006
Noviembre	77.594	0	265.462	
Diciembre	0	50	451.814	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 79. Costo total de energía activa



Fuente: Elaboración propia

6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (*1*):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \qquad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (*2*):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \qquad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (*3*), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \qquad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (*4*):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (*5*)

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla 13, Tabla 16, Tabla 19, Tabla 22), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 53).

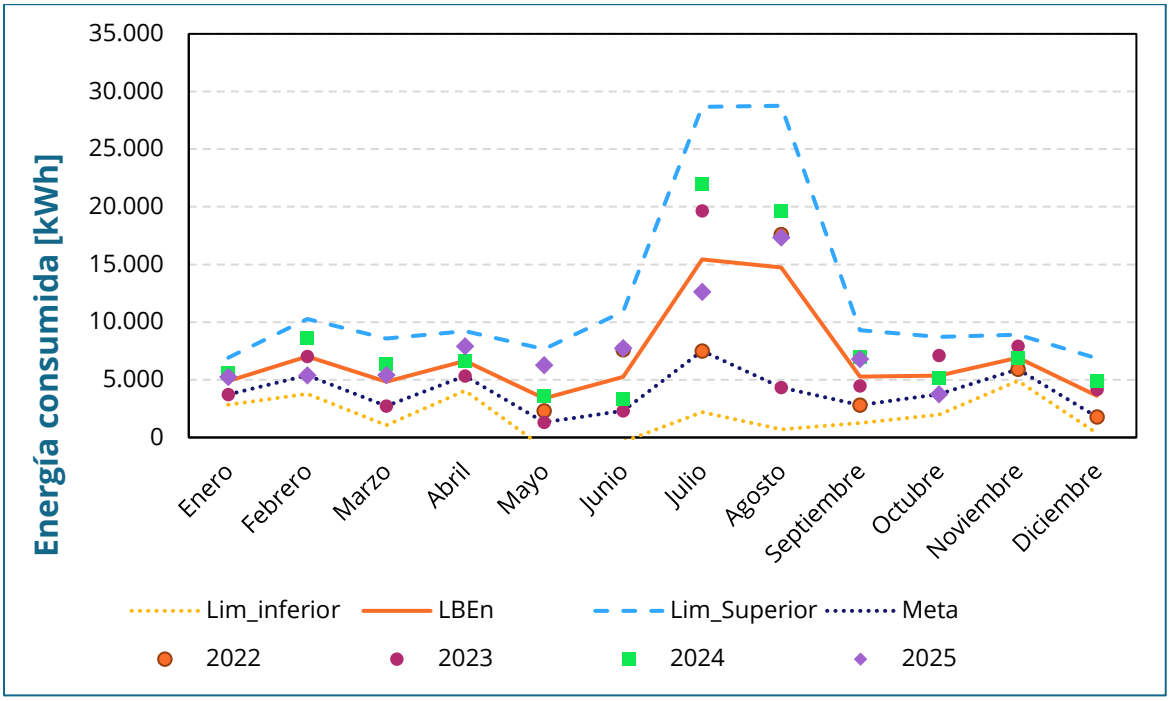
Tabla 53. Registros para construcción de LBEn del Coliseo de ferias

Mes	Energía eléctrica [kWh]			
	Lim_inferior	LBEn	Lim_Superior	Meta
Enero	2.829	4.877	6.926	3.716
Febrero	3.771	7.029	10.286	5.400
Marzo	1.069	4.831	8.594	2.726
Abril	4.057	6.634	9.211	5.343
Mayo	-903	3.387	7.677	1.316
Junio	-394	5.260	10.914	2.320
Julio	2.207	15.441	28.675	7.510
Agosto	714	14.739	28.764	4.335
Septiembre	1.247	5.280	9.313	2.800
Octubre	1.981	5.357	8.732	3.760
Noviembre	4.906	6.907	8.907	5.920
Diciembre	364	3.613	6.862	1.781
Total		83.355		46.927

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 80, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 80. Línea Base Energética (LBEn) del Coliseo de ferias



Fuente: Elaboración propia

6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación se presenta en la Tabla 54 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 54. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

Atributo	Descripción			Observaciones
Uso/destino del edificio	Eventos ganaderos			
Área útil reportada [m^2]	3.161			
Fuentes de energía utilizadas	Energía eléctrica			
Modelo LBEn utilizado	**Valor absoluto de energía**			
Período base	Mayo 2022 - octubre 2025			Datos mensuales
Cantidad datos iniciales	41			
Cantidad datos finales	41			
LBEn	Enero		4.877	Valor promedio mes [kWh]
	Febrero		7.029	Valor promedio mes [kWh]
	Marzo		4.831	Valor promedio mes [kWh]
	Abril		6.634	Valor promedio mes [kWh]
	Mayo		3.387	Valor promedio mes [kWh]
	Junio		5.260	Valor promedio mes [kWh]
	Julio		15.441	Valor promedio mes [kWh]
	Agosto		14.739	Valor promedio mes [kWh]
	Septiembre		5.280	Valor promedio mes [kWh]
	Octubre		5.357	Valor promedio mes [kWh]
	Noviembre		6.907	Valor promedio mes [kWh]
	Diciembre		3.613	Valor promedio mes [kWh]
Ahorro estimado	Enero	1.161	23,8%	En kWh y %
	Febrero	1.629	23,2%	En kWh y %
	Marzo	2.105	43,6%	En kWh y %
	Abril	1.291	19,5%	En kWh y %
	Mayo	2.071	61,1%	En kWh y %
	Junio	2.940	55,9%	En kWh y %
	Julio	7.932	51,4%	En kWh y %
	Agosto	10.403	70,6%	En kWh y %
	Septiembre	2.480	47,0%	En kWh y %
	Octubre	1.597	29,8%	En kWh y %
	Noviembre	987	14,3%	En kWh y %
	Diciembre	1.832	50,7%	En kWh y %

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

7. INDICADORES

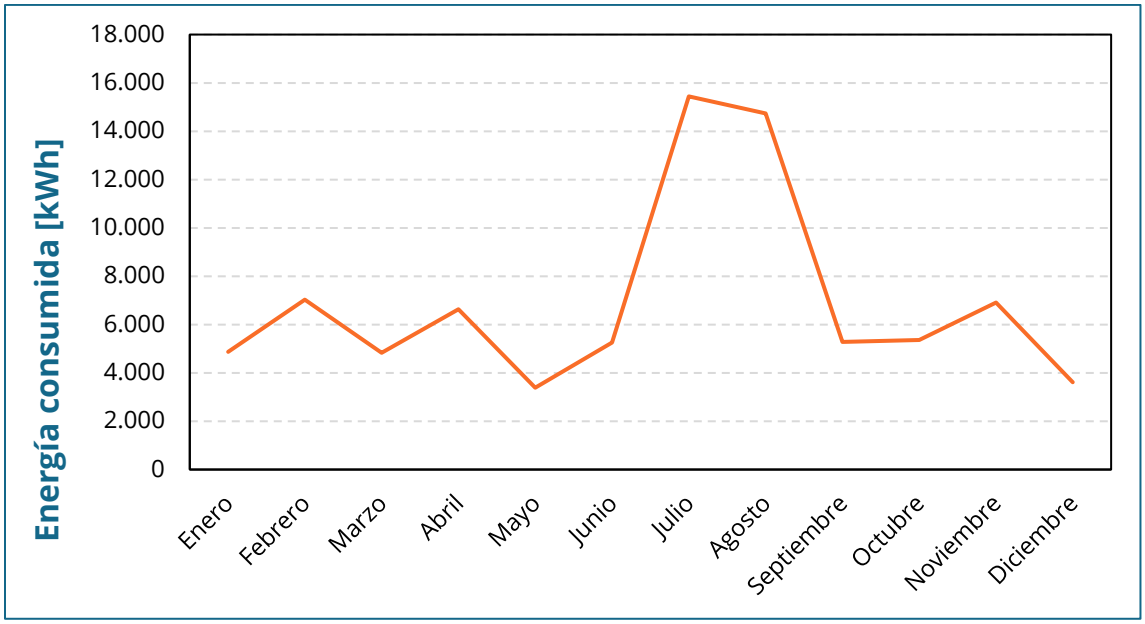
Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado del Coliseo de ferias con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la

Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 81, cuyos valores se disponen en la Tabla 54.

Figura 81. Consumo de energía eléctrica mensual del Coliseo de ferias



Fuente: Elaboración propia

7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por el Coliseo de ferias en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 83.3551 kWh/año para el Coliseo de Ferias.

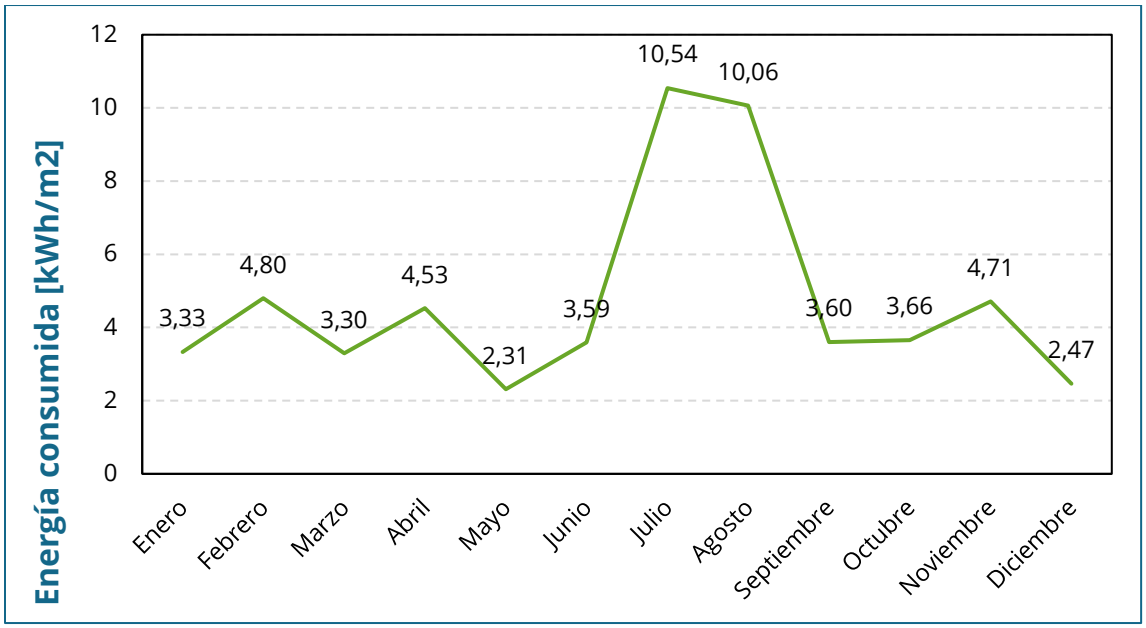
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 82.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n\ (\text{kWh/mes})}{\text{Área útil (m}^2)} \quad (7)$$

Figura 82. Consumo de energía eléctrica mensual del Coliseo de ferias



Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica del Coliseo de ferias con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la meto

dología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 56,90 kWh/año/m² para el Coliseo de Ferias.

$$\text{CEEAS (kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \quad (8)$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico del Coliseo de ferias en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \quad (9)$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \quad (10)$$

8. OPORTUNIDADES DE MEJORA

Las medidas de eficiencia energética comprenden todas aquellas orientadas a mejorar el desempeño energético de una actividad o proceso dentro de una organización, al reducir el consumo de energía, optimizar su uso y minimizar el impacto ambiental. Según la *Guía de Planes de Gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas* (UPME, 2020), estas medidas se clasifican en buenas prácticas, medidas pasivas y activas[1].

8.1 Buenas prácticas operativas (BPO)

Las Buenas Prácticas Operativas (BPO) consisten en adoptar hábitos que permitan un uso eficiente de los equipos energéticos, con bajo costo de implementación y sin requerir modificaciones tecnológicas o arquitectónicas. Estas acciones buscan reducir el consumo de energía y mejorar el entorno laboral mediante la concientización y el cambio de comportamiento de los usuarios.

Las BPO se enfocan en los USE de la Tabla 25. Las recomendaciones presentadas surgen de una combinación entre la experiencia de las empresas auditoras y las sugerencias contenidas en la *Guía de Planes de Gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas* (UPME, 2020).

[1] En la Resolución 16 de 2024 de la UPME, estas medidas se denominan Buenas Prácticas Operativas (buenas prácticas), y reconversión tecnológica (medidas activas).

Las buenas prácticas propuestas para aire acondicionado son:

- **Definir horarios de operación del aire acondicionado:** Establecer horas específicas de encendido y apagado, garantizando el confort térmico durante la jornada laboral.
- **Gestionar la apertura de ventanas según las condiciones climáticas:** Evitar pérdidas energéticas por intercambio de aire innecesario.
- **Encender los equipos solo cuando se requieran:** Promover el uso racional del aire acondicionado y demás dispositivos asociados a la operación.
- **Fomentar la conciencia energética:** Sensibilizar a todos los usuarios sobre la importancia de apagar los equipos cuando no se estén utilizando.
- **Regular adecuadamente la temperatura:** Ajustar los sistemas de aire acondicionado dentro del rango de confort (23 °C a 27 °C), preferiblemente a 24 °C, contribuye al bienestar, evita el sobreenfriamiento y reduce el consumo innecesario. Temperaturas inadecuadas pueden afectar el rendimiento físico e intelectual al generar incomodidad térmica.

Las buenas prácticas propuestas para iluminación son:

- **Optimización del uso de iluminación mediante apagado eficiente y concienciación:** Fomentar el hábito de apagar las luces en áreas donde no se estén utilizando y ajustar el uso de iluminación artificial en zonas con horarios fijos bien establecidos. Al reducir al máximo las horas de uso innecesario de luz, se disminuye el consumo energético. Además, implementar campañas de concienciación entre los colaboradores para promover prácticas de eficiencia energética en el uso de la iluminación.

Las buenas prácticas propuestas para ventilación son:

- **Gestionar la ventilación natural de forma estratégica:** Aprovechar la apertura de ventanas y otros elementos de ventilación natural según las condiciones climáticas exteriores (temperatura y humedad), para renovar el aire y refrescar los espacios sin recurrir a sistemas mecánicos cuando no sea necesario.
- **Encender los equipos de ventilación solo cuando se requieran:** Activar ventiladores únicamente cuando la ocupación del espacio lo demande o cuando la ventilación natural sea insuficiente para mantener una calidad del aire óptima.
- **Realizar un mantenimiento preventivo periódico:** Limpiar y revisar con regularidad filtros, rejillas, ventiladores y ductos para asegurar su correcto funcionamiento, maximizar la eficiencia energética, prevenir obstrucciones y mantener la calidad del aire interior.

En este contexto, las BPO pueden contribuir significativamente a reducir el consumo energético hasta niveles mínimos históricos, los cuales representan los potenciales de ahorro estimados en la Tabla 54 de la Sección 6.3. En promedio, este potencial equivale al 41% del consumo energético total de la entidad.

Sin embargo, dado que podrían implementarse otras BPO adicionales que permitan alcanzar un desempeño aún más eficiente, y considerando que las acciones analizadas se enfocan en los Usos Significativos de la Energía (USE), se asume un ahorro potencial del 33% en el consumo total de energía de un año.

8.2 Medidas activas

Las medidas propuestas para el Coliseo de Ferias se centran en la implementación de Buenas Prácticas Operativas, ya que estas representan un alto potencial de reducción en el consumo energético. Además, durante la visita técnica, el personal de las instalaciones reportó un incremento significativo en la cantidad de equipos eléctricos (especialmente de climatización) durante eventos, los cuales no se encontraban presentes al momento de la inspección.

Por lo tanto, se recomienda, como parte de una estrategia integral, la adquisición e instalación de equipos de alta eficiencia energética. Esto incluye priorizar equipos de aire acondicionado con etiquetas A o B y la instalación de luminarias LED, con el fin de mitigar el impacto del aumento de carga durante eventos masivos.

No obstante, se proponen las siguiente medidas:

Sustitución o retiro de equipos en mal estado

Durante la visita técnica se identificaron varios equipos con fallas o en mal estado, los cuales se detallan en la Sección 3.3. Se recomienda desinstalar y desechar de inmediato aquellos que sean obsoletos o no tengan utilidad, eliminando así consumos energéticos innecesarios. Para los equipos necesarios pero en mal estado que afecten la seguridad, el confort o la eficiencia, se debe priorizar su reemplazo por modelos de alta eficiencia energética. En todos los casos, se sugiere evaluar primero la necesidad real del equipo antes de decidir su sustitución.

Actualización de instalaciones eléctricas

Durante el proceso de auditoría se realizó un recorrido por las instalaciones del Coliseo de Ferias, donde se identificaron múltiples deficiencias que evidencian el incumplimiento de diversos requisitos del RETIE. Si bien este informe presenta los hallazgos más relevantes documentados con su respectiva normativa en la Sección 3.2, es importante resaltar que podrían existir otras no conformidades no visibles durante la inspección, como el uso inadecuado de colores en los conductores eléctricos internos de las tuberías, entre otras.

Ante este panorama, se recomienda la intervención y actualización de las instalaciones eléctricas. Esta labor debe ser ejecutada por técnicos con matrícula profesional vigente ante CONTE (Consejo Nacional de Técnicos Electricistas), y posteriormente verificada por un ingeniero electricista, quien deberá certificar el cumplimiento normativo y el correcto funcionamiento de la instalación.

9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE MEDIDAS

Tal y como se mencionó en la Sección 8.2, no se tienen en consideración medidas que requieran realizar una evaluación económica. Sin embargo se sugiere la implementación de otras medidas con impactos positivos en términos de confort o reducción del riesgo eléctrico. Estas son:

- **Actualización de instalaciones eléctricas:** Desarrollada en la Sección 8.2, esta medida no representa un beneficio económico directo, pero es fundamental para prevenir riesgos eléctricos. Dada su implicación en la seguridad del personal, esta medida debe ser priorizada. Asimismo, se presentan inconformidades de iluminancia que requieren atención (ver Sección 4.3).
- **Buenas Prácticas Operativas (BPO):** Tal como se expone en la Sección 8.1, se considera que esta medida debe ser implementada de forma obligatoria por la institución como parte de una campaña de concientización. Su impacto está asociado al cambio de comportamiento y uso eficiente de los recursos, aunque se pueden dar reducciones en los consumos de energía, estos dependerán de los cambios que se logren en los hábitos de uso de la energía.
- **Sustitución o retiro de equipos en mal estado:** Esta recomendación evidencia que la entidad cuenta con varios equipos en mal estado. Dado que su reemplazo o reparación no genera un beneficio económico directo, se sugiere implementar esta medida únicamente cuando sea indispensable para garantizar el funcionamiento adecuado de los servicios.

10. CRONOGRAMA TENTATIVO DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS

En esta sección se presentan las medidas que resultaron viables desde el punto de vista financiero, así como aquellas cuya implementación se recomienda pese a no generar beneficios económicos directos, debido a su impacto en aspectos como la seguridad, el confort o la sostenibilidad, según el análisis desarrollado en la Sección 9. Estas medidas se resumen en la Tabla 55, donde las medidas en verde son catalogadas como de costo cero, las naranja como inversiones intermedias y las rojas como inversiones mayores. Asimismo, las medidas sin color pueden variar en precio según las necesidades y alcance del Coliseo de Ferias

Tabla 55. Medidas propuestas para ser implementadas

Medida	Inversión inicial	Ahorros de energía		Tiempo de contratación + implementación
	[$COP]	Entidad	USE	[meses]
Actualización de instalaciones eléctricas	Variable	---	---	4
Sustitución o retiro de equipos en mal estado	Variable	---	---	4
Buenas Prácticas Operativas (BPO)	---	33%	---	6

Fuente: Elaboración propia

Con base en lo anterior, se propone una hoja de ruta de implementación presentada en la Tabla 56. Se espera que todas las medidas sean ejecutadas en un plazo de un año, conforme a lo exigido por la normativa. Cabe mencionar que, no se consideró la implementación de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), ya que la edificación no se encuentra en propiedad.

Tabla 56. Hoja de ruta de medidas a implementar

Medida	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Actualización de instalaciones eléctricas												
Sustitución o retiro de equipos en mal estado												
Buenas Prácticas Operativas (BPO)												

Fuente: Elaboración propia

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las instalaciones eléctricas presentan múltiples incumplimientos del RETIE (tubería sin empotrar, tableros sin tapa, tomacorrientes defectuosos, ausencia de puesta a tierra), lo que representa un riesgo significativo para la seguridad operativa y de las personas. Se recomienda priorizar la actualización integral de las instalaciones eléctricas.
- Se estableció una Línea Base Energética (LBEn) anual de 83.355 kWh, con un potencial de ahorro estimado del 41% mediante la gestión operativa. Se recomienda implementar de inmediato un programa formal de Buenas Prácticas Operativas (BPO), enfocado en la optimización del uso de iluminación, aire acondicionado y ventilación, así como en la sensibilización del personal.
- Durante eventos con feria, la iluminación y el aire acondicionado representan más del 75% del consumo energético total. Dada la naturaleza estacional y el aumento de carga durante eventos, se recomienda adquirir e instalar equipos de alta eficiencia energética

(etiquetas A/B) para estos sistemas, como parte de una estrategia de mitigación de demanda pico.

- Varias oficinas no cumplen con los niveles mínimos de iluminación exigidos por el RETILAP (500 lux). Se recomienda rediseñar la iluminación en estas áreas con tecnología LED eficiente, ajustando las instalaciones para garantizar el confort visual y el cumplimiento normativo.
- Se identificaron equipos en mal estado o fuera de servicio (reflectores con fotoceldas dañadas, luminarias deterioradas, aires acondicionados dañados) que generan consumos innecesarios o representan riesgos. Se recomienda realizar un inventario detallado, retirar de operación estos equipos y reemplazarlos solo si son necesarios, priorizando modelos de alta eficiencia.
- El factor de potencia medido (0,709) está por debajo del límite reglamentario (0,9), indicando ineficiencia en el uso de la potencia reactiva. Se recomienda realizar un estudio de calidad de energía para diagnosticar las causas y evaluar la necesidad de un sistema de corrección del factor de potencia.

Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 142. (1994). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2020). *Guía de Planes de gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas*. Obtenido de https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Guia_liviana_PGEE.pdf

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 12 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 12 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Cliente: ***CORPORACION EMA.***
Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.
NIT: 900.298.527.

Instrumento calibrado: Analizador de calidad de energía.

Fabricante: METREL.

Modelo: MI 2883.

Número de Serie: 17060454.

Fecha de Calibración: Octubre 02 del 2025.

Lugar de calibración: Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA DE CALIBRACIÓN	EMITE
Calibrador Fluke 5502A	5440806	CG3301–25	2025-01-15	Set y Gad. S.A.S.
Termohigrómetro Testo 175-H1	40326218	CLH 147624 CLT 366124	2024-12-24 2024-12-27	Conamet.

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – ***Pagina Web:*** www.erasmus.com.co

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Cliente: ***CORPORACION EMA.***
Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.
NIT: 900.298.527.

Instrumento calibrado: Analizador de calidad de energía.

Fabricante: METREL.

Modelo: MI 2883.

Número de Serie: 17060454.

Fecha de Calibración: Octubre 02 del 2025.

Lugar de calibración: Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA DE CALIBRACIÓN	EMITE
Calibrador Fluke 5502A	5440806	CG3301–25	2025-01-15	Set y Gad. S.A.S.
Termohigrómetro Testo 175-H1	40326218	CLH 147624 CLT 366124	2024-12-24 2024-12-27	Conamet.

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – ***Pagina Web:*** www.erasmus.com.co

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,500	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	55,999	-0,001	0,027	1,96

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,499	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	55,999	-0,001	0,027	1,96

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,500	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	56,000	0,000	0,027	1,96

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,41	-0,09	0,41	1,97
	A	27,00	26,90	-0,10	0,42	1,97

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,97	-0,03	0,56	1,97
	A	150,0	149,9	-0,10	0,79	1,97
	A	225,0	224,9	-0,1	1,1	1,97
	A	270,0	269,9	-0,1	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,3	-0,7	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	898,1	-1,9	5,1	1,97
	A	1000,1	997,9	-2,2	5,7	1,97

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,41	-0,09	0,41	1,97
	A	27,00	26,89	-0,11	0,42	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,99	-0,01	0,56	1,97
	A	150,0	149,8	-0,20	0,79	1,97
	A	225,0	224,8	-0,2	1,1	1,97
	A	270,0	269,8	-0,2	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,2	-0,8	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	897,9	-2,1	5,1	1,97
	A	1000,1	997,9	-2,2	5,7	1,97

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,40	-0,10	0,41	1,97
	A	27,00	26,90	-0,10	0,42	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,95	-0,05	0,56	1,97
	A	150,0	149,8	-0,20	0,79	1,97
	A	225,0	224,8	-0,2	1,1	1,97
	A	270,0	269,8	-0,2	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,5	-0,5	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	897,6	-2,4	5,1	1,97
	A	1000,1	997,6	-2,5	5,7	1,97

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,60	0,010	0,035	1,98
	V	0,045	127,39	127,39	0,000	0,077	1,98
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,68	-0,010	0,097	1,98
	V	0,045	255,5	255,5	0,00	0,15	1,97
	V	0,045	350,3	350,3	0,00	0,21	2,01
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,4	0,00	0,56	2,05

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,60	0,010	0,035	1,99
	V	0,045	127,39	127,40	0,010	0,077	1,99
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,64	-0,050	0,097	1,98
	V	0,045	255,5	255,5	0,00	0,15	2,03
	V	0,045	350,3	350,3	0,00	0,21	2,01
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,4	0,00	0,56	2,05

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,57	-0,020	0,035	1,98
	V	0,045	127,39	127,34	-0,050	0,077	1,99
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,66	-0,030	0,097	1,99
	V	0,045	255,5	255,4	-0,10	0,15	1,97
	V	0,045	350,3	350,2	-0,10	0,21	1,97
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,3	-0,10	0,56	2,01

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – ***Pagina Web:*** www.erasmus.com.co

7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

Encargado(s) de la calibración:	Laura Milena Velandia R.			
Supervisor:	Rafael Zamudio Ayala.			
Personal adicional:	Ninguno.			
Código de muestra:	12214.			
Fecha de recepción	2025-09-29.			
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	22,2 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	54,9 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	9:12	*Hora Final*	11:02

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

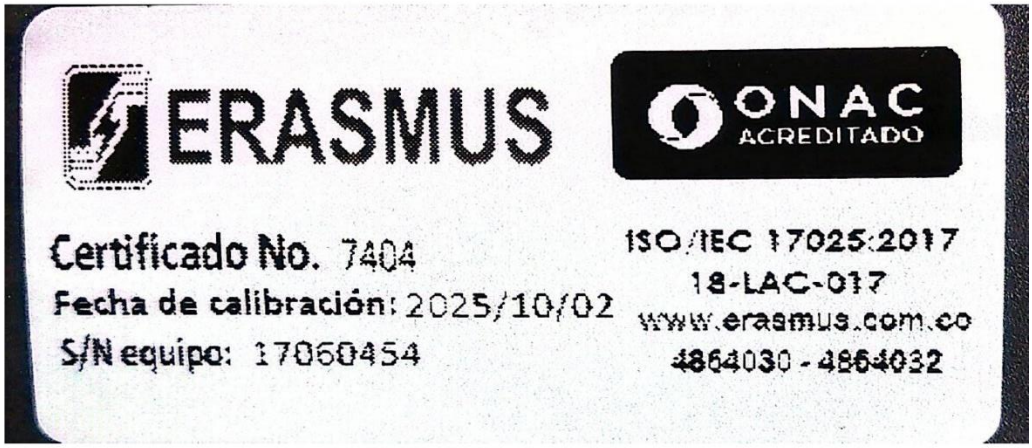
8. RESPONSABLES.

Elaboro	Aprobado
Paula Andrea Cardenas Dueñas.	Elena P. Prieto Rodríguez.
Metrólogo del laboratorio.	Coordinador del laboratorio.

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S**.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

Final del certificado.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

Cliente: *CORPORACION EMA*
Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.
NIT: 900.298.527.

Instrumento calibrado: Telurómetro.

Fabricante: METREL.

Modelo: MI 3123.

Número de Serie: 17360533.

Fecha de Calibración: Septiembre 22 del 2025.

Lugar de calibración: Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA DE CALIBRACIÓN	EMITE
Calibrador Fluke 5502A	5440806	CG3301−25	2025-01-15	Set y Gad. S.A.S.
Termohigrómetro Testo 175-H1	40326218	CLH 147624 CLT 366124	2024-12-24 2024-12-27	Conamet.
Década de resistencia CS-3000	19510092	E-24-0038	2024-01-10	Metrel d.o.o.

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos.						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
0,00 A 19,99	Ω	0,50	0,52	0,020	0,011	1,97
	Ω	1,00	1,00	0,000	0,010	1,96
	Ω	19,04	19,01	-0,003	0,013	1,98
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
20,0 A 199,9	Ω	99,8	100,2	0,40	0,24	1,97
	Ω	190,3	190,8	0,50	0,18	1,99
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
200 A 1999	Ω	1003	1005	2,0	2,6	1,97
	Ω	1902	1903	1,0	1,3	1,99
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2000 A 9999	Ω	10012	9945	-67	18	1,97

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1,00 A 19,99	A	5,00	4,88	-0,120	0,029	1,97
	A	10,00	9,78	-0,220	0,029	1,97
	A	15,00	14,68	-0,320	0,029	1,97
	A	18,00	17,63	-0,370	0,030	1,97

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

Encargado(s) de la calibración:	Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2).			
Supervisor:	Rafael Zamudio Ayala.			
Personal adicional:	Ninguno.			
Código de muestra:	12129.			
Fecha de recepción	2025-09-16.			
Sesión 1.				
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	21,9 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	58,6 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	11:22	*Hora Final*	11:28
Sesión 2.				
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	23,7 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	57,9 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	16:59	*Hora Final*	17:07

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

8. RESPONSABLES.

Elaboro	Aprobado
S. Gamez	
Esneyder Gamez González Metrólogo del laboratorio.	Elena P. Prieto Rodríguez. Coordinador del laboratorio.

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S**.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

Final del certificado.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: **CTE772**
Number

LABORATORIO *Laboratory*	:	TEMPERATURA / TEMPERATURE
INSTRUMENTO *Instrument*	:	CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA
FABRICANTE *Manufacturer*	:	FLUKE
MODELO *Model*	:	Ti10
(a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number*	:	11030423
(a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification*	:	SIN // Without Customer Identification
(a) **PARTE NÚMERO** *Part Number*	:	SIN // Without Customer Identification
RESOLUCIÓN *Resolution*	:	0,1 °C
(a) **SOLICITANTE** *Customer*	:	**CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA**
(a) **DIRECCIÓN** *Address*	:	Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia
FECHA DE RECEPCIÓN *Date of reception*	:	2025-10-22
FECHA DE CALIBRACIÓN *Date of calibration*	:	2025-10-23
(a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date*	:	No Aplica
NÚMERO DE PÁGINAS *Number of pages*	:	3

FIRMAS AUTORIZADAS:
Authorized signatures

Calibrado por / Calibrated by

JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.

Autorizado por / Authorized by

Radicación : **0100103066 / 76560**
File number

Fecha de Emisión: **2025-10-24**
Date of issue

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.
The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

LABORATORIO DE TEMPERATURA
(Temperature Laboratory)
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
(Calibration Certificate Number)

DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION DATA AND RESULTS

Trabajo Realizado:
Work done
CALIBRACION
Calibration

Método Utilizado:
Method Used
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.

Procedimiento Interno utilizado:
Internal procedure used:
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers

CONDICIONES AMBIENTALES
ENVIRONMENTAL CONDITIONS

	MÁXIMO // MAXIMUM	MÍNIMO // MINIMUM
Temperatura ambiente: *Temperature*	27,7 ºC	21,4 ºC
Humedad Relativa: *Relative Humidity*	58 %hr	45 %hr

Unidades de medida:
Measurement units:
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008
Equivalencia *// Equivalence:* 1 °C = 273,15 K

Datos del instrumento a calibrar:
Instrument data to be calibrated:

Emisividad [Ɛ]: Fija *fixed Emissivity [Ɛ]:*	0,95
Banda Espectral: *Spectral Band:*	7,5 µm a 14 µm
Distance de medición *Distance Measure*	112,5 mm a 1 m
Distancia de Calibración: *Calibration Distance:*	90 cm
CDVI (resolución espacial): *CDVI (spatial resolution):*	2,50 mrad
Intervalo de medida: *Measuring range*	-20 °C a 250 °C

Configuración: *Setting:* **Manual**

Intervalo de Calibración *Calibration interval*	**Valor aplicado** *Applied value*	**Resultados** *Results*			
	Temperatura Generada *Generated Temperature*	**Valor medido*** *Measured value**	**Corrección** *Correction*	**Factor De Cobertura** *Coverage Factor k*	**Incertidumbre** *Uncertainty ±U*
35 °C a 250 °C	35 °C	35,2 °C	-0,24 °C	2,0	0,71 °C
	150 °C	146,7 °C	3,32 °C	2,0	0,77 °C
	250 °C	246,9 °C	3,2 °C	2,0	1,0 °C

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

Nota: La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.
Note: *The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

***** FIN TOMA DE DATOS *****
**** END OF DATA COLLECTION ****

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

LABORATORIO DE TEMPERATURA
(Temperature Laboratory)
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
(Calibration Certificate Number)

TRAZABILIDAD METROLOGICA */ METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.

EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN
STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION

PATRÓN UTILIZADO: ***Standard Used:***	PRECISION INFRARED CALIBRATOR	**EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:***	HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER
Modelo: *Model:*	4181	Modelo: *Model:*	RHT20
Numero de Serie: *Serie Number:*	B56286	Numero de Serie: *Serie Number:*	A21114570
Codigo Interno: *Internal code:*	LMCCO-091	Codigo Interno: *Internal code:*	LMCCO-084
Certificado de Calibración: *Calibration certificate:*	TLM-T-3826	Certificado de Calibración: *Calibration certificate:*	TE-9801-25 HR-5401-25
Fecha de calibración: *Date Calibration:*	2025-07-24	Fecha de calibración: *Date Calibration:*	2025-05-02
Fecha de Vencimiento: Due *Date:*	2027-07-24	Fecha de Vencimiento: Due *Date:*	2026-05-02
Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:*	TESLA / ONAC	Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:*	VALMET L&M / ONAC

OBSERVACIONES:
Observations:

1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emisivity of the standard radiator.
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
6. The calibrated points were previously agreed with the client .
7. El diametro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los pixeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente**. Sumincol no se hace responsable de dicha informacion.
(b) Descargo de Responsabilidad: Sumincol no se hace responsable cuando la informacion proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772

LAB-FT-CTE-50-02
2025-07-11

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

Consorcio

Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética

Ítem 13 - Edificio Victoria Chaar

SG-CMA-001-2025

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 8
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN 9
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN 10
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes 10
2.2 Áreas útiles 11
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA 12
3.1 Generalidades de alimentación 12
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas 14
3.3 Inventario 14
4. MEDICIONES REALIZADAS 17
4.1 Temperatura y humedad 17
4.2 Cámara termográfica 18
4.3 Iluminancia 19
4.4 Mediciones eléctricas 20
4.5 Curva de carga 23
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO 26
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación 27
5.2 Caracterización del consumo por usos finales 30
5.3 Caracterización de costo de la energía 35
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA 41
6.1 Metodología 41
6.2 Resultados 42
6.3 Potencial de ahorro energético 43
7. INDICADORES 44
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) 44
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) 45
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) 45
7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) 46

7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 47
8. OPORTUNIDADES DE MEJORA....47
8.1 Buenas prácticas operativas (BPO)....47
8.2 Medidas activas....49
9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE MEDIDAS....51
10. CRONOGRAMA TENTATIVO DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS....54
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....55
Bibliografía....56
ANEXOS....58

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Edificio Victoria Chaar 11
Figura 2. Longitudes para cálculo de área de terreno y construída 11
Figura 3. Conexión física de la red a la edificación 13
Figura 4. Tablero principal 13
Figura 5. Muestra de tableros eléctricos de la edificación 14
Figura 6. Equipos de aire acondicionado en el edificio Victoria Chaar 15
Figura 7. Equipos ofimáticos del edificio Victoria Chaar 15
Figura 8. Equipos de iluminación del edificio Victoria Chaar 16
Figura 9. Otros equipos del edificio Victoria Chaar 17
Figura 10. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 17
Figura 11. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal 18
Figura 12. Luxómetro digital MPT1014 20
Figura 13. Instalación de equipo Metrel MI 2883 20
Figura 14. Tensiones de tablero principal 21
Figura 15. Corrientes de tablero principal 21
Figura 16. Energía activa de tablero principal 22
Figura 17. Potencias de tablero principal 22
Figura 18. Factor de potencia de tablero principal 23
Figura 19. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas 24
Figura 20. Corrientes de tablero principal 25
Figura 21. Curva de carga de tablero principal 25
Figura 22. Registro de datos clave de facturas 27
Figura 23. Consumo histórico de energía activa 28
Figura 24. Consumo histórico de energía reactiva 29
Figura 25. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada 30
Figura 26. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del edificio Victoria Chaar 31
Figura 27. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del edificio Victoria Chaar 32
Figura 28. Porcentaje de participación de consumo de energía por pisos del edificio Victoria Chaar 33
Figura 29. Diagrama de Pareto – consumo de energía por pisos del edificio Victoria Chaar 33
Figura 30. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas del edificio Victoria Chaar 34
Figura 31. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas del edificio Victoria Chaar 35
Figura 32. Costo de factura histórico 35
Figura 33. Gráfico circular de costos de facturación 36
Figura 34. Costo unitario por kWh de energía 36
Figura 35. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público 38

Figura 36. Costo total de energía activa 40
Figura 37. Línea Base Energética (LBEn) del edificio Victoria Chaar 43
Figura 38. Consumo de energía eléctrica mensual del edificio Victoria Chaar 45
Figura 39. Consumo de energía eléctrica mensual del edificio Victoria Chaar 46
Figura 40. Flujo de caja descontado de sustitución de aires acondicionados 53

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general del Edificio Victoria Chaar 9
Tabla 2. Información de actividades del Edificio Victoria Chaar 9
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación 10
Tabla 4. Áreas del edificio Victoria Chaar 12
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del edificio Victoria Chaar 14
Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos del edificio Victoria Chaar 15
Tabla 7. Inventario de iluminación del edificio Victoria Chaar 16
Tabla 8. Inventario de refrigeración del edificio Victoria Chaar 16
Tabla 9. Inventario de otros equipos del edificio Victoria Chaar 16
Tabla 10. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad 18
Tabla 11. Mediciones de iluminancia 19
Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia 23
Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger 24
Tabla 14. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura 24
Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía activa 28
Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva 29
Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada 30
Tabla 18. Participación de consumo de energía por usos finales del edificio Victoria Chaar 31
Tabla 19. Participación de consumo de energía por pisos del edificio Victoria Chaar 32
Tabla 20. Participación de consumo de energía por áreas del edificio Victoria Chaar 34
Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía activa 37
Tabla 22. Costo unitario por kWh de energía reactiva 37
Tabla 23. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público 38
Tabla 24. Costo facturado por energía activa 39
Tabla 25. Costo facturado por energía reactiva 39
Tabla 26. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público 40
Tabla 27. Registros para construcción de LBEn del edificio Victoria Chaar 42
Tabla 28. Reporte UPME para potencial de ahorro energético 44
Tabla 29. Aires acondicionados de 12.000 BTU/h para implementación de medida 49
Tabla 30. Aires acondicionados de 18.000 BTU/h para implementación de medida 50
Tabla 31. Aires acondicionados de 24.000 BTU/h para implementación de medida 50
Tabla 32. Especificaciones de aires eficientes - nuevos 50
Tabla 33. Ahorros energéticos por sustitución de aires condicionados de 12.000 BTU/h 51
Tabla 34. Ahorros energéticos por sustitución de aires condicionados de 18.000 BTU/h 51
Tabla 35. Ahorros energéticos por sustitución de aires condicionados de 24.000 BTU/h 51
Tabla 36. Inversión inicial de sustitución de aires acondicionados 53
Tabla 37. Información de evaluación económica para sustitución de aires acondicionados 54
Tabla 38. Medidas propuestas para ser implementadas 54
Tabla 39. Hoja de ruta de medidas a implementar 55

RESUMEN

El presente informe corresponde al Producto 5 – Informe Final de Auditoría Energética para el Edificio Victoria Chaar (Ítem 13), desarrollado por el Consorcio Auditorías Energéticas para la Gobernación de Córdoba. Este trabajo se ejecuta en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 (Ley 2294 de 2023) y bajo los lineamientos metodológicos establecidos en la Resolución 16 de 2024 de la UPME.

El objetivo de la auditoría fue evaluar el desempeño energético del inmueble, identificar los Usos Significativos de la Energía (USE), diagnosticar las condiciones actuales de sus instalaciones y sistemas, y formular oportunidades de mejora técnica y operativa para optimizar el consumo de energía eléctrica, contribuyendo a la meta de ahorro mínimo del 15% para el año 2026.

La metodología aplicada incluyó una inspección arquitectónica y eléctrica detallada, inventario completo de equipos energéticos, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curva de carga), y un análisis exhaustivo del histórico de consumo y costos de facturación. A partir de estos datos, se construyó una Línea Base Energética (LBEn) utilizando el método de valor absoluto de energía.

Los principales hallazgos indican que el consumo anual de energía eléctrica del Edificio Victoria Chaar es de aproximadamente 54.597 kWh. La caracterización por usos finales reveló que el aire acondicionado (55%) y los equipos ofimáticos (22%) son los USE. Se identificó que los niveles de iluminancia en todas las áreas de oficina no cumplen con el mínimo establecido por el RETILAP (500 lux).

El análisis de potencial de ahorro mediante Buenas Prácticas Operativas (BPO) se vio limitado por la disponibilidad histórica de datos, ya que solo se contó con un dato por mes para construir la línea base. Sin embargo, se identificó una oportunidad concreta y cuantificable mediante una medida activa: la sustitución de equipos de aire acondicionado ineficientes por modelos de alta eficiencia energética.

Se presenta un cronograma tentativo para la implementación de las estrategias, priorizando la ejecución de un programa de Buenas Prácticas Operativas (BPO) y la sustitución de los aires acondicionados, con un horizonte de ejecución total de 12 meses.

INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el quinto producto - Informe Final de Auditoría Energética, integra la estructura del producto cuatro y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección ocho sobre oportunidades de mejora, sección nueve que presenta sus evaluaciones económicas y sección diez con el cronograma de las medidas propuesta.

1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 13 corresponde al Edificio Victoria Chaar tiene por objetivos la atención al ciudadano y agilizar los trámites relacionados con la emisión de pasaportes y otros servicios. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general del Edificio Victoria Chaar





Nombre de la institución	Edificio Victoria Chaar
Dirección	Calle 26 # 3 -26
Municipio	Montería
Coordenadas	Latitud: 8.75453° Longitud: -75.88732°
Antigüedad [años]	20
Tipo de tenencia	Arriendo
Limitaciones patrimoniales	Ninguna

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades del Edificio Victoria Chaar

Servicios	Servicios y atención de pasaportes
Días de operación	Lunes a viernes
Horarios de operación	07:00 am a 5:00 pm
Cantidad de empleados	Sin información
Nombre de responsable de administración de la entidad	Ricardo Fabian Pastrana Muñoz
Cargo	Jefe de Almacén
Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría	Ninguna

Fuente: Elaboración propia

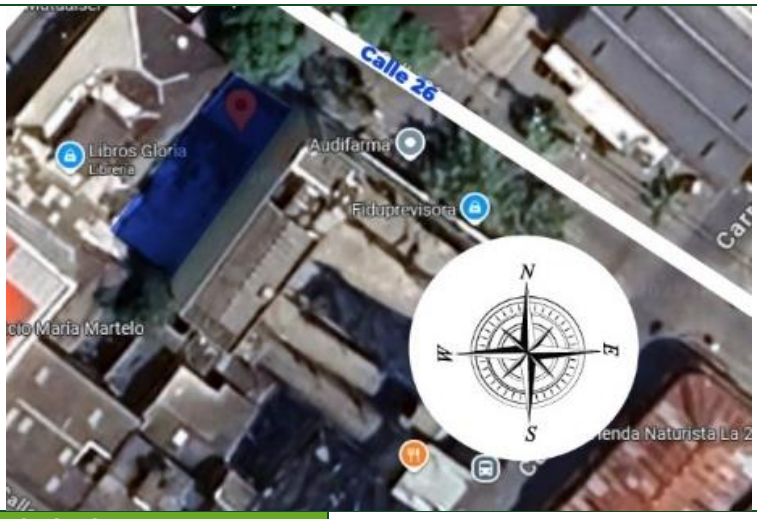
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con un (1) bloques, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Edificio Victoria Chaar (ver Figura 1)

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación



Orientación de la fachada	Nororiente
Número de edificios o bloques	1
Número de pisos	5
Altura techos internos [m]	2,5
Área construida aproximada [m²]	945
Inclinación cubierta [°]	15°
Envolvente	Material del muro: ladrillo cocido con pañete
	Color de muros: blanco
	Estado de las paredes: buenas
	Tipo de aislamiento: edificaciones laterales
Ventanas	Material del marco: metal
	Tipo de vidrio: vidrio flotado
	Estado: regular
Techo	Material: fibrocemento
	Color: gris

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Edificio Victoria Chaar

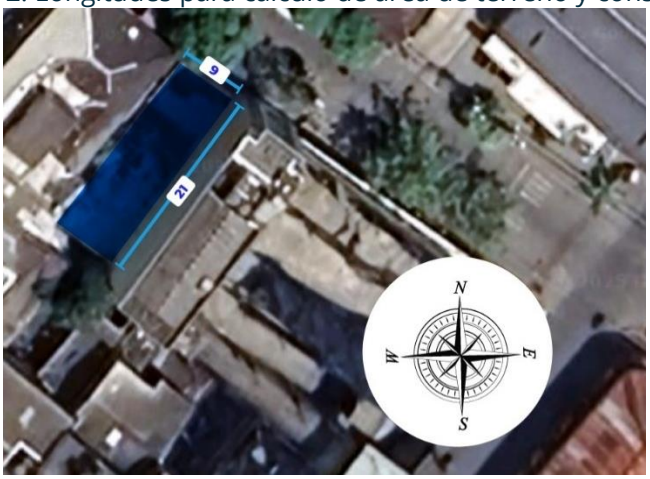


Fuente: Elaboración propia

2.2 Áreas útiles

El área total del terreno de la edificio Chaar es de aproximadamente 189 m^2, mientras que la superficie construida, asciende a los 945 m^2 (ver Figura 2). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que el edificio Victoria Chaar no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 2. Longitudes para cálculo de área de terreno y construída



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas del edificio Victoria Chaar

Área	Área total [m²]	Fuente	Área	Área total [m²]	Fuente
Piso 5 - oficina 1	28	Estimación	Piso 3 - recepción	24	Estimación
Piso 5 - recepción	24	Estimación	Piso 3 - oficina 2	53,25	Estimación
Piso 5 - oficina 2	53,25	Estimación	Piso 3 - oficina 2.1	6,25	Estimación
Piso 5 - oficina 2.1	6,25	Estimación	Piso 3 - oficina 2.2	6,25	Estimación
Piso 5 - oficina 2.2	6,25	Estimación	Piso 3 - oficina 2.3	6,25	Estimación
Piso 5 - oficina 2.3	6,25	Estimación	Piso 2 - recepción	31	Estimación
Piso 4 - oficina 1	28	Estimación	Piso 2 - oficina 2.1	12	Estimación
Piso 4 - recepción	24	Estimación	Piso 2 - oficina 2.2	12	Estimación
Piso 4 - oficina 2	53,25	Estimación	Piso 2 - oficina 2.3	12	Estimación
Piso 4 - oficina 2.1	6,25	Estimación	Piso 2 - oficina 1	18	Estimación
Piso 4 - oficina 2.2	6,25	Estimación	Piso 1 - recepción	30	Estimación
Piso 4 - oficina 2.3	6,25	Estimación	Oficina retos	63	Estimación
Piso 3 - oficina 1	28	Estimación	Oficina pasaportes	24	Estimación
Piso 3 - recepción	24	Estimación	Piso 3 - recepción	24	Estimación
Piso 3 - oficina 2	53,25	Estimación	Piso 3 - oficina 2	53,25	Estimación
Piso 3 - oficina 2.1	6,25	Estimación	Piso 3 - oficina 2.1	6,25	Estimación
Piso 3 - oficina 2.2	6,25	Estimación	Piso 3 - oficina 2.2	6,25	Estimación
Piso 3 - oficina 2.3	6,25	Estimación	Piso 3 - oficina 2.3	6,25	Estimación
Piso 2 - recepción	31	Estimación	Piso 2 - recepción	31	Estimación
Piso 2 - oficina 2.1	12	Estimación	Piso 2 - oficina 2.1	12	Estimación
Piso 2 - oficina 2.2	12	Estimación	Piso 2 - oficina 2.2	12	Estimación
Piso 2 - oficina 2.3	12	Estimación	Piso 2 - oficina 2.3	12	Estimación
Piso 2 - oficina 1	18	Estimación	Piso 2 - oficina 1	18	Estimación
Piso 1 - recepción	30	Estimación	Piso 1 - recepción	30	Estimación
Oficina retos	63	Estimación	Oficina retos	63	Estimación
Oficina pasaportes	24	Estimación	Oficina pasaportes	24	Estimación

Fuente: Elaboración propia

3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

3.1 Generalidades de alimentación

El edificio Victoria Chaar se conecta al sistema de distribución de Afinia en media tensión (13,2 kV) mediante una acometida aérea con estructura tipo semibandera (ver Figura 3), donde la energía es transformada a baja tensión a través de un transformador de 112,5 kVA propiedad del operador, desde donde la distribución continúa en configuración subterránea hasta la edificación principal (ver Figura 4).

Figura 3. Conexión física de la red a la edificación



Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Tablero principal



Fuente: Elaboración propia

Desde el tablero eléctrico principal se derivan los circuitos hacia los tableros seccionales ubicados en distintas áreas del edificio Victoria Chaar. En la Figura 5 se presentan ejemplos de estos tableros.

Figura 5. Muestra de tableros eléctricos de la edificación



Fuente: Elaboración propia

3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones eléctricas del edificio Victoria Chaar, donde no se encontró que las instalaciones requieran la intervención y actualización de las mismas, dado que a simple vista no incumplen el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), en materia de riesgo eléctrico.

3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 6).

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del edificio Victoria Chaar

Equipo	Capacidad térmica [BTU/h]	Suma de potencias[W]	Cantidad
Minisplit	12.000 BTU/h	19.170	21
Minisplit	18.000 BTU/h	13.286	11
Minisplit	24.000 BTU/h	10.120	5

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Equipos de aire acondicionado en el edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 7).

Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos del edificio Victoria Chaar

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Computador de escritorio	1.850	51
Impresora laser	6.120	8
Portátil	450	11
Scanner	18	4

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Equipos ofimáticos del edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 8).

Tabla 7. Inventario de iluminación del edificio Victoria Chaar

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Luces de emergencia	5	7
Luminaria led	1.112	133

Fuente: Elaboración propia

Figura 8. Equipos de iluminación del edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 8.

Tabla 8. Inventario de refrigeración del edificio Victoria Chaar

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Dispensador de agua	2.400	4

Fuente: Elaboración propia

Los otros equipos se sintetizan en la Tabla 9 (ver Figura 9).

Tabla 9. Inventario de otros equipos del edificio Victoria Chaar

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Ascensor	3.000	1
Bomba	740	1
Cafetera	3.040	3
Estufa eléctrica	1.200	1
Extractor de aire	300	6
UPS	3.600	2

Fuente: Elaboración propia

Figura 9. Otros equipos del edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 10). Donde se registraron mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 10.

Figura 10. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663



Fuente: Elaboración propia

Tabla 10. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

Medición	Hora	Temperatura	Humedad relativa
1	8:55 am	28	54%
2	8:56 am	29	47%
3	8:57 am	29	49%
4	9:17 am	26	63%
5	9:36 am	29	64%
6	9:38 am	28	73%
7	9:43 am	28	73%
8	10:51 am	21	60%

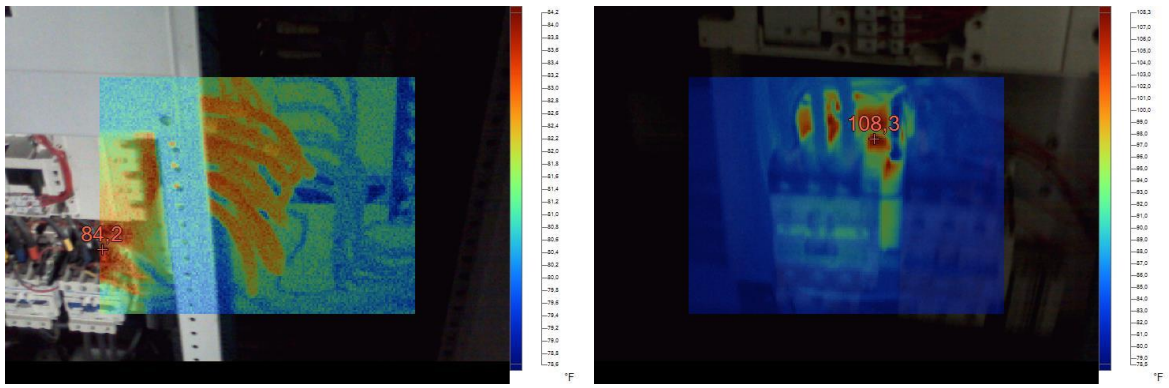
Fuente: Elaboración propia

4.2 Cámara termográfica

Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en el tablero eléctrico principal, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 11. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 27 °C (según la Tabla 10**),** se obtiene un diferencial máximo de 15,3°C, correspondiente a la Figura 11(b) con 42,3°C (10,.3 °F).

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (11 °C a 20 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “Posible deficiencia”. Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar revisión en el siguiente mantenimiento preventivo.

Figura 11. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal



(a) (b)

Fuente: Elaboración propia

4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones del edificio Victoria Chaar, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 11.

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Tabla 11. Mediciones de iluminancia

Área	Número de mediciones	Iluminancia promedio [lx]	Especificación de iluminancia [lx]	Cumplimiento
Piso 5 - oficina 1	6	441	500	No cumple
Piso 5 - oficina 2	6	370	500	No cumple
Piso 5 - oficina 2.1	4	351	500	No cumple
Piso 5 - oficina 2.2	4	332	500	No cumple
Piso 5 - oficina 2.3	4	336	500	No cumple
Piso 4 - oficina 1	5	454	500	No cumple
Piso 4 - oficina 2	5	350	500	No cumple
Piso 4 - oficina 2.1	4	367	500	No cumple
Piso 4 - oficina 2.2	4	336	500	No cumple
Piso 4 - oficina 2.3	4	337	500	No cumple
Piso 3 - oficina 1	6	434	500	No cumple
Piso 3 - oficina 2	5	350	500	No cumple
Piso 3 - oficina 2.1	4	367	500	No cumple
Piso 3 - oficina 2.2	4	336	500	No cumple
Piso 3 - oficina 2.3	4	334	500	No cumple
Piso 2 - oficina 1	4	410	500	No cumple
Piso 2 - oficina 2.1	4	370	500	No cumple
Piso 2 - oficina 2.2	4	338	500	No cumple
Piso 2 - oficina 2.3	4	347	500	No cumple
Piso 1 - oficina retos	7	328	500	No cumple
Piso 1 - oficina pasaportes	6	417	500	No cumple

Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Luxómetro digital MPT1014



Fuente: Elaboración propia

4.4 Mediciones eléctricas

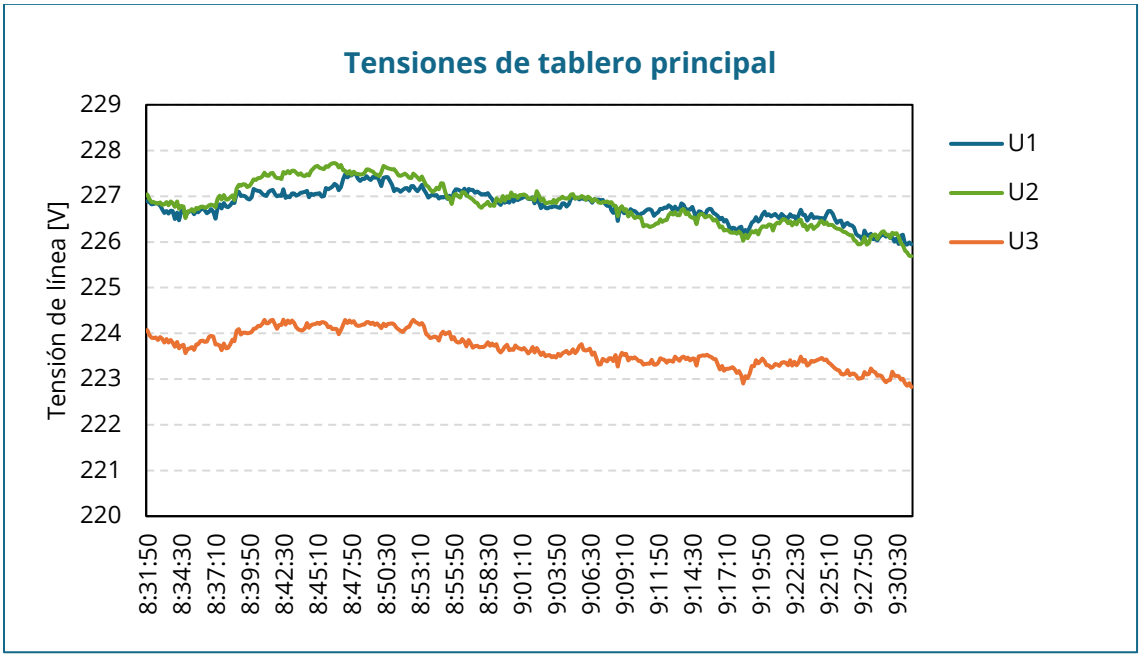
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal del edificio Victoria Chaar y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 13. Instalación de equipo Metrel MI 2883



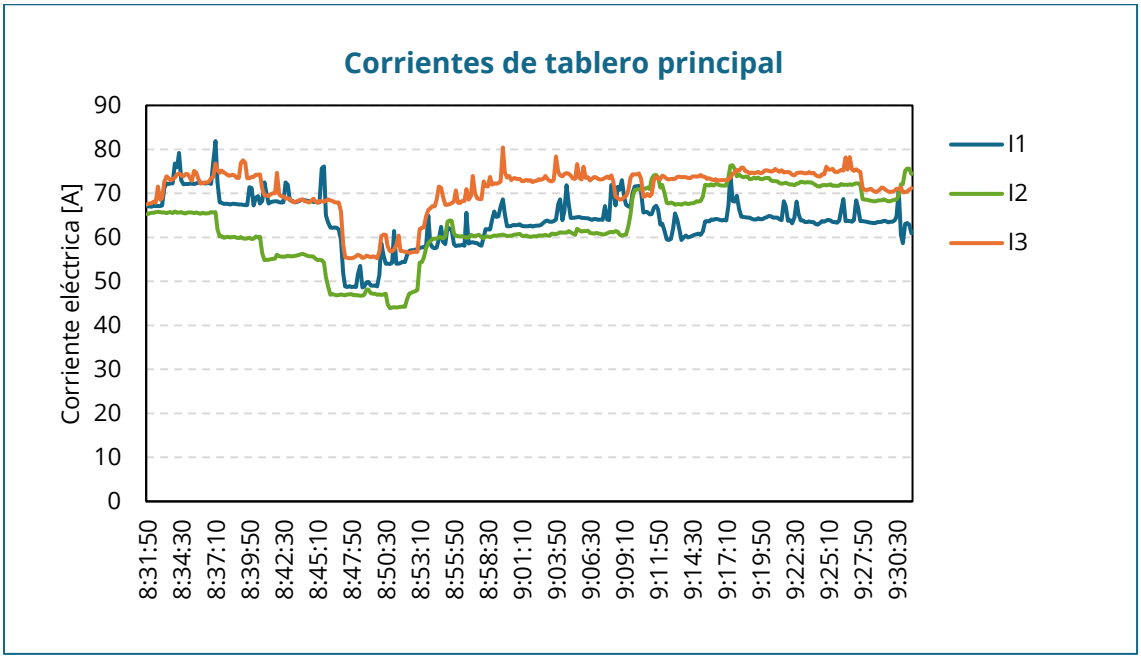
Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Tensiones de tablero principal



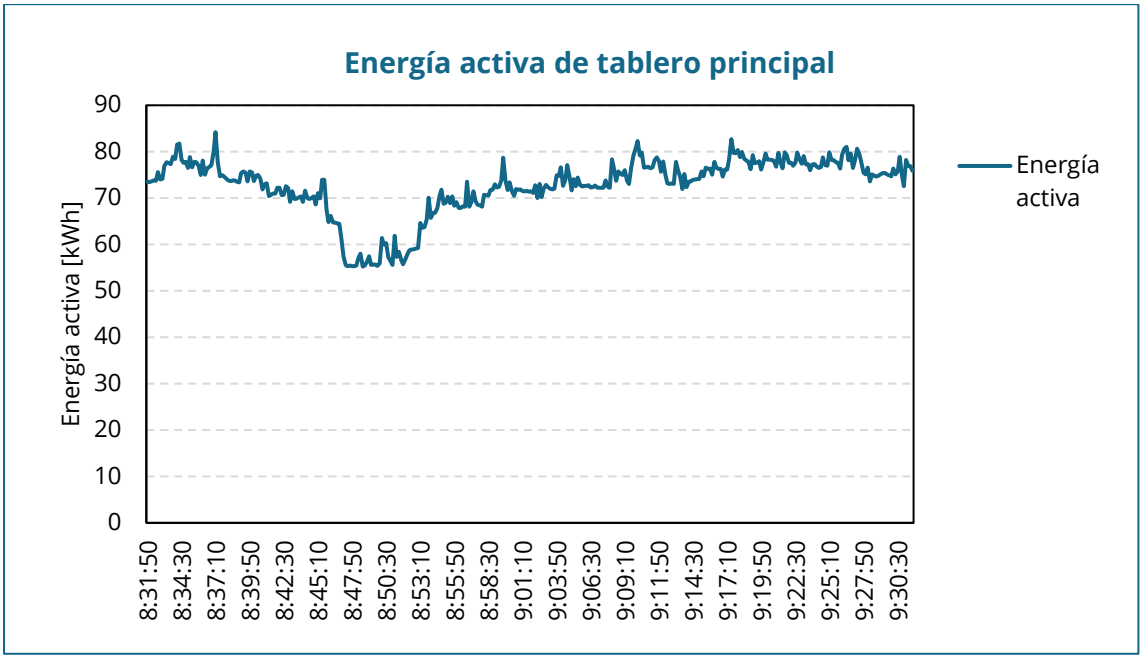
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Corrientes de tablero principal



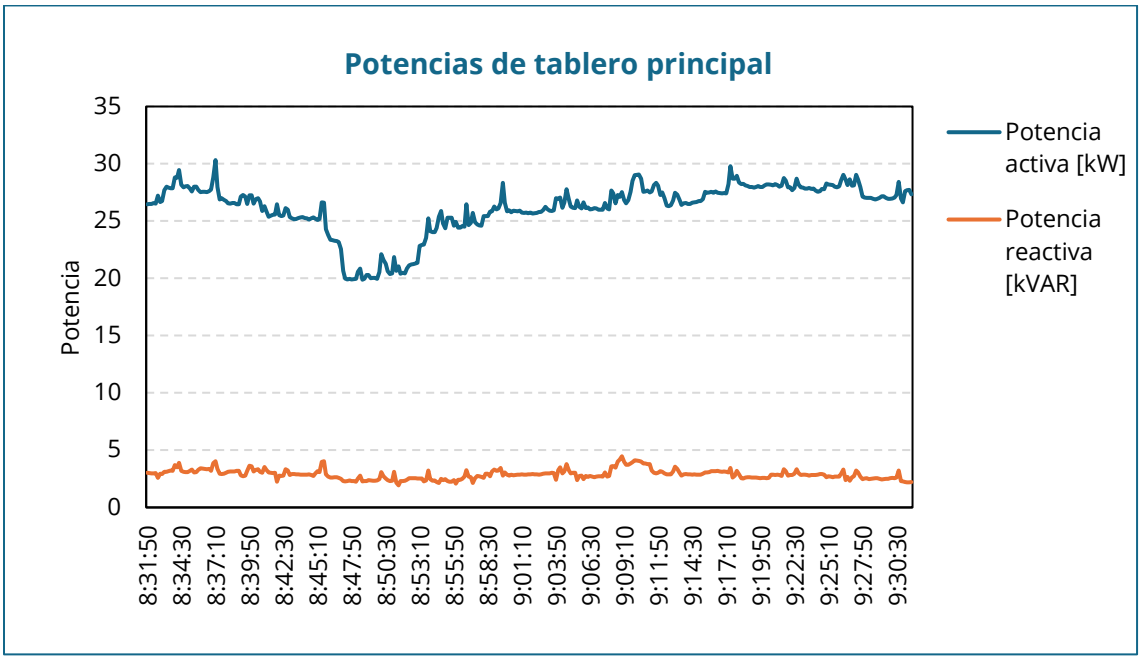
Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Energía activa de tablero principal



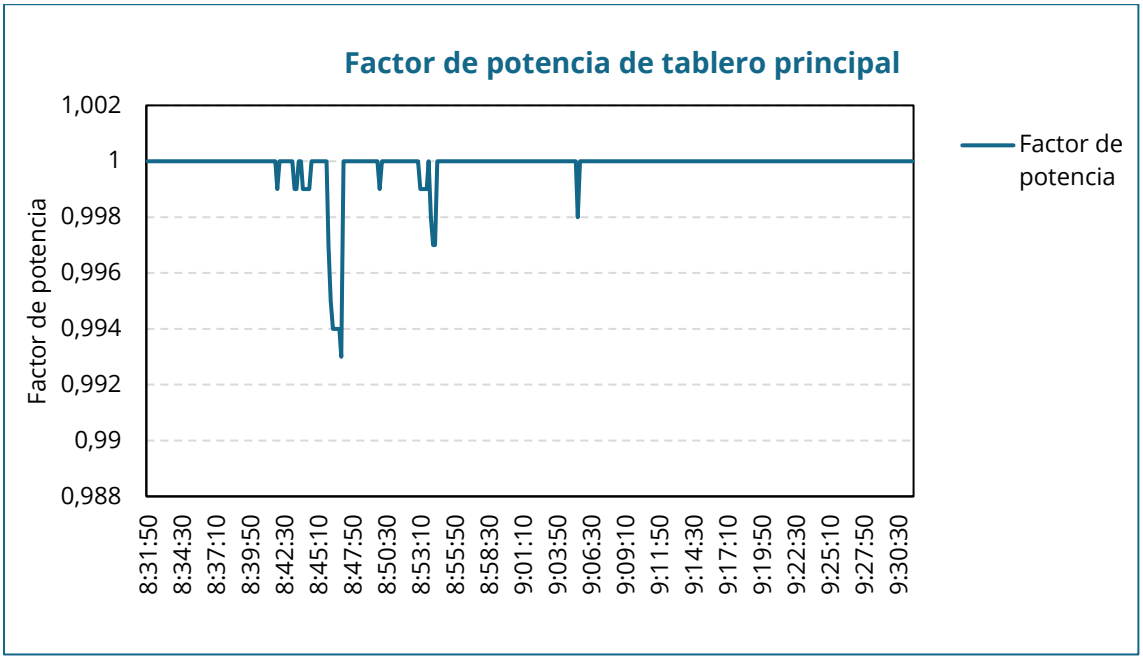
Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Potencias de tablero principal



Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Factor de potencia de tablero principal



Fuente: Elaboración propia

4.5 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa del edificio Victoria Chaar. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 12 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia

Variable	Promedio	Desviación estándar
U12	226,79	0,15%
U23	226,83	0,21%
U31	223,66	0,17%
Factor de potencia	1,000	0,08%

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 13.

Figura 19. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger

Fecha de inicio	20 de noviembre de 2025
Feche final	21 de noviembre de 2025
Días de medición	1,07
Frecuencia de muestreo [s]	60

Fuente: Elaboración propia

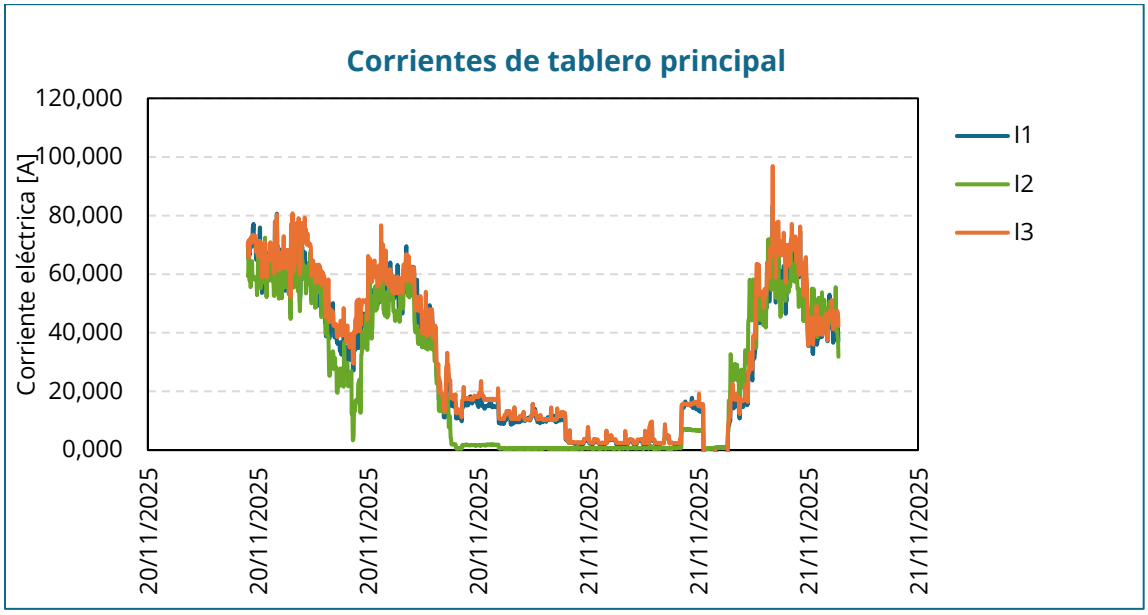
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 20 y la Figura 21. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 14.

Tabla 14. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura

Energía medida [kWh]	286
Energía interpolada [kWh]	7.981
Energía facturada [kWh]	7.360
Diferencia relativa [%]	8,4%

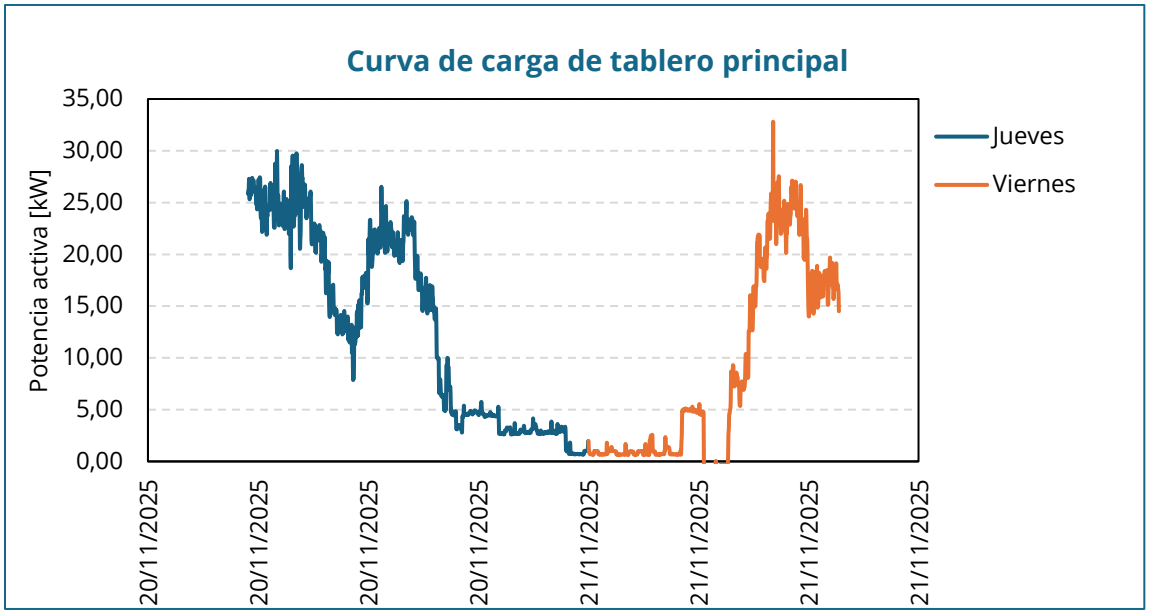
Fuente: Elaboración propia

Figura 20. Corrientes de tablero principal



Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Curva de carga de tablero principal



Fuente: Elaboración propia

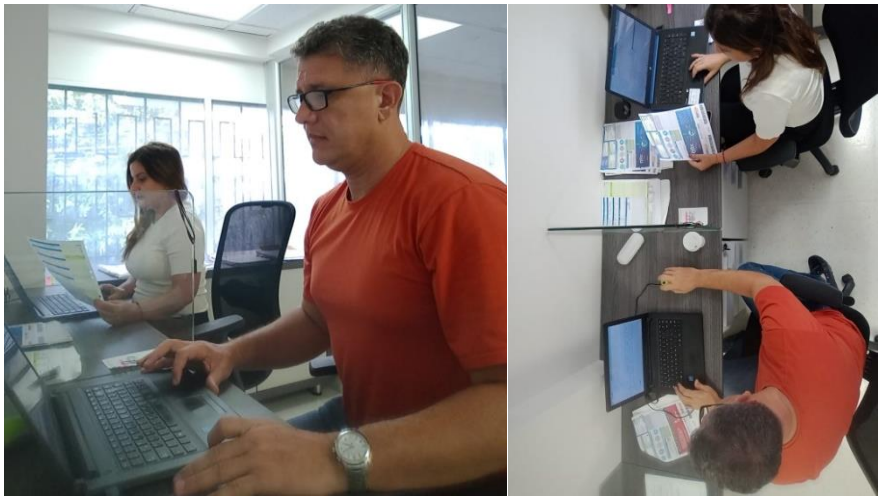
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 22).

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica**: El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil, pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa (equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia.
  -**Contribución (Cargo por Uso Comercial):** De acuerdo con la (Ley 142, 1994), a las instalaciones catalogadas como "comerciales" se les aplica un recargo del 20% sobre el costo total de la energía (activa y reactiva), antes de intereses u otros recargos. En el análisis presente, este valor ya se encuentra incluido en los costos unitarios y totales. Este caso particular se presenta con la cuenta NIC: 7831313 del Edificio Victoria Chaar.
- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público:** Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana**: Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

Figura 22. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

Observación General:

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

Edificio Victoria Chaar - NIC: 7831313 - Medidor: 36053398

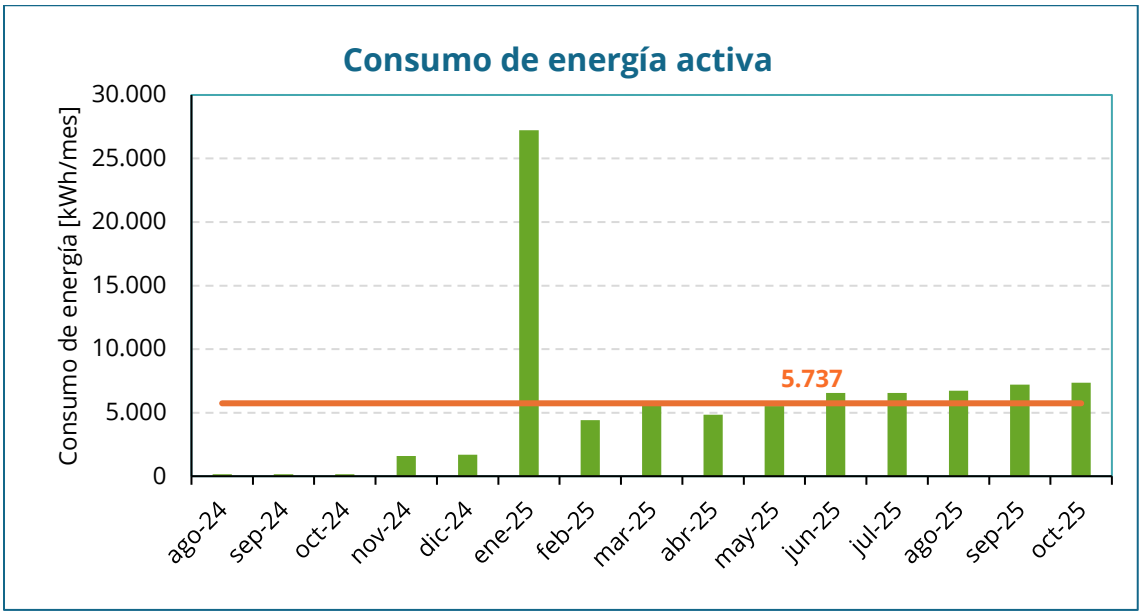
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 15, con el cual se construyó la Figura 23. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía activa

Mes	Consumo de energía activa [kWh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	Sin información	Sin información	27.220
Febrero	Sin información	Sin información	Sin información	4.400
Marzo	Sin información	Sin información	Sin información	5.920
Abril	Sin información	Sin información	Sin información	4.840
Mayo	Sin información	Sin información	Sin información	5.520
Junio	Sin información	Sin información	Sin información	6.560
Julio	Sin información	Sin información	Sin información	6.560
Agosto	Sin información	Sin información	160	6.720
Septiembre	Sin información	Sin información	160	7.200
Octubre	Sin información	Sin información	160	7.360
Noviembre	Sin información	Sin información	1.600	
Diciembre	Sin información	Sin información	1.680	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 23. Consumo histórico de energía activa



Fuente: Elaboración propia

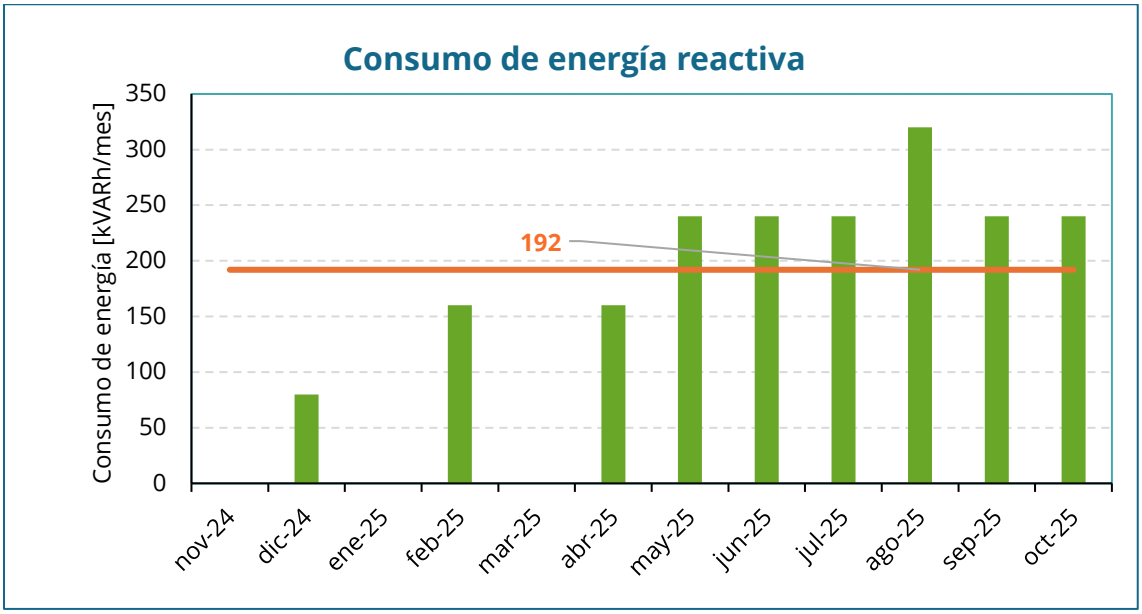
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 16, con el cual se construyó la Figura 24. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva

Mes	Consumo de energía reactiva [kVARh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	Sin información	Sin información	27.220
Febrero	Sin información	Sin información	Sin información	4.400
Marzo	Sin información	Sin información	Sin información	5.920
Abril	Sin información	Sin información	Sin información	4.840
Mayo	Sin información	Sin información	Sin información	5.520
Junio	Sin información	Sin información	Sin información	6.560
Julio	Sin información	Sin información	Sin información	6.560
Agosto	Sin información	Sin información	160	6.720
Septiembre	Sin información	Sin información	160	7.200
Octubre	Sin información	Sin información	160	7.360
Noviembre	Sin información	Sin información	1.600	
Diciembre	Sin información	Sin información	1.680	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 24. Consumo histórico de energía reactiva



Fuente: Elaboración propia

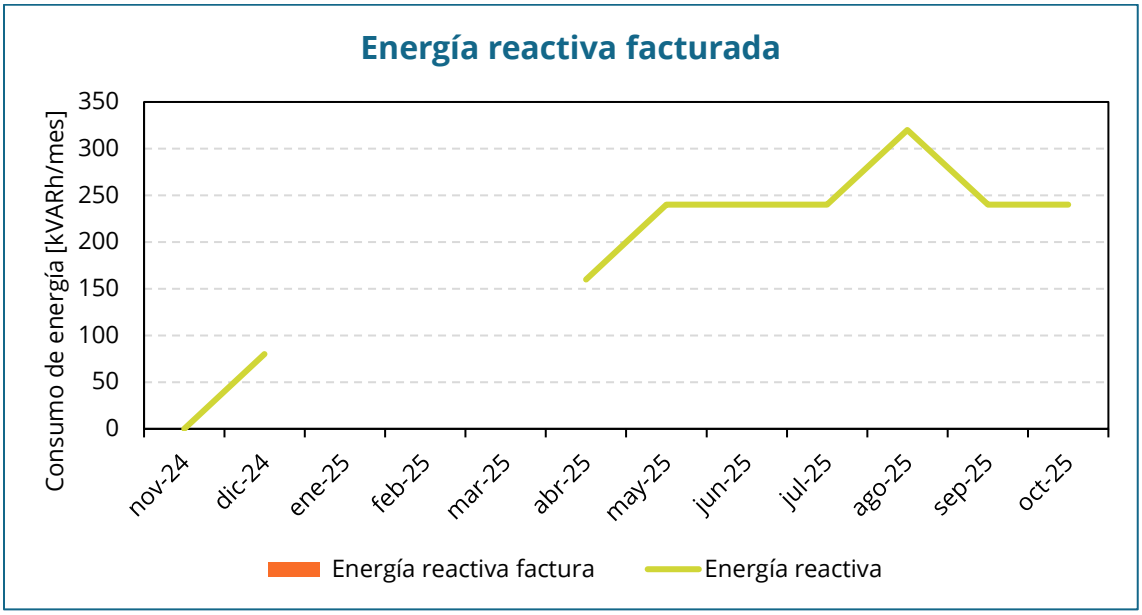
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 17, con el cual se construyó la Figura 25. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

Mes	Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	Sin información	Sin información	0
Febrero	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
Marzo	Sin información	Sin información	Sin información	0
Abril	Sin información	Sin información	Sin información	0
Mayo	Sin información	Sin información	Sin información	0
Junio	Sin información	Sin información	Sin información	0
Julio	Sin información	Sin información	Sin información	0
Agosto	Sin información	Sin información	Sin información	0
Septiembre	Sin información	Sin información	Sin información	0
Octubre	Sin información	Sin información	0	
Noviembre	Sin información	Sin información	0	
Diciembre	Sin información	Sin información	Sin información	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 25. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada



Fuente: Elaboración propia

5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 6,1% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla 15), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

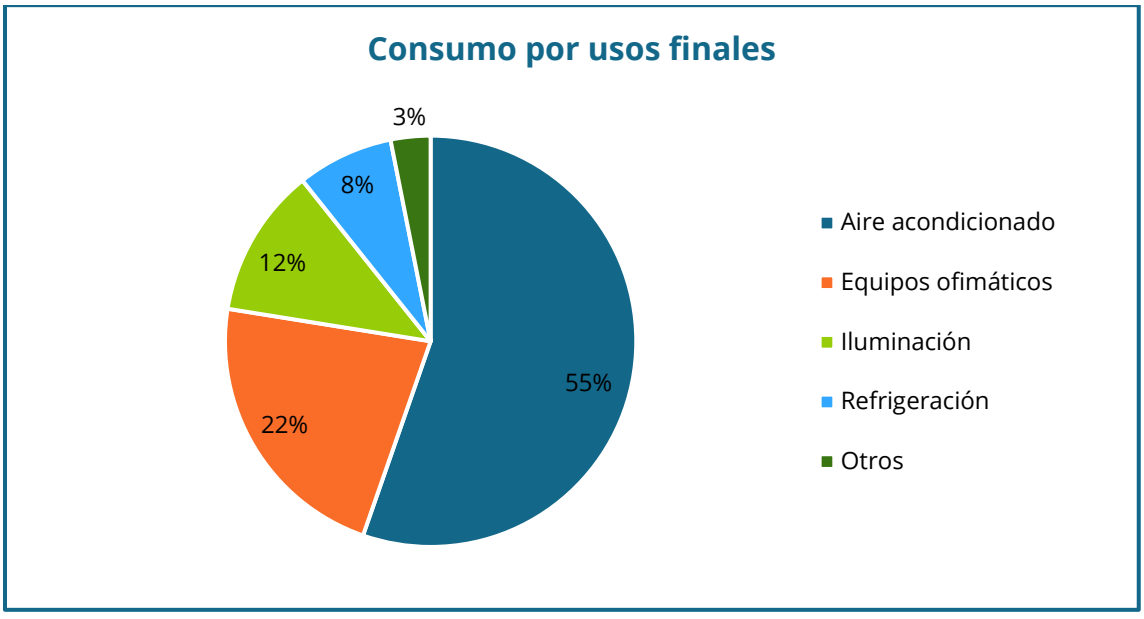
A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 18, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 26 y el diagrama de Pareto en la Figura 27.

Tabla 18. Participación de consumo de energía por usos finales del edificio Victoria Chaar

Uso	Consumo [kWh/día]	Participación
Aire acondicionado	175	55%
Equipos ofimáticos	70	22%
Iluminación	37	12%
Refrigeración	24	8%
Otros	10	3%
Total	**317**	**100%**

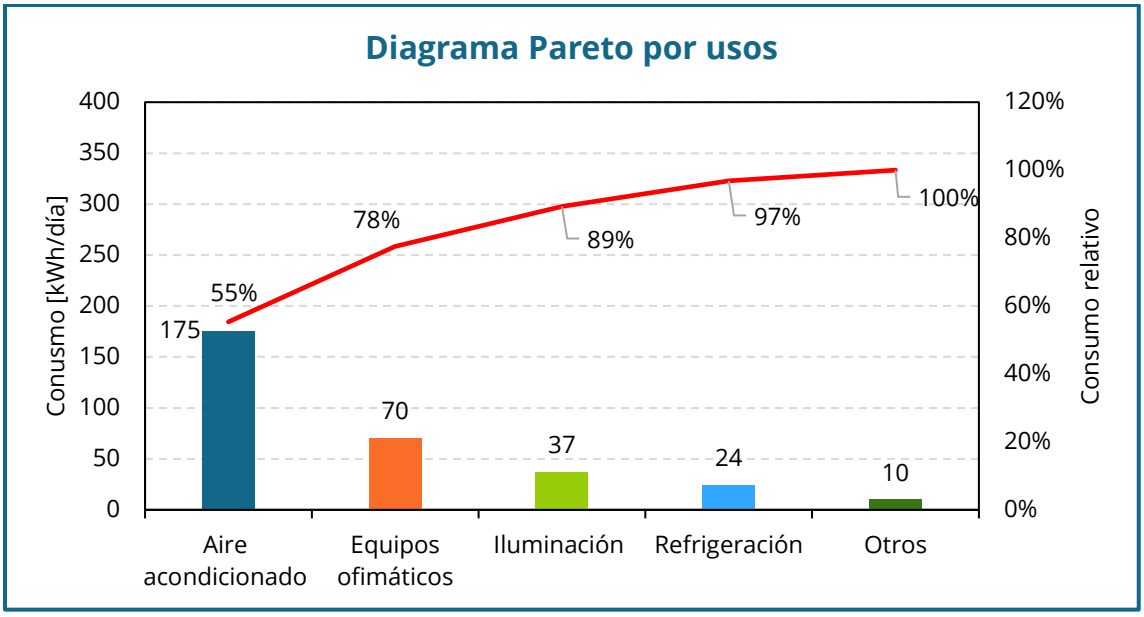
Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

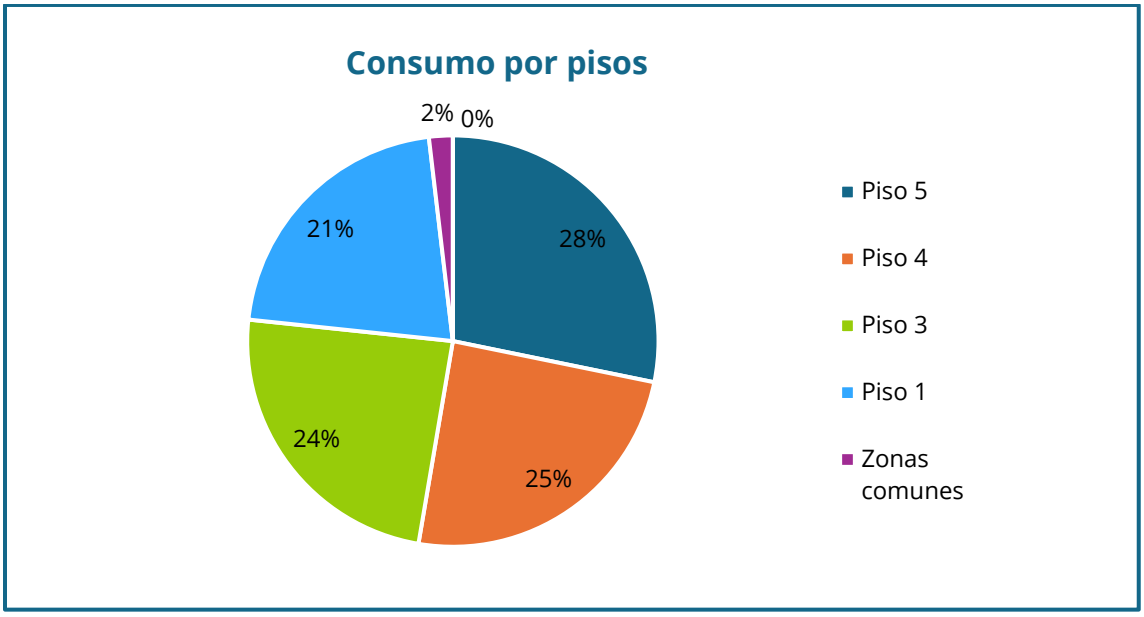
La participación de consumo por pisos se sintetiza en la Tabla 19, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 28 y el diagrama de Pareto en la Figura 29.

Tabla 19. Participación de consumo de energía por pisos del edificio Victoria Chaar

Pisos	Consumo [kWh/día]	Participación
Piso 5	89,336	28%
Piso 4	77,476	24%
Piso 3	75,966	24%
Piso 1	67,958	21%
Zonas comunes	5,9152	2%
Piso 2	0	0%
Total	**317**	**100%**

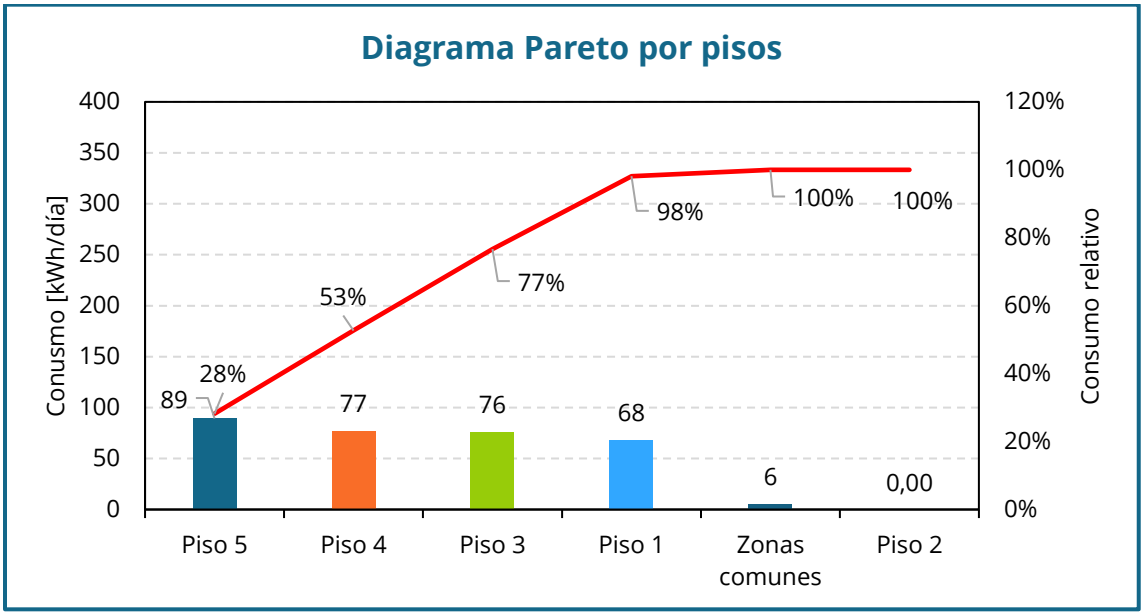
Fuente: Elaboración propia

Figura 28. Porcentaje de participación de consumo de energía por pisos del edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

Figura 29. Diagrama de Pareto – consumo de energía por pisos del edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

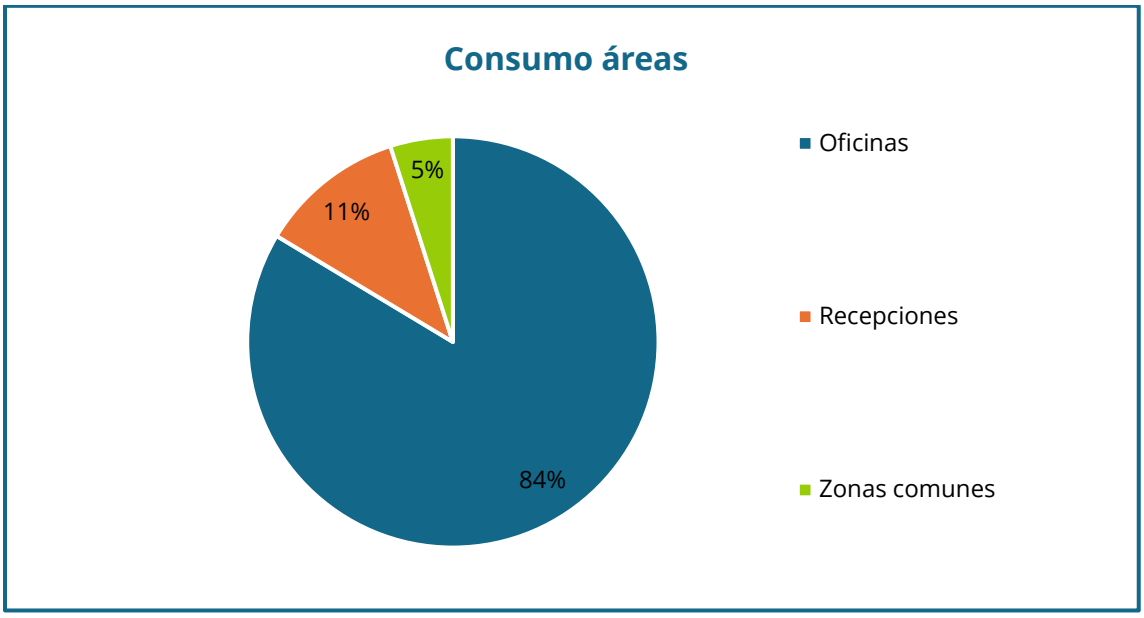
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla 19, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 28 y el diagrama de Pareto en la Figura 29.

Tabla 20. Participación de consumo de energía por áreas del edificio Victoria Chaar

Área	Consumo [kWh/día]	Participación
Oficinas	265	84%
Recepciones	36	11%
Zonas comunes	16	5%
Total	**317**	**100%**

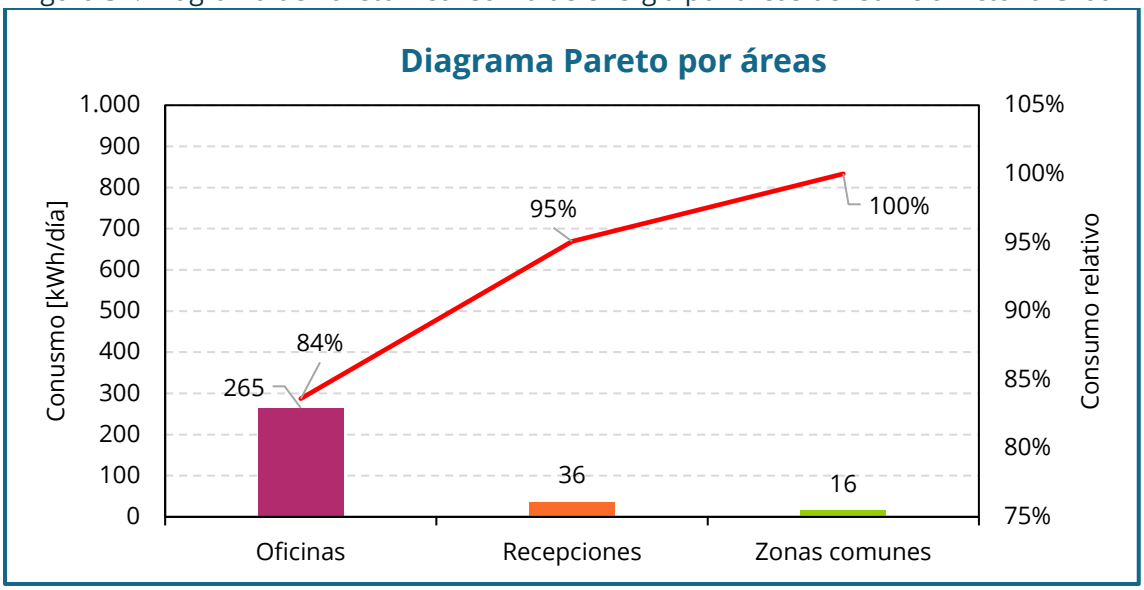
Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas del edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas del edificio Victoria Chaar



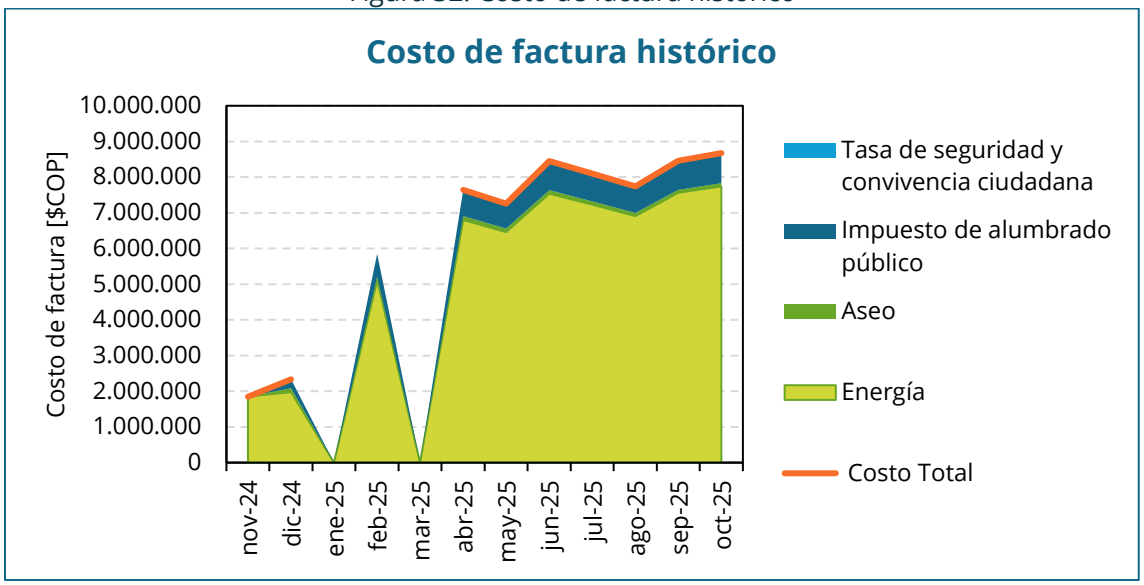
Fuente: Elaboración propia

5.3 Caracterización de costo de la energía

Edificio Victoria Chaar - NIC: 7831313 - Medidor: 36053398

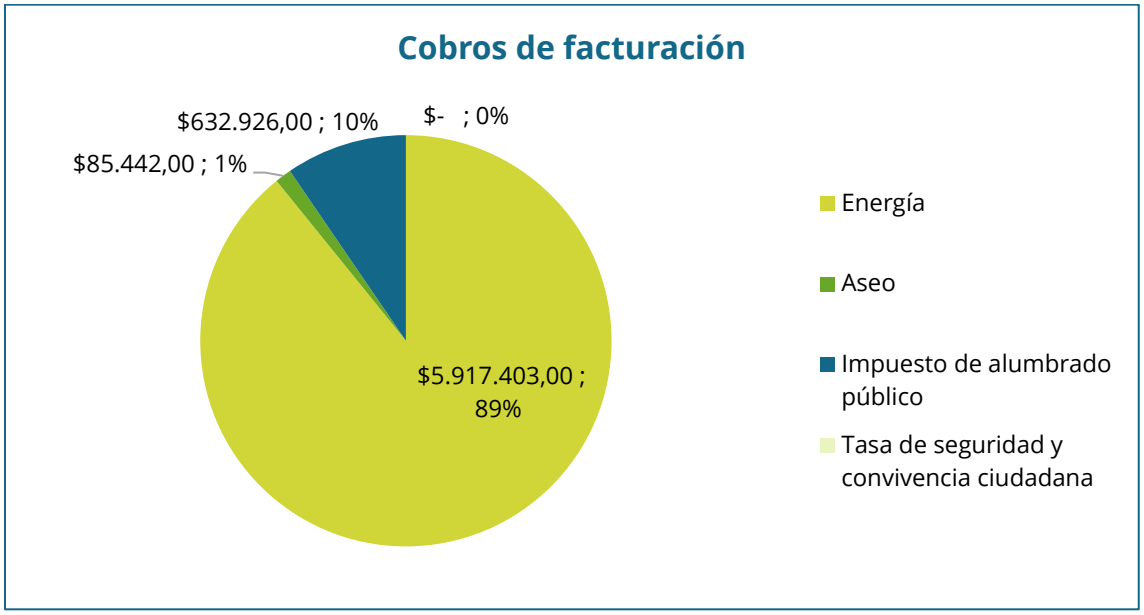
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 32 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 33.

Figura 32. Costo de factura histórico



Fuente: Elaboración propia

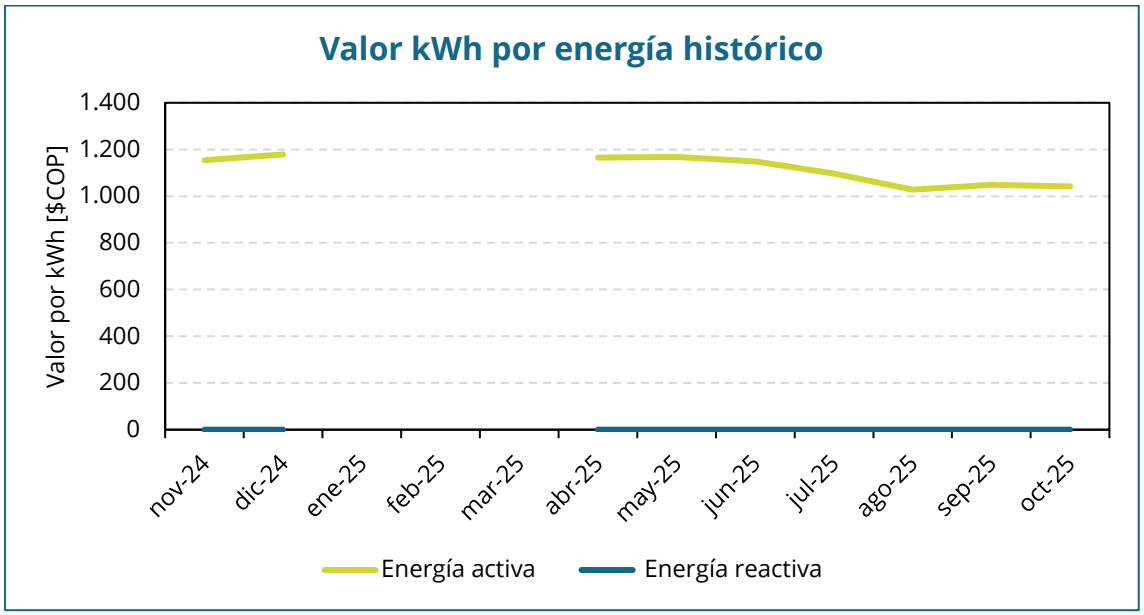
Figura 33. Gráfico circular de costos de facturación



Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 34 (ver registros en la Tabla 21 y la Tabla 22).

Figura 34. Costo unitario por kWh de energía



Fuente: Elaboración propia

Tabla 21. Costo unitario por kWh de energía activa

Mes	Valor promedio facturado por kWh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
Febrero	Sin información	Sin información	Sin información	1.161
Marzo	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
Abril	Sin información	Sin información	Sin información	1.165
Mayo	Sin información	Sin información	Sin información	1.168
Junio	Sin información	Sin información	Sin información	1.148
Julio	Sin información	Sin información	Sin información	1.097
Agosto	Sin información	Sin información	Sin información	1.028
Septiembre	Sin información	Sin información	Sin información	1.048
Octubre	Sin información	Sin información	Sin información	1.042
Noviembre	Sin información	Sin información	1.154	
Diciembre	Sin información	Sin información	1.179	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 22. Costo unitario por kWh de energía reactiva

Mes	Valor promedio facturado por kVARh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	Sin información	Sin información	0
Febrero	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
Marzo	Sin información	Sin información	Sin información	0
Abril	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
Mayo	Sin información	Sin información	Sin información	0
Junio	Sin información	Sin información	Sin información	0
Julio	Sin información	Sin información	Sin información	0
Agosto	Sin información	Sin información	Sin información	0
Septiembre	Sin información	Sin información	Sin información	0
Octubre	Sin información	Sin información	Sin información	0
Noviembre	Sin información	Sin información	0	
Diciembre	Sin información	Sin información	0	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

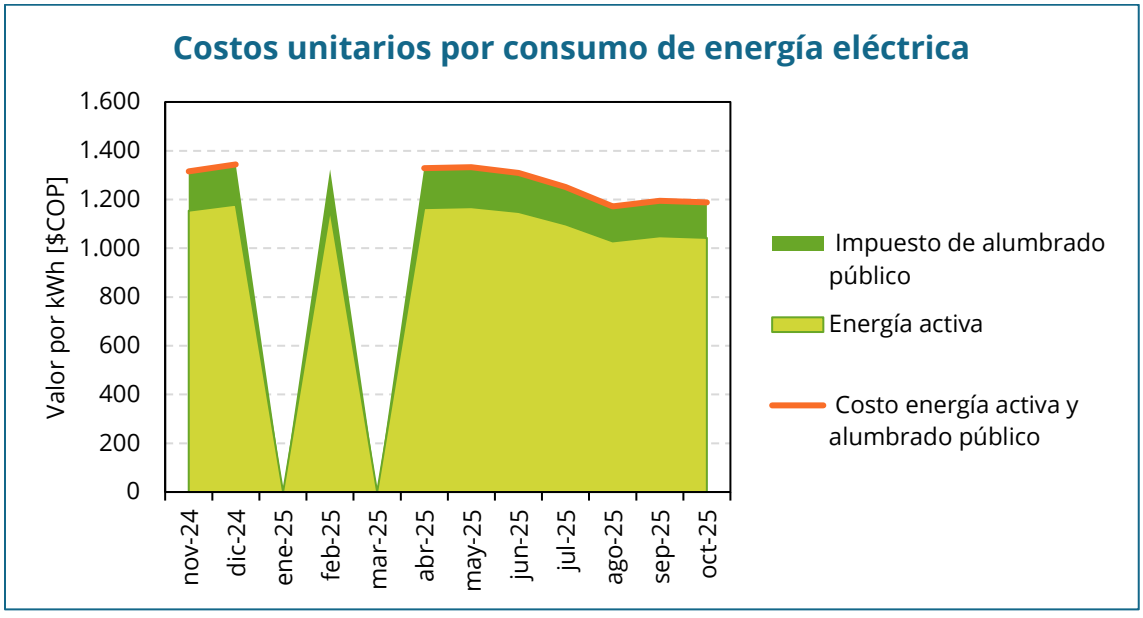
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 35 (ver registros en la Tabla 23). El promedio de este valor es de $1.275,74 COP.

Tabla 23. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
Febrero	Sin información	Sin información	Sin información	1.323
Marzo	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
Abril	Sin información	Sin información	Sin información	1.328
Mayo	Sin información	Sin información	Sin información	1.332
Junio	Sin información	Sin información	Sin información	1.309
Julio	Sin información	Sin información	Sin información	1.251
Agosto	Sin información	Sin información	Sin información	1.172
Septiembre	Sin información	Sin información	Sin información	1.195
Octubre	Sin información	Sin información	Sin información	1.188
Noviembre	Sin información	Sin información	1.316	
Diciembre	Sin información	Sin información	1.344	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 35. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 36. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 24, la Tabla 25 y la Tabla 26, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 24. Costo facturado por energía activa

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
Febrero	Sin información	Sin información	Sin información	5.107.256
Marzo	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
Abril	Sin información	Sin información	Sin información	6.802.782
Mayo	Sin información	Sin información	Sin información	6.449.678
Junio	Sin información	Sin información	Sin información	7.532.979
Julio	Sin información	Sin información	Sin información	7.198.157
Agosto	Sin información	Sin información	Sin información	6.906.682
Septiembre	Sin información	Sin información	Sin información	7.548.696
Octubre	Sin información	Sin información	Sin información	7.669.782
Noviembre	Sin información	Sin información	1.846.656	
Diciembre	Sin información	Sin información	1.980.132	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 25. Costo facturado por energía reactiva

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	Sin información	Sin información	0
Febrero	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
Marzo	Sin información	Sin información	Sin información	0
Abril	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
Mayo	Sin información	Sin información	Sin información	0
Junio	Sin información	Sin información	Sin información	0
Julio	Sin información	Sin información	Sin información	0
Agosto	Sin información	Sin información	Sin información	0
Septiembre	Sin información	Sin información	Sin información	0
Octubre	Sin información	Sin información	Sin información	0
Noviembre	Sin información	Sin información	0	
Diciembre	Sin información	Sin información	0	

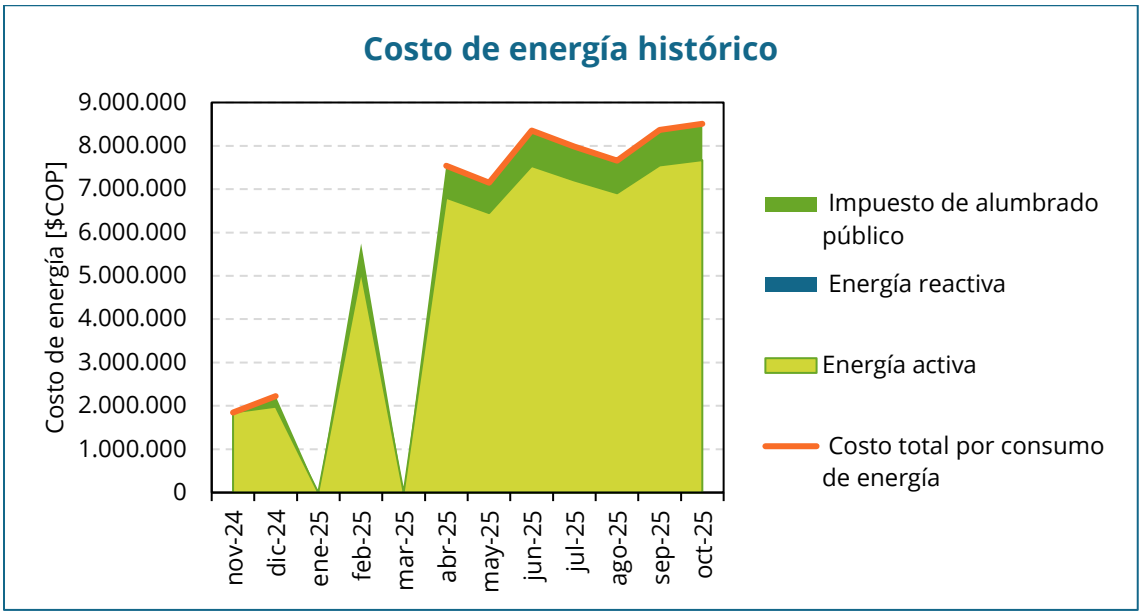
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 26. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
Febrero	Sin información	Sin información	Sin información	5.747.286
Marzo	Sin información	Sin información	Sin información	Sin información
Abril	Sin información	Sin información	Sin información	7.540.592
Mayo	Sin información	Sin información	Sin información	7.149.388
Junio	Sin información	Sin información	Sin información	8.349.049
Julio	Sin información	Sin información	Sin información	7.981.797
Agosto	Sin información	Sin información	Sin información	7.654.902
Septiembre	Sin información	Sin información	Sin información	8.366.516
Octubre	Sin información	Sin información	Sin información	8.508.222
Noviembre	Sin información	Sin información	1.846.656	
Diciembre	Sin información	Sin información	2.227.652	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 36. Costo total de energía activa



Fuente: Elaboración propia

6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \qquad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \qquad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \qquad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_M \times 0{,}9 < \text{LBEn}_M < \text{LBEn}_M \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_M = \text{LBEn}_M - \text{Meta}_M \quad (5)$$

6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla 15), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 27).

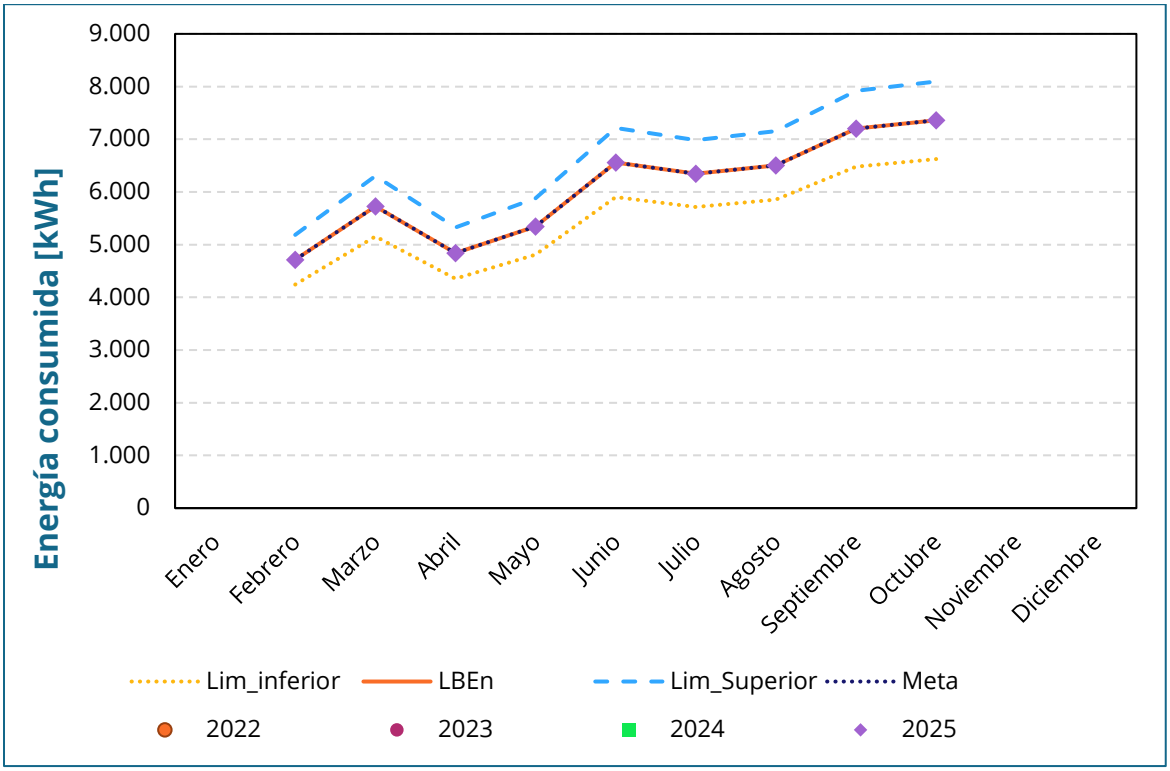
Tabla 27. Registros para construcción de LBEn del edificio Victoria Chaar

Mes	Energía eléctrica [kWh]			
	Lim_inferior	LBEn	Lim_Superior	Meta
Enero				
Febrero	4.243	4.714	5.186	4.714
Marzo	5.156	5.729	6.302	5.729
Abril	4.356	4.840	5.324	4.840
Mayo	4.808	5.342	5.876	5.342
Junio	5.904	6.560	7.216	6.560
Julio	5.714	6.348	6.983	6.348
Agosto	5.853	6.503	7.154	6.503
Septiembre	6.480	7.200	7.920	7.200
Octubre	6.624	7.360	8.096	7.360
Noviembre				
Diciembre				
Total		**54.597**		**54.597**

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 37, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 37. Línea Base Energética (LBEn) del edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 28 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Es importante señalar que el ahorro estimado es nulo. Esto se debe a que, para cada mes, solo se dispone de un único mes de datos como referencia. En consecuencia, el valor de energía de la línea base (LBEn) y la meta (definida como el consumo mínimo registrado en un mes dado) son idénticos.

Tabla 28. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

Atributo	Descripción			Observaciones
Uso/destino del edificio	Actividades administrativas			
Área útil reportada [m^2]	189			
Fuentes de energía utilizadas	Energía eléctrica			
Modelo LBEn utilizado	**Valor absoluto de energía**			
Período base	Febrero 2025 - octubre 2025			Datos mensuales
Cantidad datos iniciales	15			
Cantidad datos finales	9			
LBEn	Enero		0	Valor promedio mes [kWh]
	Febrero		4.714	Valor promedio mes [kWh]
	Marzo		5.729	Valor promedio mes [kWh]
	Abril		4.840	Valor promedio mes [kWh]
	Mayo		5.342	Valor promedio mes [kWh]
	Junio		6.560	Valor promedio mes [kWh]
	Julio		6.348	Valor promedio mes [kWh]
	Agosto		6.503	Valor promedio mes [kWh]
	Septiembre		7.200	Valor promedio mes [kWh]
	Octubre		7.360	Valor promedio mes [kWh]
	Noviembre		0	Valor promedio mes [kWh]
	Diciembre		0	Valor promedio mes [kWh]
Ahorro estimado	Enero	0	0,0%	En kWh y %
	Febrero	0	0,0%	En kWh y %
	Marzo	0	0,0%	En kWh y %
	Abril	0	0,0%	En kWh y %
	Mayo	0	0,0%	En kWh y %
	Junio	0	0,0%	En kWh y %
	Julio	0	0,0%	En kWh y %
	Agosto	0	0,0%	En kWh y %
	Septiembre	0	0,0%	En kWh y %
	Octubre	0	0,0%	En kWh y %
	Noviembre	0	0,0%	En kWh y %
	Diciembre	0	0,0%	En kWh y %

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

7. INDICADORES

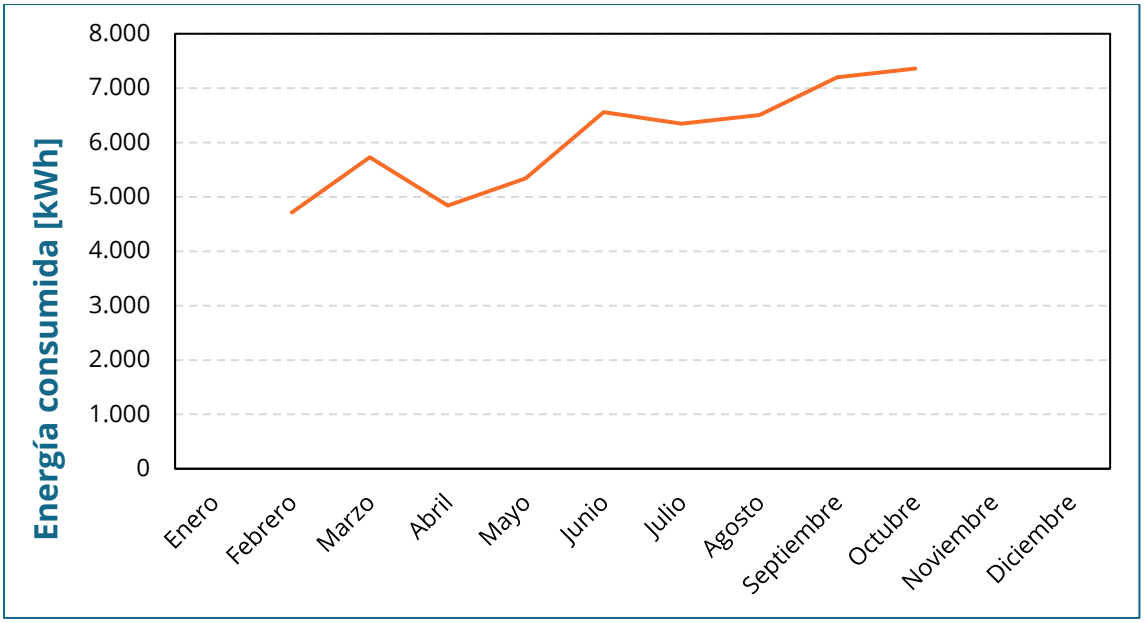
Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado del edificio Victoria Chaar con su línea base de referencia (LBEn de la Sección

6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 38, cuyos valores se disponen en la Tabla 28.

Figura 38. Consumo de energía eléctrica mensual del edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por el edificio Victoria Chaar en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 54.597 kWh/año para el edificio Victoria Chaar. Cabe mencionar que después de contar con mínimo 12 datos representativos (1 de cada mes) se debe recalcular este indicador de la LBEn.

$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

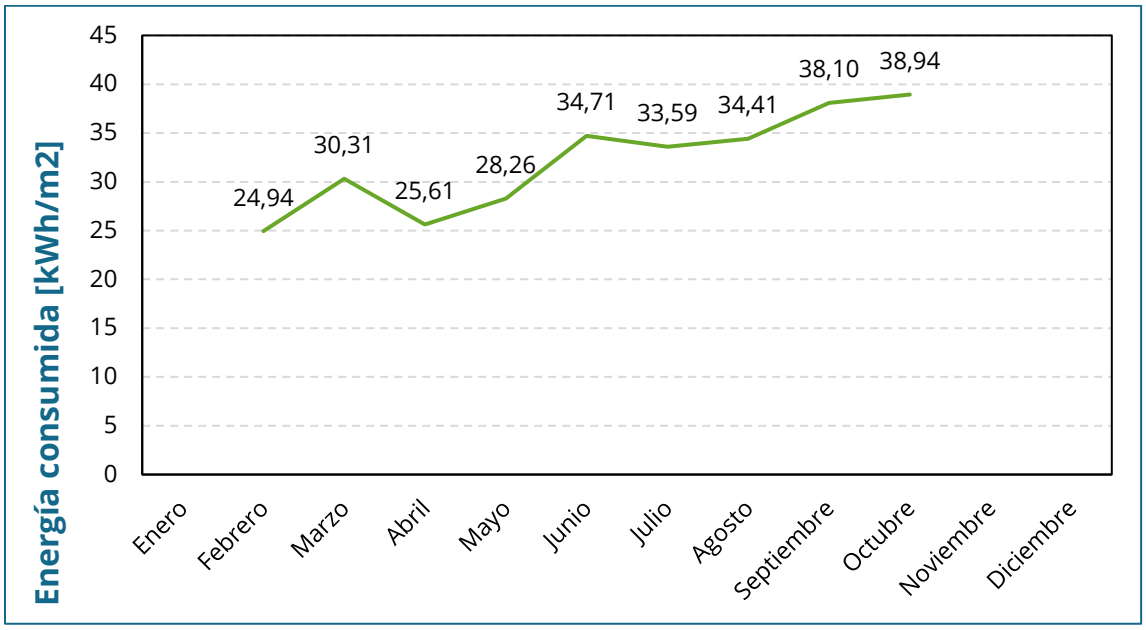
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según

la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 39.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2) = \frac{CEEM_n\ (\text{kWh/mes})}{\text{Área útil (m}^2)} \quad (7)$$

Figura 39. Consumo de energía eléctrica mensual del edificio Victoria Chaar



Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica del edificio Victoria Chaar con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 288,87 kWh/año/m² para el edificio Victoria Chaar. Cabe mencionar que después de contar con mínimo 12 datos representativos (1 de cada mes) se debe recalcular este indicador de la LBEn.

$$\text{CEEAS (kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n \text{ (kWh/mes/m}^2) \quad (8)$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico del edificio Victoria Chaar en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \quad (9)$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \quad (10)$$

8. OPORTUNIDADES DE MEJORA

Las medidas de eficiencia energética comprenden todas aquellas orientadas a mejorar el desempeño energético de una actividad o proceso dentro de una organización, al reducir el consumo de energía, optimizar su uso y minimizar el impacto ambiental. Según la *Guía de Planes de Gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas* (UPME, 2020), estas medidas se clasifican en buenas prácticas, medidas pasivas y activas[1].

8.1 Buenas prácticas operativas (BPO)

Las Buenas Prácticas Operativas (BPO) consisten en adoptar hábitos que permitan un uso eficiente de los equipos energéticos, con bajo costo de implementación y sin requerir modificaciones tecnológicas o arquitectónicas. Estas acciones buscan reducir el consumo de energía y mejorar el entorno laboral mediante la concientización y el cambio de comportamiento de los usuarios.

[1] En la Resolución 16 de 2024 de la UPME, estas medidas se denominan Buenas Prácticas Operativas (buenas prácticas), y reconversión tecnológica (medidas activas).

Las BPO se enfocan en los USE de la Tabla 18. Las recomendaciones presentadas surgen de una combinación entre la experiencia de las empresas auditoras y las sugerencias contenidas en la *Guía de Planes de Gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas* (UPME, 2020).

Las buenas prácticas propuestas para aire acondicionado son:

- **Definir horarios de operación del aire acondicionado:** Establecer horas específicas de encendido y apagado, garantizando el confort térmico durante la jornada laboral.
- **Gestionar la apertura de ventanas según las condiciones climáticas:** Evitar pérdidas energéticas por intercambio de aire innecesario.
- **Encender los equipos solo cuando se requieran:** Promover el uso racional del aire acondicionado y demás dispositivos asociados a la operación.
- **Fomentar la conciencia energética:** Sensibilizar a todos los usuarios sobre la importancia de apagar los equipos cuando no se estén utilizando.
- **Regular adecuadamente la temperatura:** Ajustar los sistemas de aire acondicionado dentro del rango de confort (23 °C a 27 °C), preferiblemente a 24 °C, contribuye al bienestar, evita el sobreenfriamiento y reduce el consumo innecesario. Temperaturas inadecuadas pueden afectar el rendimiento físico e intelectual al generar incomodidad térmica.

Las buenas prácticas propuestas para equipos ofimáticos son:

- **Encender y apagar los equipos solo cuando se requieran:** Activar los dispositivos (computadoras, impresoras, monitores) únicamente al inicio de la jornada laboral y apagarlos completamente al finalizar, evitando su operación innecesaria en horarios no laborables.
- **Minimizar la impresión de documentos:** Fomentar la digitalización de procesos y la revisión de documentos en pantalla, imprimiendo solo cuando sea estrictamente necesario, con el fin de ahorrar consumibles (tinta, tóner) y reducir el consumo energético de los equipos.
- **Configurar los modos de bajo consumo:** Aprovechar las funciones de gestión de energía de los sistemas operativos para programar y activar los modos de suspensión (stand by) e hibernación durante periodos de inactividad, optimizando así el consumo eléctrico.
- **Realizar una limpieza y mantenimiento periódicos:** Establecer un plan de mantenimiento preventivo que incluya la limpieza física interna y externa de los equipos

(como computadoras e impresoras), lo cual previene sobrecalentamientos, mejora la eficiencia energética y prolonga su vida útil.

- **Fomentar la conciencia sobre el uso eficiente:** Sensibilizar a todos los usuarios sobre la importancia de un uso responsable de los equipos, el impacto del consumo energético y las mejores prácticas para su operación y apagado.

En este contexto, las BPO pueden contribuir significativamente a reducir el consumo energético hasta niveles mínimos históricos. Aunque, no se pueden cuantificar estos ahorros mediante los ahorros potenciales de la Tabla 28 de la Sección 6.3. Se espera que su aplicación permita reducir el consumo energético.

8.2 Medidas activas

Las medidas activas implican la modernización o sustitución de equipos, priorizando aquellos con mayor eficiencia energética. Dado los hallazgos durante la auditoría y los USE encontrados de la Sección 5.2 se plantean las siguientes medidas:

Sustitución de aires acondicionados

Esta medida consiste en reemplazar los equipos que han superado su vida útil o que presentan altos niveles de consumo energético, por los equipos más eficientes del mercado, preferiblemente con en las categorías A o B, según lo establecido en el Reglamento Técnico de Etiquetado (RETIQ). En este caso, se detallan los equipos en la Tabla 29, la Tabla 30 y la Tabla 31.

Tabla 29. Aires acondicionados de 12.000 BTU/h para implementación de medida

Edificio	Área o proceso	Cantidad	Potencia [W]	Tiempo de operación [horas/día]
Piso 5	Oficina 1	1	1.278	4
Piso 5	Oficina 2.1	1	1.278	4
Piso 5	Oficina 2.2	1	1.278	4
Piso 5	Oficina 2.3	1	1.278	4
Piso 4	Oficina 1	1	1.278	4
Piso 4	Oficina 2.1	1	1.278	4
Piso 4	Oficina 2.2	1	1.278	4
Piso 4	Oficina 2.3	1	1.278	4
Piso 3	Oficina 1	1	1.278	4
Piso 3	Oficina 2.1	1	1.278	4
Piso 3	Oficina 2.2	1	1.278	4
Piso 3	Oficina 2.3	1	1.278	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Aires acondicionados de 18.000 BTU/h para implementación de medida

Edificio	Área o proceso	Cantidad	Potencia [W]	Tiempo de operación [horas/día]
Piso 5	Recepción	1	1.898	4
Piso 5	Oficina 2	2	1.898	4
Piso 4	Recepción	1	1.898	4
Piso 4	Oficina 2	2	1.898	4
Piso 3	Recepción	1	1.898	4
Piso 3	Oficina 2	2	1.898	4
Piso 1	Oficina retos	2	1.898	4

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31. Aires acondicionados de 24.000 BTU/h para implementación de medida

Edificio	Área o proceso	Cantidad	Potencia [W]	Tiempo de operación [horas/día]
Piso 1	Oficina retos	2	2.530	4
Piso 1	Oficina pasaportes	1	2.530	4

Fuente: Elaboración propia

Como alternativa, se propone la adquisición de equipos con características más eficientes, cuyas especificaciones se presentan en la Tabla 32. Los ahorros energéticos estimados por la implementación de esta medida se muestran en la Tabla 33, la Tabla 34 y la Tabla 35; donde el orden de los equipos corresponde al mismo de la Tabla 29, la Tabla 30 y la Tabla 31. El ahorro total es de 11.592 kWh/año, correspondiente a una reducción del 26% en el consumo de los equipos sustituidos, un 26% en aire acondicionado y un 15% en el consumo total del Edificio Victoria Chaar

Tabla 32. Especificaciones de aires eficientes - nuevos

Equipo	Minisplit	Minisplit	Minisplit
Capacidad térmica	12.000 BTU/h	18.000 BTU/h	24.000 BTU/h
Proveedor	Olímpica	Olímpica	Homecenter
Marca	TM Wireless Communication Services	TM Wireless Communication Services	Mabe
Referencia	Olaci12-220Mib32	Olaci18-220Mia32	MMI24CDBW CCC8
Costo unitario [COP]	$ 1.649.450	$ 3.149.300	$2.599.000
Refrigerante	R-32	R-32	R-410A
Tensión [V]	220	220	220
COP [Wt/We]	3,5	3,85	3,59
Etiqueta	B	A	B
Consumo [kWh/mes]	139,9	182	265,65
Operación [h/mes]	132	132	132
Fuente	(Olimpica, 2025)	(Olimpica-a, 2025)	(Homecenter, 2025)

Fuente: Adaptado de fuentes en fila

Tabla 33. Ahorros energéticos por sustitución de aires condicionados de 12.000 BTU/h

Potencia actual [W]	Potencia nueva [W]	Consumo actual [kWh/año]	Consumo nuevo [kWh/año]	Ahorro [kWh/año]
1.278	925	1.288	932	356
1.278	925	1.288	932	356
1.278	925	1.288	932	356
1.278	925	1.288	932	356
1.278	925	1.288	932	356
1.278	925	1.288	932	356
1.278	925	1.288	932	356
1.278	925	1.288	932	356
1.278	925	1.288	932	356
1.278	925	1.288	932	356
1.278	925	1.288	932	356
1.278	925	1.288	932	356
1.278	925	1.288	932	356
Ahorro energético total				**4.270**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34. Ahorros energéticos por sustitución de aires condicionados de 18.000 BTU/h

Potencia actual [W]	Potencia nueva [W]	Consumo actual [kWh/año]	Consumo nuevo [kWh/año]	Ahorro [kWh/año]
1.898	1.379	1.913	1.390	523
1.898	1.379	3.826	2.780	1.047
1.898	1.379	1.913	1.390	523
1.898	1.379	3.826	2.780	1.047
1.898	1.379	1.913	1.390	523
Ahorro energético total				**5.757**

Fuente: Elaboración propia

Tabla 35. Ahorros energéticos por sustitución de aires condicionados de 24.000 BTU/h

Potencia actual [W]	Potencia nueva [W]	Consumo actual [kWh/año]	Consumo nuevo [kWh/año]	Ahorro [kWh/año]
2.530	2.013	5.100	4.057	1.043
2.530	2.013	2.550	2.029	522
Ahorro energético total				**1.565**

Fuente: Elaboración propia

9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE MEDIDAS

Los beneficios de las medidas descritas en la Sección 8.2 se analizan mediante una evaluación económica orientada a determinar su viabilidad financiera, considerando la posibilidad de recuperar la inversión realizada. Esta sección presenta costos aproximados de inversión inicial

(CAPEX) y costos operativos o de mantenimiento (OPEX). Sin embargo, dichos valores no deben considerarse definitivos, ya que pueden variar según el momento de ejecución, los productos adquiridos y la empresa contratada para instalación, mantenimiento u otros servicios.

El propósito de esta evaluación es ofrecer una estimación preliminar de la inversión requerida y viabilidad financiera estimada, pero no constituye una cotización formal. Para obtener valores exactos, se requeriría una evaluación de factibilidad técnica y económica.

Es importante aclarar que no todas las medidas incluidas han sido evaluadas económicamente en esta sección. Algunas no generan beneficios económicos directos, sino impactos positivos en términos de confort o reducción del riesgo eléctrico. Estas medidas son:

- **Buenas Prácticas Operativas (BPO):** Tal como se expone en la Sección 8.1, se considera que esta medida debe ser implementada de forma obligatoria por la institución como parte de una campaña de concientización. Su impacto está asociado al cambio de comportamiento y uso eficiente de los recursos, aunque se pueden dar reducciones en los consumos de energía, estos dependerán de los cambios que se logren en los hábitos de uso de la energía.

Por otro lado, para las medidas que sí fueron evaluadas económicamente, se utilizaron criterios financieros estándar. En particular, se empleó una tasa de descuento del 10%, valor comúnmente utilizado en la formulación de proyectos para analizar su viabilidad desde el punto de vista financiero. Asimismo, el costo unitario por kWh se estableció en $1.276 COP/kWh, correspondiente al promedio de las facturas proporcionadas por la entidad (ver Tabla 23).

Sustitución de aires acondicionados

Para la evaluación económica se consideró una vida útil promedio de 4 años para un equipo de aire acondicionado tipo minisplit (MGM Innovagroup, 2017). La medida analizada consiste en sustituir aires acondicionados ineficientes por equipos más eficientes, y se evalúa comparando el costo de instalar un equipo eficiente frente al costo de instalar un equipo convencional.

Los equipos eficientes propuestos se detallan en la Tabla 32 de la Sección 8.2, con un costo de $ 1.649.450 COP (12.000 BTU/h), $ 3.149.300 COP (18.000 BTU/h) y $ 2.599.000 COP (24.000 BTU/h). Por su parte, el equipo típico utilizado como reemplazo para equipos de 12.000 BTU/h, 18.000 BTU/h y 24.000 BTU/h es de $1.199.520 COP (Olimpica-c, 2025), $2.099.300 COP (Olimpica-b, 2025), $2.399.400 COP (Olimpica-e, 2025).

En consecuencia, el costo unitario de implementar esta medida por equipo corresponde a la diferencia entre el valor del equipo eficiente y el del equipo convencional . No se incluyen costos de instalación ni mantenimiento en esta evaluación, ya que dichos gastos son asumidos por la Institución independientemente del tipo de equipo adquirido. La inversión inicial de esta medida, se presenta en la Tabla 36.

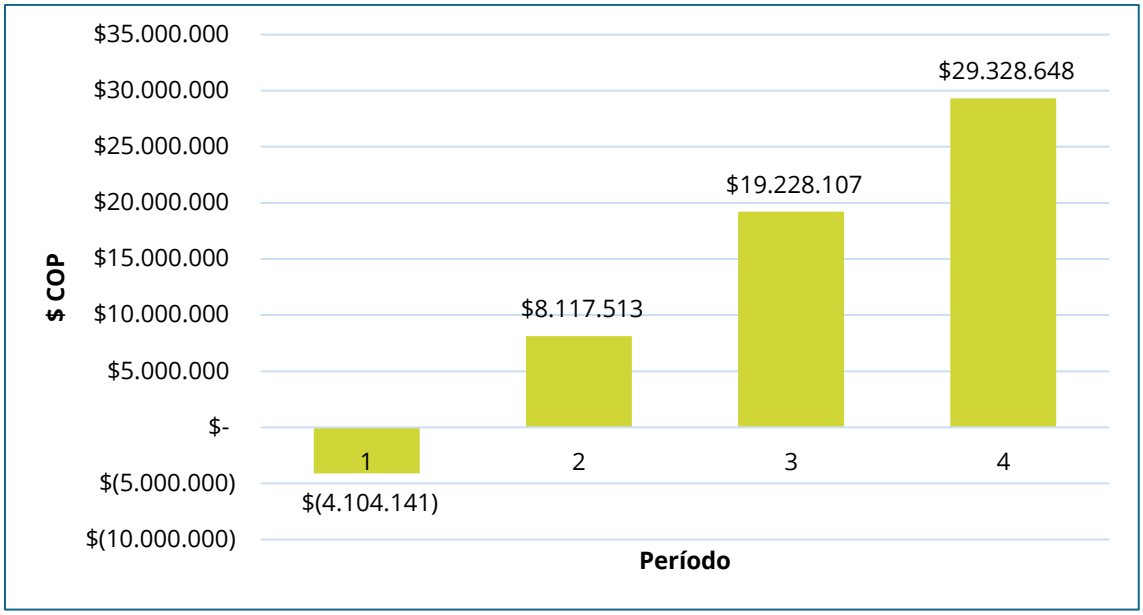
Tabla 36. Inversión inicial de sustitución de aires acondicionados

Producto	Cantidad	Costo unitario [COP]	Costo total [COP]
Aire acondicionado 12.000 RETIQ B	12	$ 449.930	$ 5.399.160
Aire acondicionado 18.000 RETIQ A	11	$ 1.050.000	$ 11.550.000
Aire acondicionado 24.000 RETIQ B	3	$ 199.600	$ 598.800
Total			**$ 17.547.960**

Fuente: Elaboración propia

En este contexto, los datos iniciales y resultados para realizar la evaluación se presentan en la Tabla 37 y en la Figura 40 se muestra el flujo de caja descontado asociado a esta medida. Con base en este análisis financiero, se concluye que la medida es económicamente viable. Adicionalmente, se recomienda considerar la capacidad térmica y la eficiencia energética de las futuros aires adquiridos considerando las recomendaciones de la Sección 2.2.

Figura 40. Flujo de caja descontado de sustitución de aires acondicionados



Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Información de evaluación económica para sustitución de aires acondicionados

Inversión inicial [$COP]	$ 17.547.960	**Tasa EA [%]**	10,0%
Mantenimiento [$COP/año]	$ 0	**VPN [$COP]**	$ 29.328.648
Número de períodos [años]	4	**TIR [%]**	75,4%
Gasto energía anual [$COP/año]	$ 14.788.201	**PRI [años]**	1,3
Ahorro energético [kWh/año]	11.592	**Beneficio [$COP]**	$ 46.876.608
Ahorro económico total [$COP]	$ 59.152.804	**Costo [$COP]**	$ 17.547.960
Valor tarifa [COP/kWh]	$ 1.276	**Beneficio/Costo**	2,7
Factor de emisiones [tCO_2/kW]	0,000112[2]	**Emisiones evitadas [tCO_2/año]**	1,4

Fuente: Elaboración propia

10. CRONOGRAMA TENTATIVO DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS

En esta sección se presentan las medidas que resultaron viables desde el punto de vista financiero, así como aquellas cuya implementación se recomienda pese a no generar beneficios económicos directos, debido a su impacto en aspectos como la seguridad, el confort o la sostenibilidad, según el análisis desarrollado en la Sección 9. Estas medidas se resumen en la Tabla 38, donde las medidas en verde son catalogadas como de costo cero, las naranja como inversiones intermedias y las rojas como inversiones mayores. Asimismo, las medidas sin color pueden variar en precio según las necesidades y alcance del edificio Victoria Chaar.

Tabla 38. Medidas propuestas para ser implementadas

Medida	**Inversión inicial**	**Ahorros de energía**		**Tiempo de contratación + implementación**
	[$COP]	**Entidad**	**USE**	**[meses]**
Buenas Prácticas Operativas (BPO)	---	No cuantificable	---	6
Sustitución de aires acondicionados	$ 17.547.960	15%	Aire acondicionado 26%	12

Fuente: Elaboración propia

[2] Resolución 762 de 2023 de la UPME.

Con base en lo anterior, se propone una hoja de ruta de implementación presentada en la Tabla 39. Se espera que todas las medidas sean ejecutadas en un plazo de un año, conforme a lo exigido por la normativa. Cabe mencionar que, no se consideró la implementación de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), ya que la edificación no se encuentra en propiedad.

Tabla 39. Hoja de ruta de medidas a implementar

Medida	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Buenas Prácticas Operativas (BPO)												
Sustitución de aires acondicionados												

Fuente: Elaboración propia

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se estableció una Línea Base Energética (LBEn) anual de 54.597 kWh. Debido a la limitada disponibilidad de datos históricos (un solo dato por mes), el potencial de ahorro estimado solo con Buenas Prácticas Operativas (BPO) no pudo ser cuantificado. Se recomienda iniciar de inmediato un programa formal de BPO enfocado en el uso racional del aire acondicionado y los equipos ofimáticos.
- El análisis de usos finales determinó que el aire acondicionado es el principal uso significativo de la energía (USE), representando el 55% del consumo total del edificio. Se recomienda focalizar las estrategias de eficiencia energética en este sistema.
- La medida de sustitución de los aires acondicionados existentes por modelos de alta eficiencia demostró ser viable. Esta medida generaría un ahorro energético del 15% del consumo total del edificio.
- Todas las áreas de oficina inspeccionadas presentan niveles de iluminancia por debajo del mínimo de 500 lux exigido por el RETILAP. Se recomienda realizar un estudio lumínico específico para rediseñar la iluminación en estas áreas.

Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

Homecenter. (2025). *Aire Acondicionado Inverter 24000BTU 220V Blanco MMi24C*. Obtenido de https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/334895/aire-acondicionado-inverter-24000btu-220v-blanco-mmi24c/334895/

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 142. (1994). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2752

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

MGM Innovagroup. (2017). *Formulación de una NAMA para el sector de AA en Distritos Térmicos.*

Olimpica. (2025). *Aire Acondicionado Olimpo Mini Split Inverter 12000 BTU 220 Voltios Olaci12-220Mib32*. Obtenido de https://www.olimpica.com/aire-acondicionado-m-split---olimpo---inverter-12btu-220v-clase-b/p?skuId=5297204

Olimpica-a. (2025). *Aire Acondicionado Olimpo Mini Split Inverter 18000 BTU 220 Voltios con Wifi Olaci18-220Mia32.* Obtenido de https://www.olimpica.com/aire-acondicionado-mini-split---olimpo---inverter-18btu-220v-clase-a-con-wifi/p?gclsrc=aw.ds&gad_source=1&gclid=CjwKCAiA6t-6BhA3EiwAltRFGKRvHc2Oy6HgegJm19O4Ds_olC3UjEPpAEMAvToxhxfMawhjsPBwYBoC

Olimpica-b. (2025). *Aire Acondicionado Olimpo Mini Split Inverter 18000 BTU 220 Voltios Clase D Olaci18-220Mid32*. Obtenido de https://www.olimpica.com/aire-acondicionado-m-split---olimpo---inverter-18000-btu-220v-clase-d/p?skuId=5272417

Olimpica-c. (2025). *Aire Acondicionado Olimpo Mini Split Inverter 12000 BTU 110 Voltios Clase D Olaci12-110Mid32*. Obtenido de https://www.olimpica.com/aire-acondicionado-m-split---olimpo---inverter-12000-btu-110v-clase-d-/p?skuId=5297196

Olimpica-e. (2025). *Aire Acondicionado Olimpo Mini Split Inverter 24000 BTU 220 Voltios Clase D Olaci24-220Mid32*. Obtenido de https://www.olimpica.com/aire-acondicionado-m-split-----olimpo---inverter-24000-btu-220v-clase-d/p?skuId=5272426

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2020). *Guía de Planes de gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas*. Obtenido de https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Guia_liviana_PGEE.pdf

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 13 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 13 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Cliente: ***CORPORACION EMA.***
Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.
NIT: 900.298.527.

Instrumento calibrado: Analizador de calidad de energía.

Fabricante: METREL.

Modelo: MI 2883.

Número de Serie: 17060454.

Fecha de Calibración: Octubre 02 del 2025.

Lugar de calibración: Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA DE CALIBRACIÓN	EMITE
Calibrador Fluke 5502A	5440806	CG3301–25	2025-01-15	Set y Gad. S.A.S.
Termohigrómetro Testo 175-H1	40326218	CLH 147624 CLT 366124	2024-12-24 2024-12-27	Conamet.

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – ***Pagina Web:*** www.erasmus.com.co

3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,500	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	55,999	-0,001	0,027	1,96

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,499	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	55,999	-0,001	0,027	1,96

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,500	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	56,000	0,000	0,027	1,96

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,41	-0,09	0,41	1,97
	A	27,00	26,90	-0,10	0,42	1,97

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,97	-0,03	0,56	1,97
	A	150,0	149,9	-0,10	0,79	1,97
	A	225,0	224,9	-0,1	1,1	1,97
	A	270,0	269,9	-0,1	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,3	-0,7	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	898,1	-1,9	5,1	1,97
	A	1000,1	997,9	-2,2	5,7	1,97

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,41	-0,09	0,41	1,97
	A	27,00	26,89	-0,11	0,42	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,99	-0,01	0,56	1,97
	A	150,0	149,8	-0,20	0,79	1,97
	A	225,0	224,8	-0,2	1,1	1,97
	A	270,0	269,8	-0,2	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,2	-0,8	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	897,9	-2,1	5,1	1,97
	A	1000,1	997,9	-2,2	5,7	1,97

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,40	-0,10	0,41	1,97
	A	27,00	26,90	-0,10	0,42	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,95	-0,05	0,56	1,97
	A	150,0	149,8	-0,20	0,79	1,97
	A	225,0	224,8	-0,2	1,1	1,97
	A	270,0	269,8	-0,2	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,5	-0,5	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	897,6	-2,4	5,1	1,97
	A	1000,1	997,6	-2,5	5,7	1,97

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,60	0,010	0,035	1,98
	V	0,045	127,39	127,39	0,000	0,077	1,98
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,68	-0,010	0,097	1,98
	V	0,045	255,5	255,5	0,00	0,15	1,97
	V	0,045	350,3	350,3	0,00	0,21	2,01
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,4	0,00	0,56	2,05

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,60	0,010	0,035	1,99
	V	0,045	127,39	127,40	0,010	0,077	1,99
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,64	-0,050	0,097	1,98
	V	0,045	255,5	255,5	0,00	0,15	2,03
	V	0,045	350,3	350,3	0,00	0,21	2,01
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,4	0,00	0,56	2,05

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,57	-0,020	0,035	1,98
	V	0,045	127,39	127,34	-0,050	0,077	1,99
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,66	-0,030	0,097	1,99
	V	0,045	255,5	255,4	-0,10	0,15	1,97
	V	0,045	350,3	350,2	-0,10	0,21	1,97
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,3	-0,10	0,56	2,01

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – ***Pagina Web:*** www.erasmus.com.co

7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

Encargado(s) de la calibración:	Laura Milena Velandia R.			
Supervisor:	Rafael Zamudio Ayala.			
Personal adicional:	Ninguno.			
Código de muestra:	12214.			
Fecha de recepción	2025-09-29.			
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	22,2 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	54,9 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	9:12	*Hora Final*	11:02

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

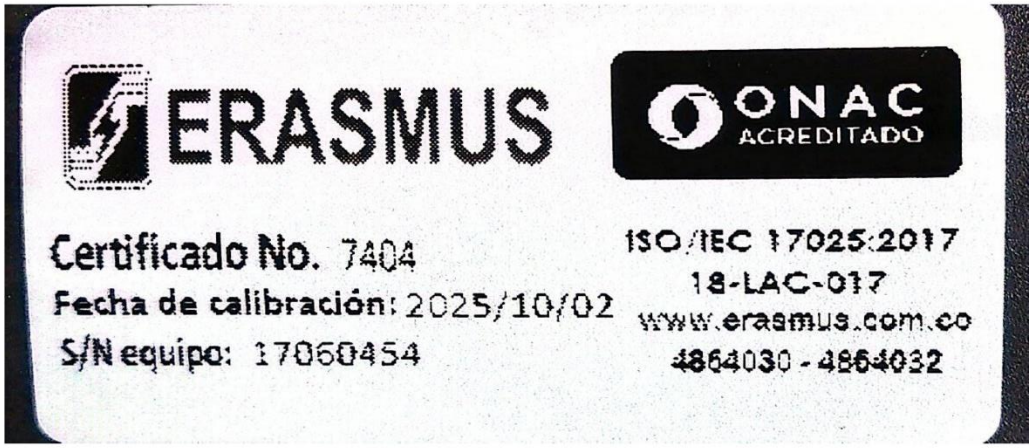
8. RESPONSABLES.

Elaboro	Aprobado
Paula Andrea Cardenas Dueñas.	Elena P. Prieto Rodríguez.
Metrólogo del laboratorio.	Coordinador del laboratorio.

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S**.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

Final del certificado.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

Cliente: *CORPORACION EMA*
Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.
NIT: 900.298.527.

Instrumento calibrado: Telurómetro.

Fabricante: METREL.

Modelo: MI 3123.

Número de Serie: 17360533.

Fecha de Calibración: Septiembre 22 del 2025.

Lugar de calibración: Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA DE CALIBRACIÓN	EMITE
Calibrador Fluke 5502A	5440806	CG3301−25	2025-01-15	Set y Gad. S.A.S.
Termohigrómetro Testo 175-H1	40326218	CLH 147624 CLT 366124	2024-12-24 2024-12-27	Conamet.
Década de resistencia CS-3000	19510092	E-24-0038	2024-01-10	Metrel d.o.o.

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos.						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
0,00 A 19,99	Ω	0,50	0,52	0,020	0,011	1,97
	Ω	1,00	1,00	0,000	0,010	1,96
	Ω	19,04	19,01	-0,003	0,013	1,98
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
20,0 A 199,9	Ω	99,8	100,2	0,40	0,24	1,97
	Ω	190,3	190,8	0,50	0,18	1,99
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
200 A 1999	Ω	1003	1005	2,0	2,6	1,97
	Ω	1902	1903	1,0	1,3	1,99
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2000 A 9999	Ω	10012	9945	-67	18	1,97

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1,00 A 19,99	A	5,00	4,88	-0,120	0,029	1,97
	A	10,00	9,78	-0,220	0,029	1,97
	A	15,00	14,68	-0,320	0,029	1,97
	A	18,00	17,63	-0,370	0,030	1,97

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

Encargado(s) de la calibración:	Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2).			
Supervisor:	Rafael Zamudio Ayala.			
Personal adicional:	Ninguno.			
Código de muestra:	12129.			
Fecha de recepción	2025-09-16.			
Sesión 1.				
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	21,9 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	58,6 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	11:22	*Hora Final*	11:28
Sesión 2.				
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	23,7 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	57,9 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	16:59	*Hora Final*	17:07

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

8. RESPONSABLES.

Elaboro	Aprobado
S. Gamez	
Esneyder Gamez González Metrólogo del laboratorio.	Elena P. Prieto Rodríguez. Coordinador del laboratorio.

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S**.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

Final del certificado.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: **CTE772**
Number

LABORATORIO *Laboratory*	:	TEMPERATURA / TEMPERATURE
INSTRUMENTO *Instrument*	:	CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA
FABRICANTE *Manufacturer*	:	FLUKE
MODELO *Model*	:	Ti10
(a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number*	:	11030423
(a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification*	:	SIN // Without Customer Identification
(a) **PARTE NÚMERO** *Part Number*	:	SIN // Without Customer Identification
RESOLUCIÓN *Resolution*	:	0,1 °C
(a) **SOLICITANTE** *Customer*	:	**CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA**
(a) **DIRECCIÓN** *Address*	:	Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia
FECHA DE RECEPCIÓN *Date of reception*	:	2025-10-22
FECHA DE CALIBRACIÓN *Date of calibration*	:	2025-10-23
(a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date*	:	No Aplica
NÚMERO DE PÁGINAS *Number of pages*	:	3

FIRMAS AUTORIZADAS:
Authorized signatures

Calibrado por / Calibrated by

JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.

Autorizado por / Authorized by

Radicación : **0100103066 / 76560**
File number

Fecha de Emisión: **2025-10-24**
Date of issue

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.
The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

LABORATORIO DE TEMPERATURA
(Temperature Laboratory)
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
(Calibration Certificate Number)

DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION DATA AND RESULTS

Trabajo Realizado:
Work done
CALIBRACION
Calibration

Método Utilizado:
Method Used
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.

Procedimiento Interno utilizado:
Internal procedure used:
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers

CONDICIONES AMBIENTALES
ENVIRONMENTAL CONDITIONS

	MÁXIMO // MAXIMUM	MÍNIMO // MINIMUM
Temperatura ambiente: *Temperature*	27,7 ºC	21,4 ºC
Humedad Relativa: *Relative Humidity*	58 %hr	45 %hr

Unidades de medida:
Measurement units:
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008
Equivalencia *// Equivalence:* 1 °C = 273,15 K

Datos del instrumento a calibrar:
Instrument data to be calibrated:

Emisividad [Ɛ]: Fija *fixed Emissivity [Ɛ]:*	0,95
Banda Espectral: *Spectral Band:*	7,5 µm a 14 µm
Distance de medición *Distance Measure*	112,5 mm a 1 m
Distancia de Calibración: *Calibration Distance:*	90 cm
CDVI (resolución espacial): *CDVI (spatial resolution):*	2,50 mrad
Intervalo de medida: *Measuring range*	-20 °C a 250 °C

Configuración: *Setting:* **Manual**

Intervalo de Calibración *Calibration interval*	**Valor aplicado** *Applied value*	**Resultados** *Results*			
	Temperatura Generada *Generated Temperature*	**Valor medido*** *Measured value**	**Corrección** *Correction*	**Factor De Cobertura** *Coverage Factor k*	**Incertidumbre** *Uncertainty ±U*
35 °C a 250 °C	35 °C	35,2 °C	-0,24 °C	2,0	0,71 °C
	150 °C	146,7 °C	3,32 °C	2,0	0,77 °C
	250 °C	246,9 °C	3,2 °C	2,0	1,0 °C

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

Nota: La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.
Note: *The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

***** FIN TOMA DE DATOS *****
**** END OF DATA COLLECTION ****

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

LABORATORIO DE TEMPERATURA
(Temperature Laboratory)
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
(Calibration Certificate Number)

TRAZABILIDAD METROLOGICA */ METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.

EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN
STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION

PATRÓN UTILIZADO: ***Standard Used:***	PRECISION INFRARED CALIBRATOR	**EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:***	HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER
Modelo: *Model:*	4181	Modelo: *Model:*	RHT20
Numero de Serie: *Serie Number:*	B56286	Numero de Serie: *Serie Number:*	A21114570
Codigo Interno: *Internal code:*	LMCCO-091	Codigo Interno: *Internal code:*	LMCCO-084
Certificado de Calibración: *Calibration certificate:*	TLM-T-3826	Certificado de Calibración: *Calibration certificate:*	TE-9801-25 HR-5401-25
Fecha de calibración: *Date Calibration:*	2025-07-24	Fecha de calibración: *Date Calibration:*	2025-05-02
Fecha de Vencimiento: Due *Date:*	2027-07-24	Fecha de Vencimiento: Due *Date:*	2026-05-02
Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:*	TESLA / ONAC	Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:*	VALMET L&M / ONAC

OBSERVACIONES:
Observations:

1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emisivity of the standard radiator.
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
6. The calibrated points were previously agreed with the client .
7. El diametro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los pixeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente**. Sumincol no se hace responsable de dicha informacion.
(b) Descargo de Responsabilidad: Sumincol no se hace responsable cuando la informacion proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772

LAB-FT-CTE-50-02
2025-07-11

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

Consorcio

Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética

Ítem 14 - Edificio Morindó piso 4

SG-CMA-001-2025

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 8
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN 9
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN 10
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes 10
2.2 Áreas útiles 11
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA 12
3.1 Generalidades de alimentación 12
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas 12
3.3 Inventario 13
4. MEDICIONES REALIZADAS 15
4.1 Temperatura y humedad 16
4.2 Cámara termográfica 16
4.3 Iluminancia 17
4.4 Mediciones eléctricas 18
4.5 Curva de carga 22
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO 24
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación 26
5.2 Caracterización del consumo por usos finales 29
5.3 Caracterización de costo de la energía 32
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA 38
6.1 Metodología 38
6.2 Resultados 39
6.3 Potencial de ahorro energético 40
7. INDICADORES 41
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) 41
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) 42
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) 42
7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) 43

7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 44
8. OPORTUNIDADES DE MEJORA....44
8.1 Buenas prácticas operativas (BPO)....44
8.2 Medidas activas....46
9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE MEDIDAS....47
10. CRONOGRAMA TENTATIVO DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS....49
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....50
Bibliografía....51
ANEXOS....52

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Piso 4 del Edificio Morindó....11
Figura 2. Longitudes para cálculo de áreas....11
Figura 3. Tablero principal....12
Figura 4. Equipos de aire acondicionado en el piso 4 del edificio Morindó....13
Figura 5. Equipos ofimáticos del piso 4 del edificio Morindó....14
Figura 6. Equipos de iluminación del piso 4 del edificio Morindó....14
Figura 7. Equipos de refrigeración del piso 4 del edificio Morindó....15
Figura 8. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663....16
Figura 9. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal....17
Figura 10. Luxómetro digital MPT1014....18
Figura 11. Instalación de equipo Metrel MI 2883....19
Figura 12. Tensiones de tablero principal....19
Figura 13. Corrientes de tablero principal....20
Figura 14. Energía activa de tablero principal....20
Figura 15. Potencias de tablero principal....21
Figura 16. Factor de potencia de tablero principal....21
Figura 17. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas....22
Figura 18. Corrientes de tablero principal....23
Figura 19. Curva de carga de tablero principal....24
Figura 20. Registro de datos clave de facturas....25
Figura 21. Consumo histórico de energía activa....26
Figura 22. Consumo histórico de energía reactiva....27
Figura 23. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada....28
Figura 24. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del piso 4 del edificio Morindó....29
Figura 25. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del piso 4 del edificio Morindó....30
Figura 26. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas del piso 4 del edificio Morindó....31
Figura 27. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas del piso 4 del edificio Morindó....32
Figura 28. Costo de factura histórico....32
Figura 29. Gráfico circular de costos de facturación....33
Figura 30. Costo unitario por kWh de energía....33
Figura 31. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público....35
Figura 32. Costo total de energía activa....37
Figura 33. Línea Base Energética (LBEn) del piso 4 del edificio Morindó....40
Figura 34. Consumo de energía eléctrica mensual del piso 4 del edificio Morindó....42
Figura 35. Consumo de energía eléctrica mensual del piso 4 del edificio Morindó....43

Figura 36. Flujo de caja descontado de sustitución de aires acondicionados 49

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general del Edificio Morindó Piso 4 9
Tabla 2. Información de actividades del Edificio Morindó Piso 4 9
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación 10
Tabla 4. Áreas del piso 4 del edificio Morindó 12
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del piso 4 del edificio Morindó 13
Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos del piso 4 del edificio Morindó....13
Tabla 7. Inventario de iluminación del piso 4 del edificio Morindó....14
Tabla 8. Inventario de refrigeración del piso 4 del edificio Morindó 14
Tabla 9. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad 16
Tabla 10. Mediciones de iluminancia 18
Tabla 11. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia....22
Tabla 12. Especificaciones de medición con datalogger....23
Tabla 13. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura....23
Tabla 14. Registro de consumo histórico de energía activa 26
Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía reactiva 27
Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada 28
Tabla 17. Participación de consumo de energía por usos finales del piso 4 del edificio Morindó 30
Tabla 18. Participación de consumo de energía por áreas del piso 4 del edificio Morindó 31
Tabla 19. Costo unitario por kWh de energía activa....34
Tabla 20. Costo unitario por kWh de energía reactiva 34
Tabla 21. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público....35
Tabla 22. Costo facturado por energía activa....36
Tabla 23. Costo facturado por energía reactiva 36
Tabla 24. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público....37
Tabla 25. Registros para construcción de LBEn del piso 4 del edificio Morindó 39
Tabla 26. Reporte UPME para potencial de ahorro energético 41
Tabla 27. Aires acondicionados de 24.000 BTU/h para implementación de medida 46
Tabla 28. Especificaciones de aires eficientes - nuevos 46
Tabla 29. Ahorros energéticos por sustitución de aires condicionados de 24.000 BTU/h....47
Tabla 30. Inversión inicial de sustitución de aires acondicionados....48
Tabla 31. Información de evaluación económica para sustitución de aires acondicionados 48
Tabla 32. Medidas propuestas para ser implementadas 49
Tabla 33. Hoja de ruta de medidas a implementar 50

RESUMEN

El presente informe corresponde al Producto 5 – Informe Final de Auditoría Energética para el piso 4 del edificio Morindó (Ítem 14), desarrollado por el Consorcio Auditorías Energéticas para la Gobernación de Córdoba, en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 (Ley 2294 de 2023) y bajo los lineamientos de la Resolución 16 de 2024 de la UPME.

El objetivo de la auditoría fue evaluar el desempeño energético del inmueble, identificar los Usos Significativos de la Energía (USE), diagnosticar las condiciones actuales de sus instalaciones y sistemas, y proponer oportunidades de mejora técnica y operativa para optimizar el consumo de energía eléctrica, con la meta de contribuir a un ahorro mínimo del 15% para el año 2026.

La metodología incluyó una inspección arquitectónica y eléctrica detallada, inventario de equipos, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curva de carga) y un análisis exhaustivo del histórico de consumo y costos de facturación (2022-2025). A partir de estos datos, se estableció una Línea Base Energética (LBEn) utilizando el método de valor absoluto de energía.

Los principales hallazgos indican que el consumo anual de energía eléctrica del piso 4 es de aproximadamente 13.187 kWh. La caracterización por usos finales reveló que el aire acondicionado (69%) es un USE. Se identificaron deficiencias en las instalaciones eléctricas que incumplen el RETIE, además de niveles de iluminancia por debajo del mínimo reglamentario en la mayoría de las áreas.

El análisis de potencial de ahorro estima una reducción promedio del 31% del consumo anual mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO), equivalente a alcanzar los consumos mínimos históricos registrados. Adicionalmente, se propone la sustitución del aire acondicionado ineficiente por un modelo de alta eficiencia energética, medida que demostró ser financieramente viable, generando un ahorro del 23% en el consumo total del piso.

Se presenta un cronograma tentativo para la implementación de las estrategias, priorizando la ejecución de un programa de BPO y la sustitución del equipo de aire acondicionado, con un horizonte de ejecución total de 12 meses.

INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el quinto producto - Informe Final de Auditoría Energética, integra la estructura del producto cuatro y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección ocho sobre oportunidades de mejora, sección nueve que presenta sus evaluaciones económicas y sección diez con el cronograma de las medidas propuesta.

1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 14 corresponde al Edificio Morindó Piso 4. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general del Edificio Morindó Piso 4



Nombre de la institución	Edificio Morindó Pisos 4
Dirección	Cl 29 #2-45 DUP 3
Municipio	Montería
Coordenadas	Latitud: 8,756583° Longitud: -75,886117°
Antigüedad [años]	Sin información
Tipo de tenencia	Arriendo
Limitaciones patrimoniales	No

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades del Edificio Morindó Piso 4

Servicios	Administración de documentación de educación
Días de operación	Lunes a sábado
Horarios de operación	08:00 am a 6:00 pm
Cantidad de empleados	Sin información
Nombre de responsable de administración de la entidad	Ricardo Fabian Pastrana Muñoz
Cargo	Jefe de Almacén
Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría	Ninguna

Fuente: Elaboración propia

2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación. Tal como se muestra en la figura de esta tabla, este cuenta con un (1) bloque, señalado en la figura, en las cuales se encuentran:

1. Edificio Morindó piso 4 (ver Figura 1).

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación



Orientación de la fachada	Suroriente
Número de edificios o bloques	1
Número de pisos	3
Altura techos internos [m]	2,4
Área construida aproximada [m²]	719
Inclinación cubierta [°]	45°
Envolvente	Material del muro: ladrillo cocido con pañete
	Color de muros: blanco
	Estado de las paredes: buenas
	Tipo de aislamiento: ninguno
Ventanas	Material del marco: metal
	Tipo de vidrio: vidrio flotado
	Estado: buenas
Techo	Material: no aplica
	Color: no aplica

Fuente: Adaptado de Google Earth

Figura 1. Piso 4 del Edificio Morindó

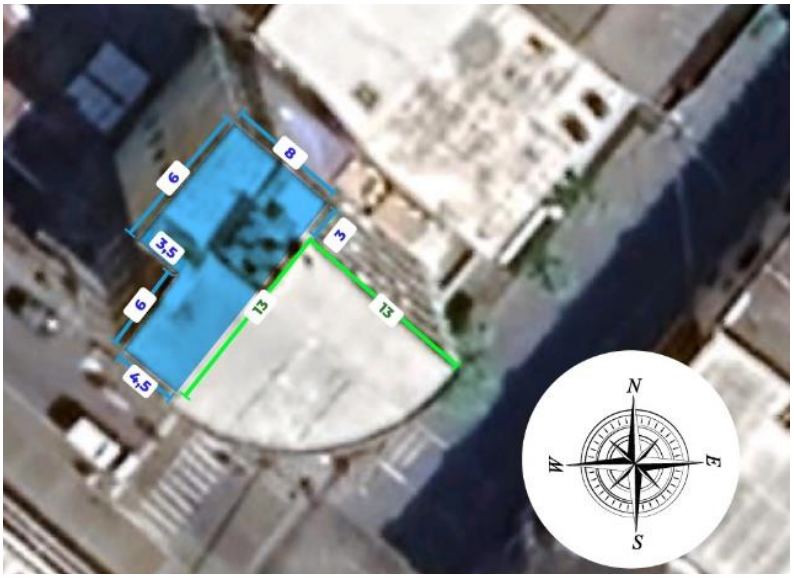


Fuente: Elaboración propia

2.2 Áreas útiles

El área total del terreno y del área construida del piso 4 Edificio Morindó es de aproximadamente 240 m^2 (ver Figura 2). Estas dimensiones fueron obtenidas mediante cálculos aproximados, ya que el piso 4 del edificio Morindó no cuenta con planos arquitectónicos oficiales. Otras áreas estimadas durante la visita técnica se presentan en la Tabla 4.

Figura 2. Longitudes para cálculo de áreas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 4. Áreas del piso 4 del edificio Morindó

Área	Área total [m²]	Fuente
Deposito 1	9	Estimación
Deposito 2	20	Estimación
Deposito 3	10	Estimación
Deposito 4	40	Estimación
Oficina archivo histórico	24	Estimación

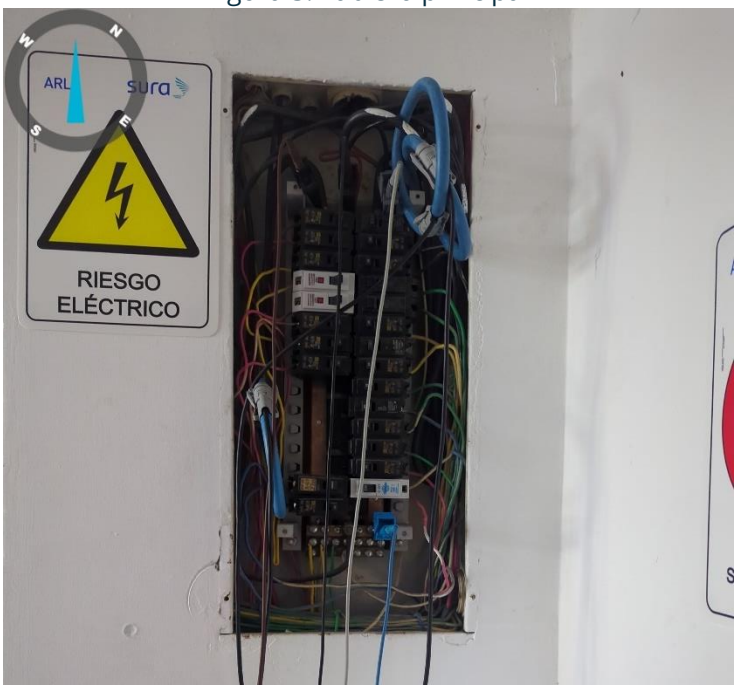
Fuente: Elaboración propia

3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

3.1 Generalidades de alimentación

El piso 4 del edificio Morindó se conecta al sistema de distribución de Afinia, donde se encuentra un único tablero de distribución ubicado en el piso 4 del edificio (ver Figura 3).

Figura 3. Tablero principal



Fuente: Elaboración propia

3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones del piso 4 del edificio Morindó, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones

Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 4).

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado del piso 4 del edificio Morindó

Equipo	Capacidad térmica [BTU/h]	Suma de potencias[W]	Cantidad
Minisplit	24.000	9.000	3

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Equipos de aire acondicionado en el piso 4 del edificio Morindó



Fuente: Elaboración propia

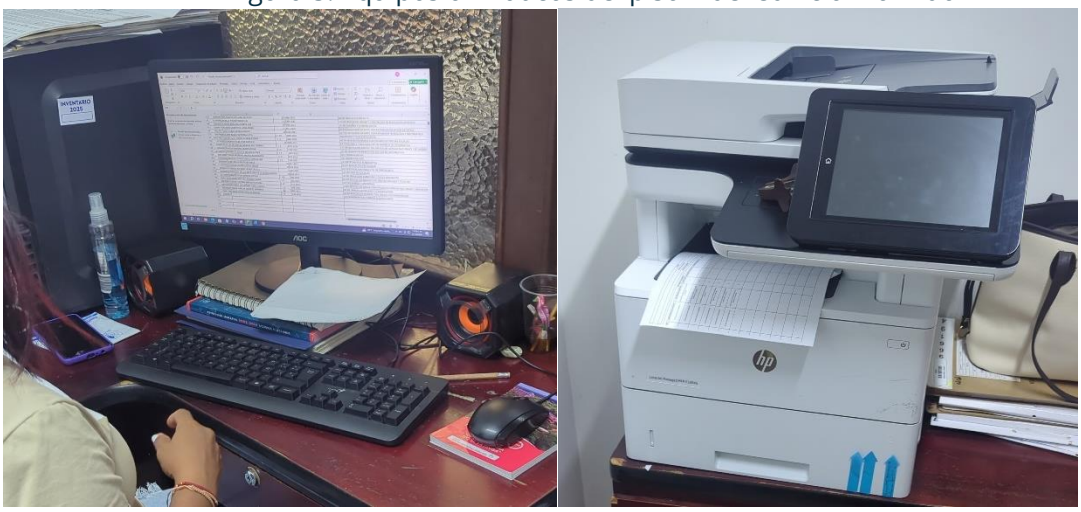
Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 6 (ver Figura 5).

Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos del piso 4 del edificio Morindó

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Computador	220	3
Impresora laser	980	1

Fuente: Elaboración propia

Figura 5. Equipos ofimáticos del piso 4 del edificio Morindó



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 6).

Tabla 7. Inventario de iluminación del piso 4 del edificio Morindó

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Fluorescente	156	3
Lámpara led	72	19

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Equipos de iluminación del piso 4 del edificio Morindó



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 8 (ver Figura 7).

Tabla 8. Inventario de refrigeración del piso 4 del edificio Morindó

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Dispensador de agua	500	1

Fuente: Elaboración propia

Figura 7. Equipos de refrigeración del piso 4 del edificio Morindó



Fuente: Elaboración propia

4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 8). Donde se registraron tres mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 9.

Figura 8. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663



Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

Medición	Hora	Temperatura	Humedad relativa
1	9:18 am	28	80%
2	10:00 am	30	78%
3	11:02 am	31	76%

Fuente: Elaboración propia

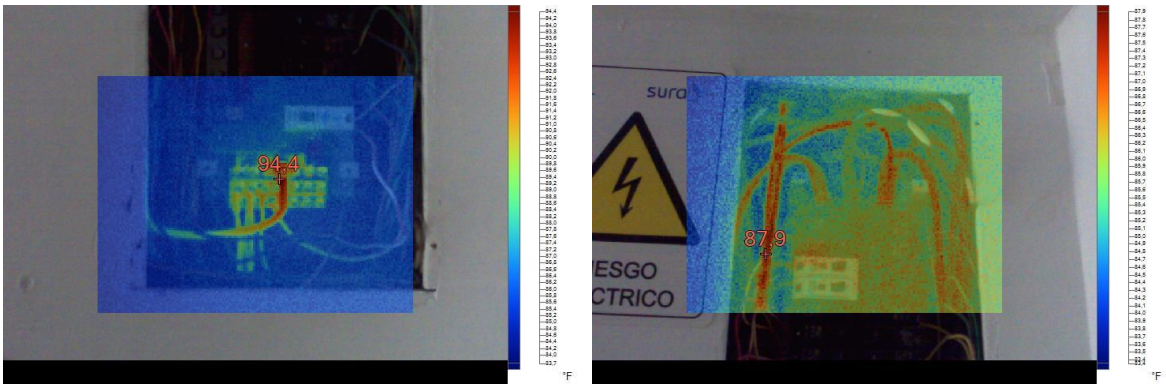
4.2 Cámara termográfica

Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en el tablero eléctrico principal, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 9. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 30 °C (según la Tabla

9**),** se obtiene un diferencial máximo de 14,7°C, correspondiente a la Figura 9(a) con 34,7°C (94, °F).

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (11 °C a 20 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como "Posible deficiencia". Este nivel indica que las temperaturas registradas son aceptables, aunque se recomienda realizar revisión en el siguiente mantenimiento preventivo.

Figura 9. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal



(a) (b)

Fuente: Elaboración propia

4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones del piso 4 del edificio Morindó, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014) en varios espacios. En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 10.

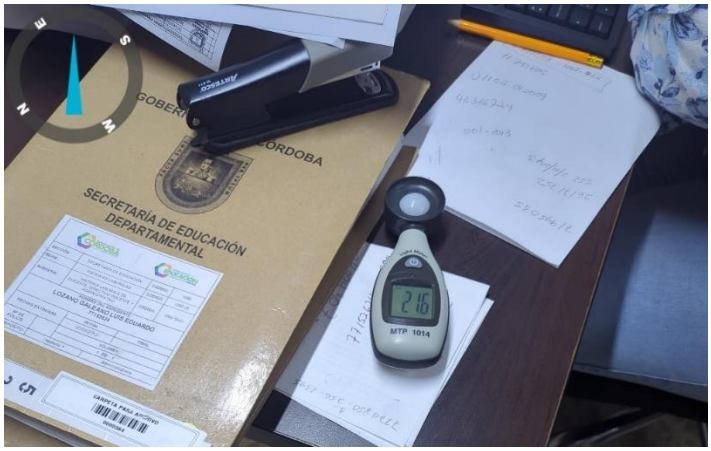
En la mayor parte de los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Tabla 10. Mediciones de iluminancia

Área	Número de mediciones	Iluminancia promedio [lx]	Especificación de iluminancia [lx]	Cumplimiento
Deposito 1	6	643	500	Cumple
Deposito 2	6	356	500	No cumple
Deposito 3	6	264	500	No cumple
Deposito 4	6	278	500	No cumple
Archivo historia laboral	6	196	500	No cumple

Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Luxómetro digital MPT1014

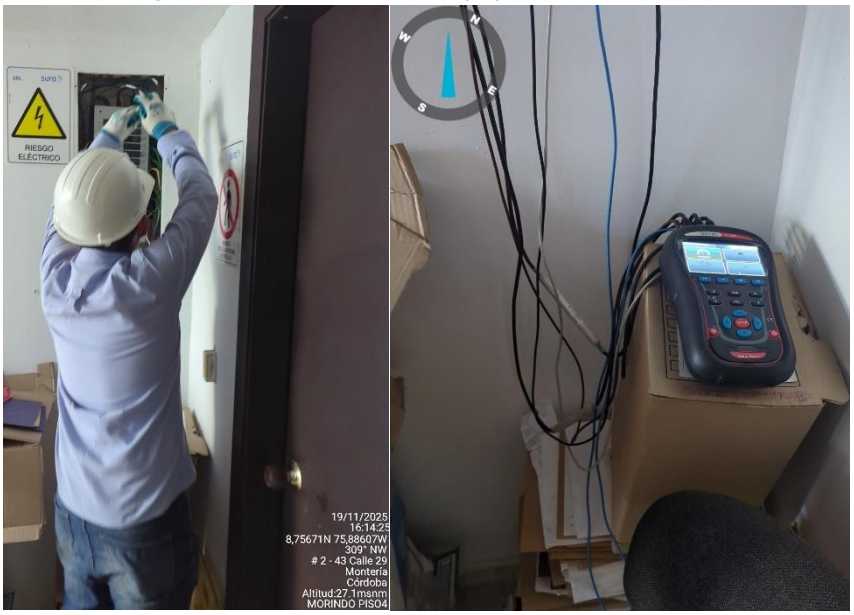


Fuente: Elaboración propia

4.4 Mediciones eléctricas

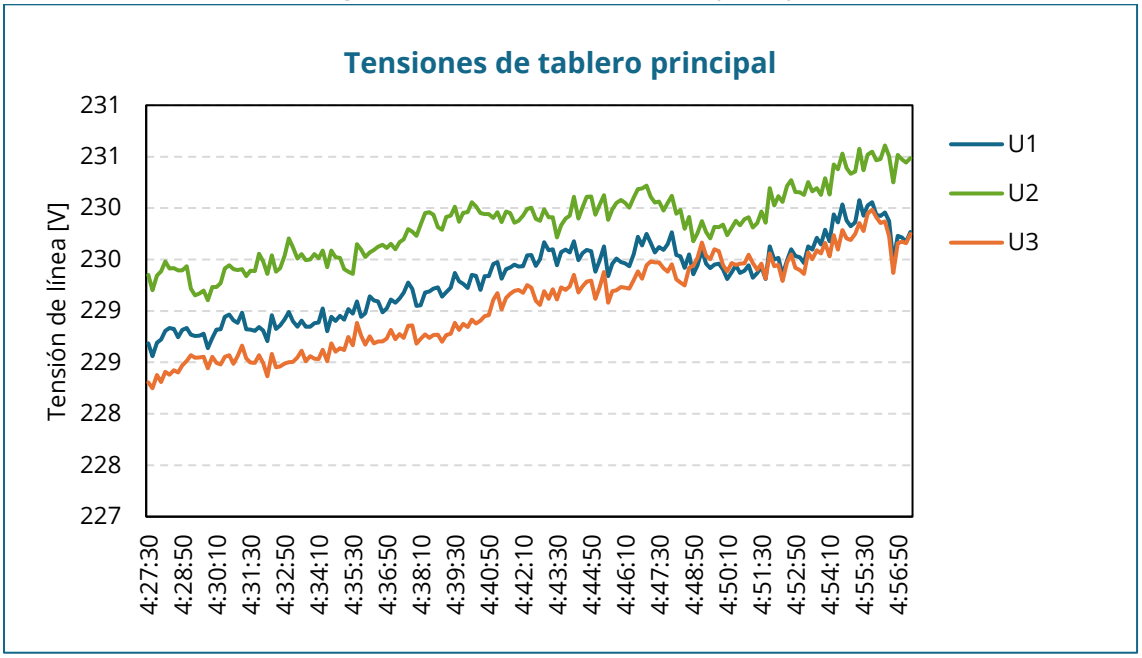
Las mediciones eléctricas fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal del piso 4 del edificio Morindó y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia.

Figura 11. Instalación de equipo Metrel MI 2883



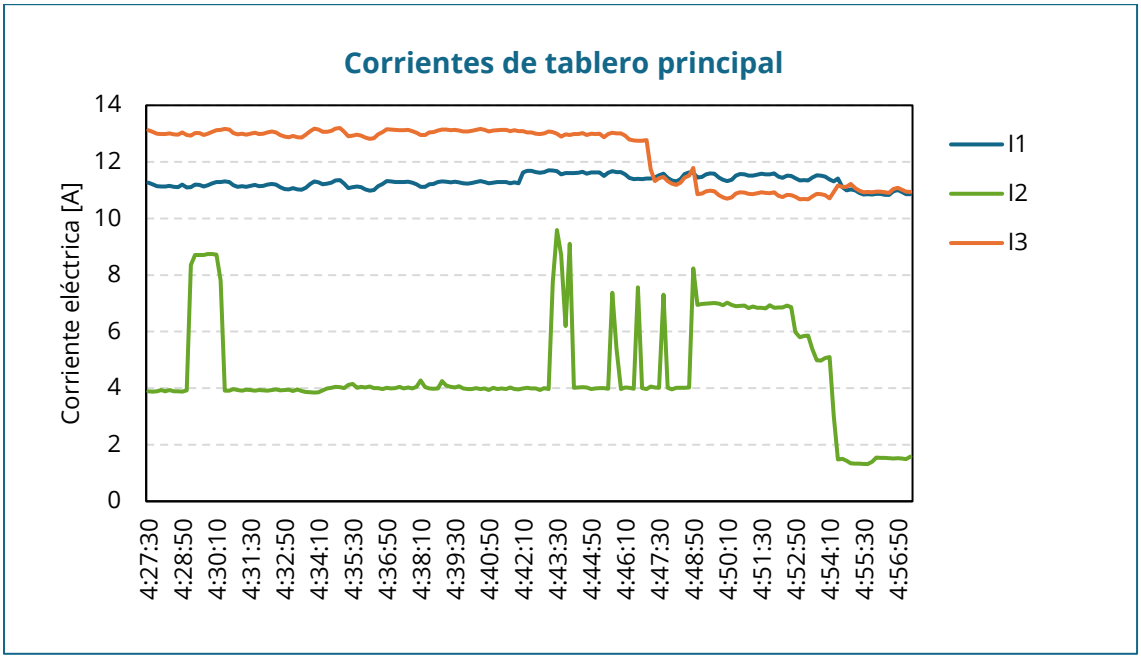
Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Tensiones de tablero principal



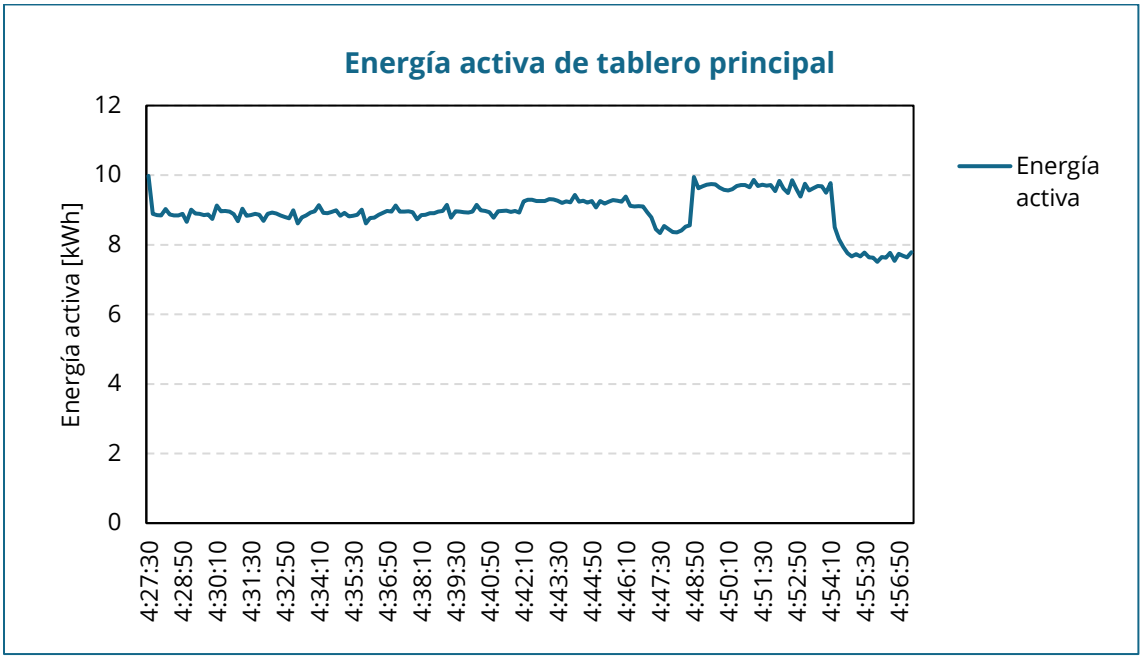
Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Corrientes de tablero principal



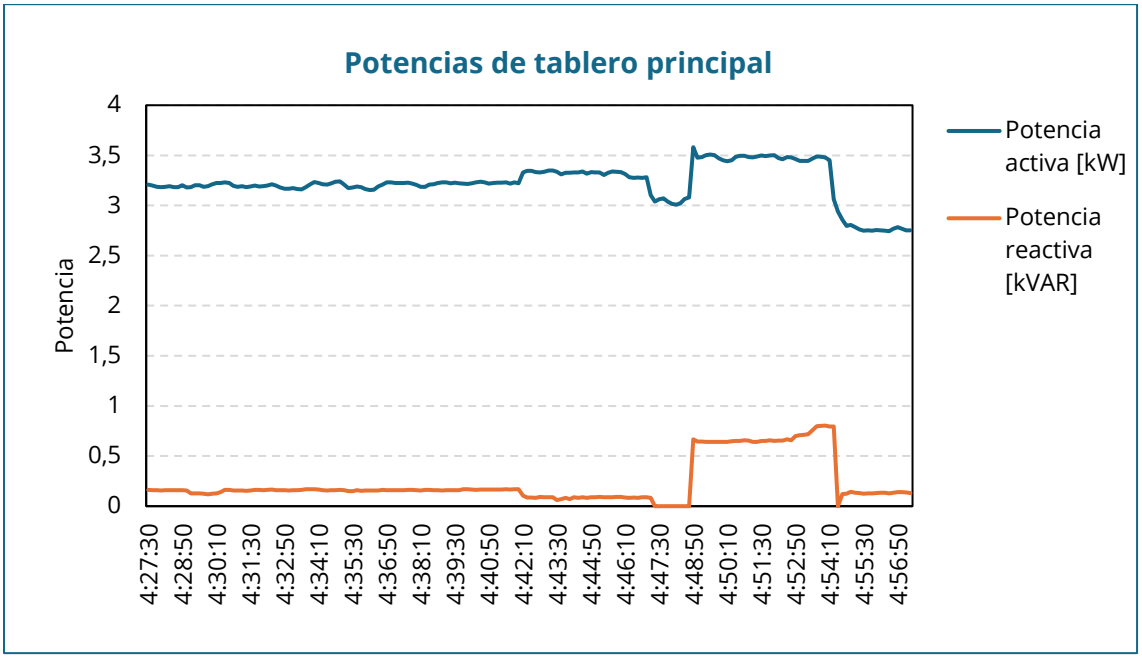
Fuente: Elaboración propia

Figura 14. Energía activa de tablero principal



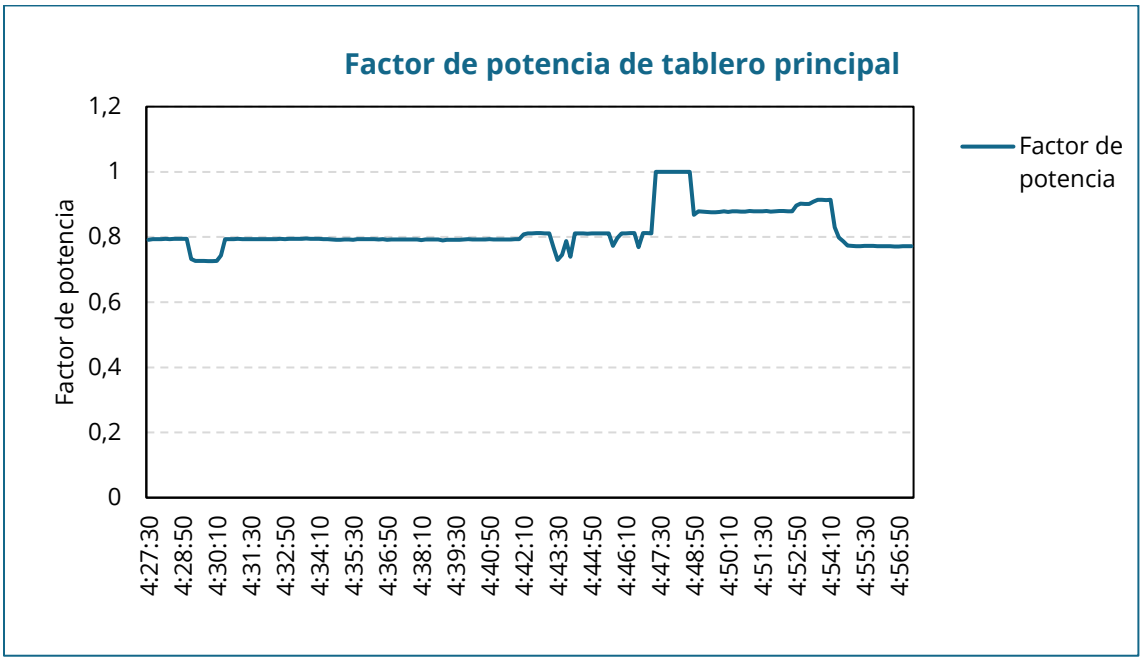
Fuente: Elaboración propia

Figura 15. Potencias de tablero principal



Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Factor de potencia de tablero principal



Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones obtenidas, se evidencia en la Figura 16 que el factor de potencia se encuentra por debajo de los límites establecidos por la normativa colombiana (0,9 – 1). Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

4.5 Curva de carga

La curva de carga corresponde al perfil de potencia activa del piso 4 del edificio Morindó. Dicha curva se elaboró considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 11 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 11. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia

Variable	Promedio	Desviación estándar
U12	229,31	0,16%
U23	229,84	0,15%
U31	229,06	0,19%
Factor de potencia	0,817	7,29%

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla *12*.

Figura 17. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 12. Especificaciones de medición con datalogger

Fecha de inicio	20 de noviembre de 2025
Feche final	21 de noviembre de 2025
Días de medición	1,15
Frecuencia de muestreo [s]	60

Fuente: Elaboración propia

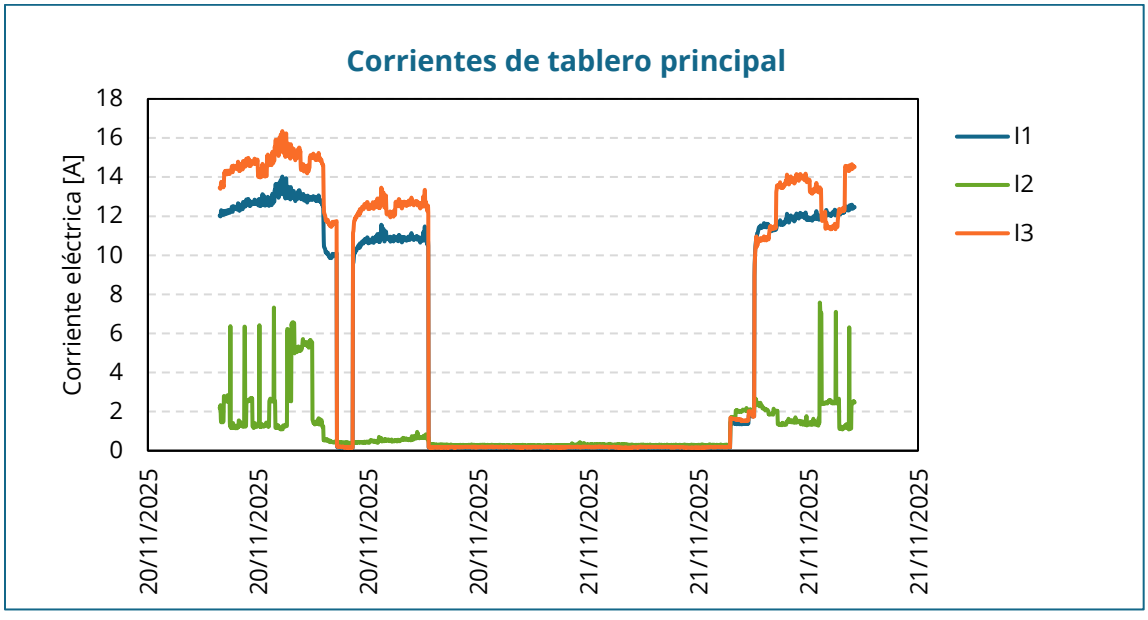
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 18 y la Figura 19. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 13.

Tabla 13. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura

Energía medida [kWh]	49
Energía interpolada [kWh]	1.266
Energía facturada [kWh]	1.520
Diferencia relativa [%]	16,7%

Fuente: Elaboración propia

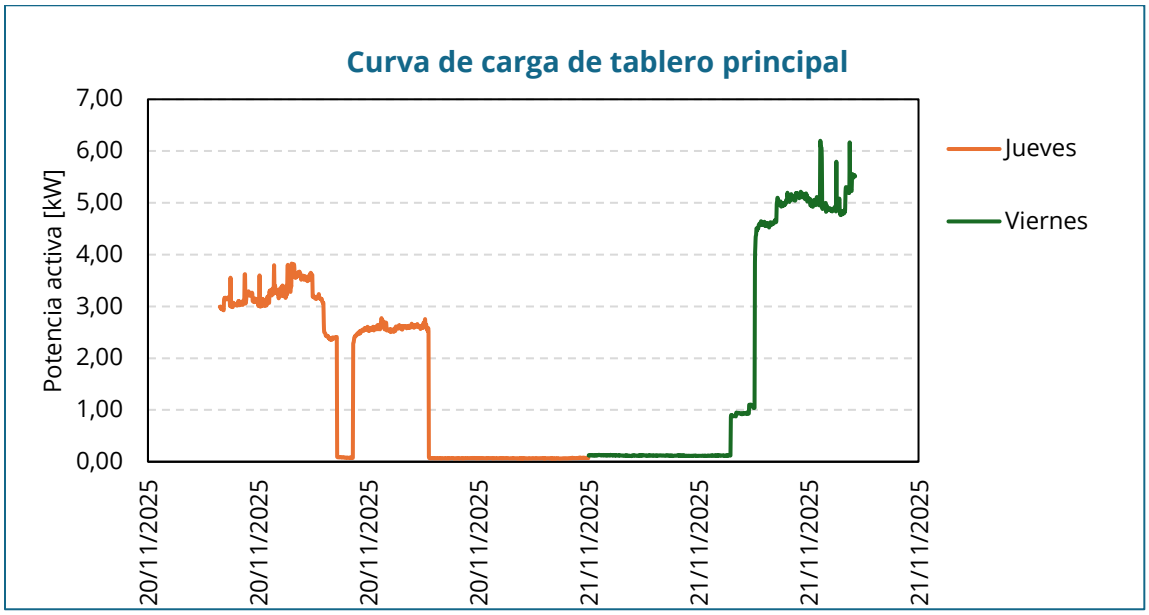
Figura 18. Corrientes de tablero principal



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con las mediciones realizadas, se evidencia un desequilibrio en la corriente I2 de la Figura 18 con respecto a las fases restantes. Se recomienda realizar un balance de cargas que permita redistribuir uniformemente la demanda entre las tres fases, optimizando así el funcionamiento del sistema eléctrico y previniendo posibles daños.

Figura 19. Curva de carga de tablero principal



Fuente: Elaboración propia

5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 20).

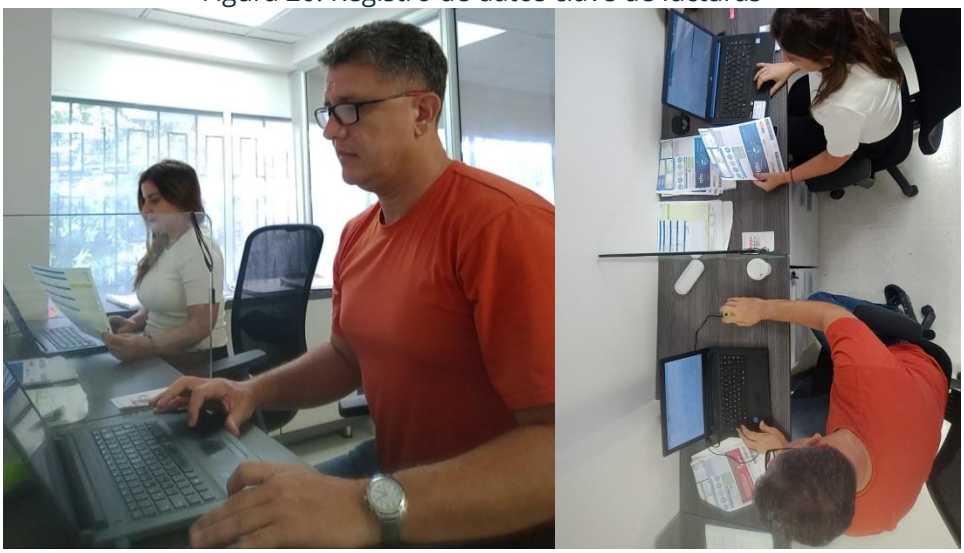
Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico. No obstante, este valor puede incrementarse debido a los siguientes conceptos:
  -**Energía Reactiva:** Esta energía, que no genera trabajo útil, pero es consumida por cargas inductivas (como motores de aire acondicionado y motobombas), puede generar cobros adicionales. Según la (Ley 101, 2024), se aplica una penalización cuando, en cualquier hora del mes, el consumo de energía reactiva iguala o supera el 50% del consumo de energía activa (equivalente a un factor de potencia inferior a 0.9). El medidor registra estos eventos y al final

del ciclo de facturación se cobra una parte de la energía reactiva total. Para evitar este cargo, se recomienda implementar correctores del factor de potencia.

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público:** Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana**: Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

Figura 20. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

Observación General:

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa y reactiva presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

Archivo de Educación, Edificio Monrindo piso 4 - NIC: 4551439 - Medidor: 53034217

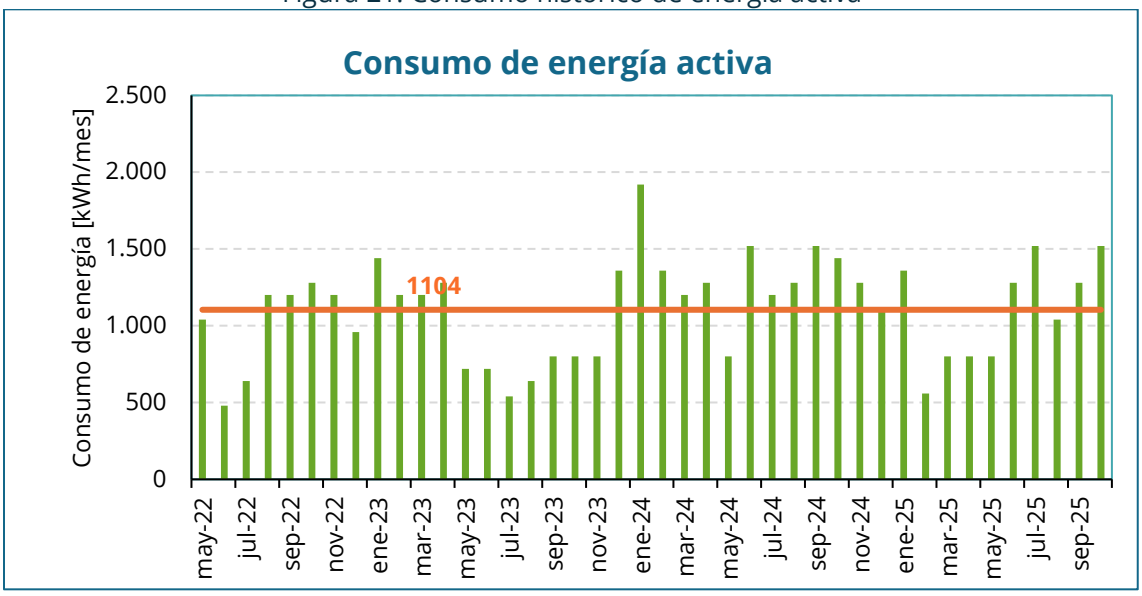
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 14, con el cual se construyó la Figura 21. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 14. Registro de consumo histórico de energía activa

Mes	Consumo de energía activa [kWh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	1.440	1.920	1.360
Febrero	Sin información	1.200	1.360	560
Marzo	Sin información	1.200	1.200	800
Abril	Sin información	1.280	1.280	800
Mayo	1.040	720	800	800
Junio	480	720	1.520	1.280
Julio	640	540	1.200	1.520
Agosto	1.200	640	1.280	1.040
Septiembre	1.200	800	1.520	1.280
Octubre	1.280	800	1.440	1.520
Noviembre	1.200	800	1.280	
Diciembre	960	1.360	1.120	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 21. Consumo histórico de energía activa



Fuente: Elaboración propia

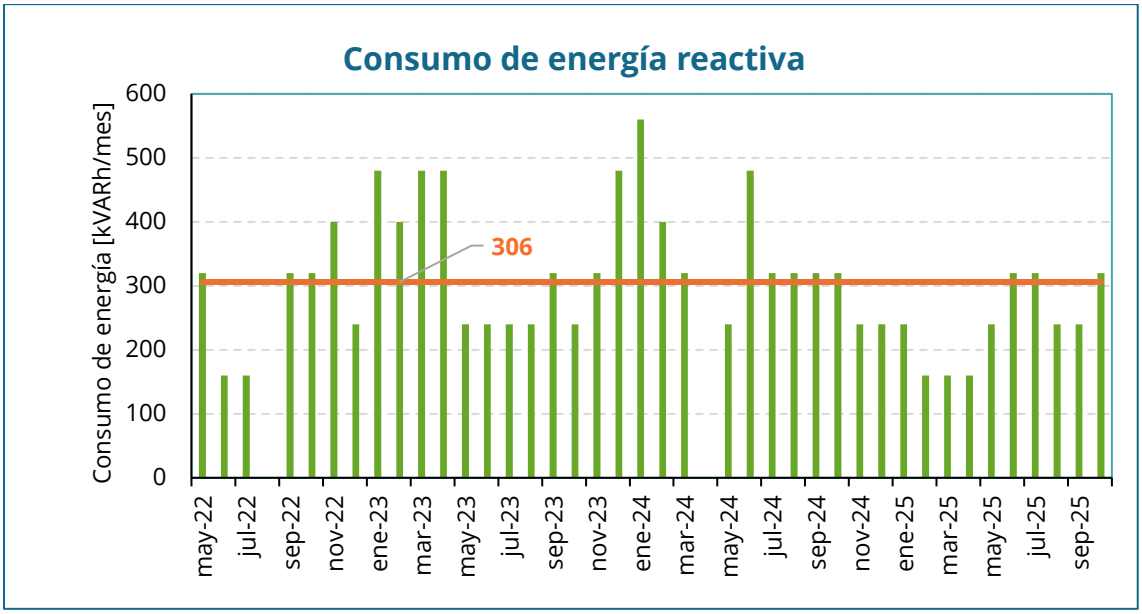
El histórico de energía reactiva se presenta en la Tabla 15, con el cual se construyó la Figura 22. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 15. Registro de consumo histórico de energía reactiva

Mes	Consumo de energía reactiva [kVARh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	480	560	240
Febrero	Sin información	400	400	160
Marzo	Sin información	480	320	160
Abril	Sin información	480	Sin información	160
Mayo	320	240	240	240
Junio	160	240	480	320
Julio	160	240	320	320
Agosto	Sin información	240	320	240
Septiembre	320	320	320	240
Octubre	320	240	320	320
Noviembre	400	320	240	
Diciembre	240	480	240	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 22. Consumo histórico de energía reactiva



Fuente: Elaboración propia

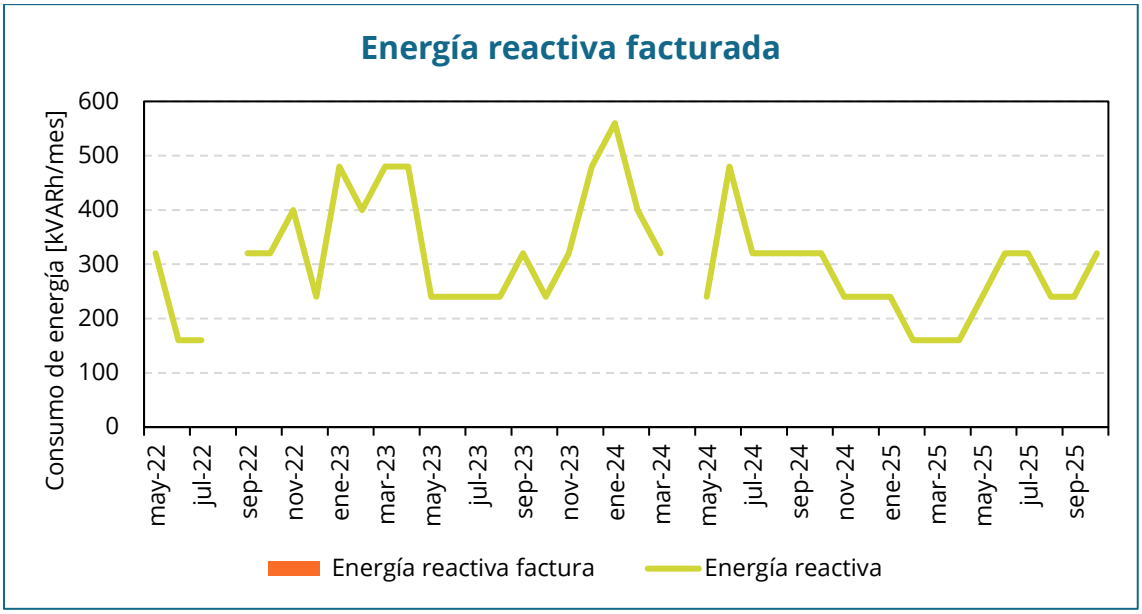
El histórico de energía reactiva facturada o penalizada se presenta en la Tabla 16, con el cual se construyó la Figura 23. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 16. Registro de consumo histórico de energía reactiva facturada

Mes	Consumo de energía reactiva facturada [kVARh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	0
Febrero	Sin información	0	0	0
Marzo	Sin información	0	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	0
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	Sin información	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	
Diciembre	0	0	0	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 23. Consumo histórico de energía reactiva total vs facturada



Fuente: Elaboración propia

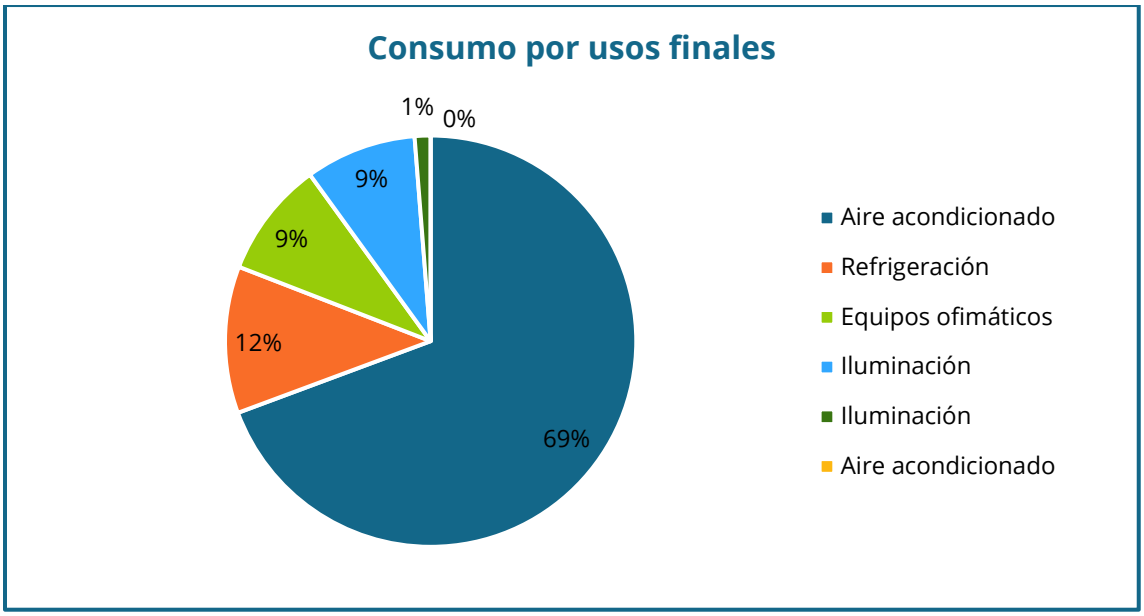
5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 1,1% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, Tabla *15*), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 17, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 24 y el diagrama de Pareto en la Figura 25.

Figura 24. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales del piso 4 del edificio Morindó



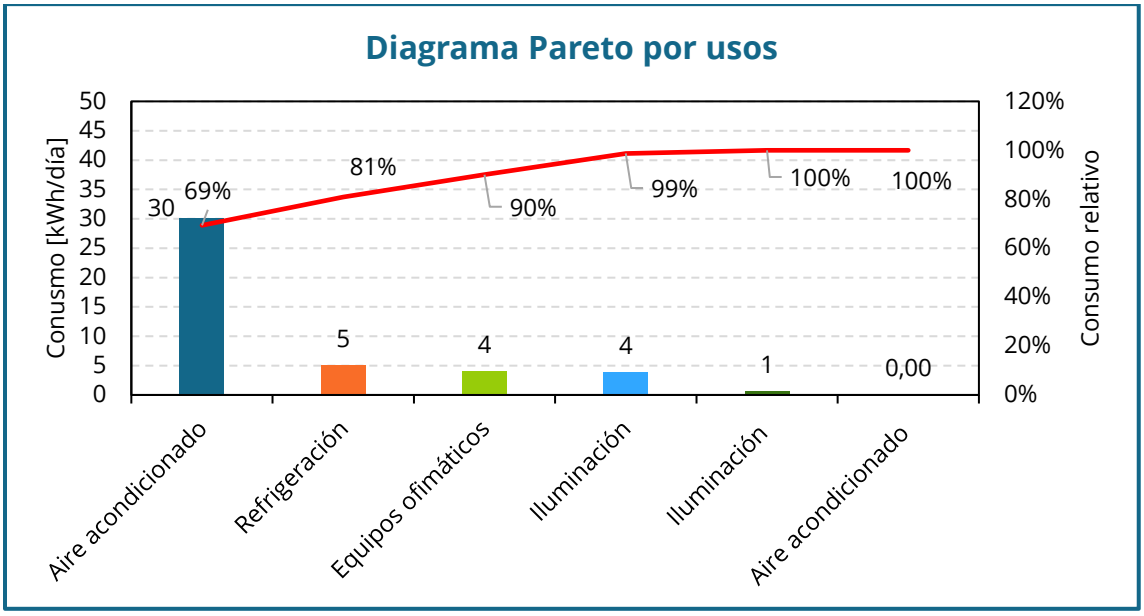
Fuente: Elaboración propia

Tabla 17. Participación de consumo de energía por usos finales del piso 4 del edificio Morindó

Uso	Consumo [kWh/día]	Participación
Aire acondicionado	30	69%
Refrigeración	5	12%
Equipos ofimáticos	3,949	9%
Iluminación	3,78	9%
Iluminación	0,54	1%
Aire acondicionado	0	0%
Total	**43**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Figura 25. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales del piso 4 del edificio Morindó



Fuente: Elaboración propia

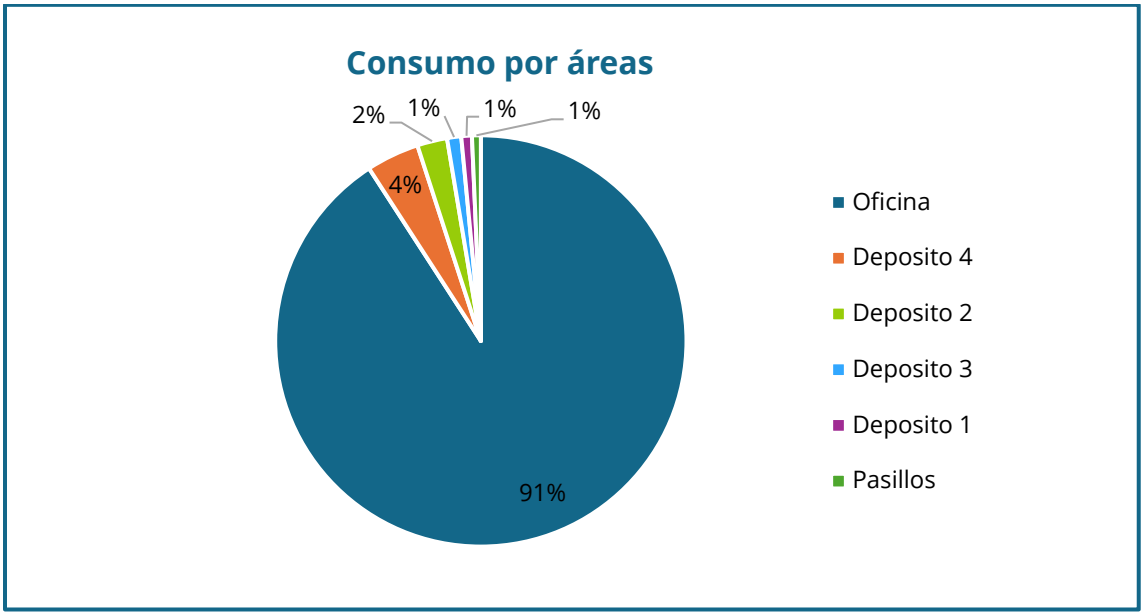
La participación de consumo por áreas se sintetiza en la Tabla 18, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 26 y el diagrama de Pareto en la Figura 27.

Tabla 18. Participación de consumo de energía por áreas del piso 4 del edificio Morindó

Área	Consumo [kWh/día]	Participación
Oficina	39,309	91%
Deposito 4	1,8	4%
Deposito 2	1,02	2%
Deposito 3	0,48	1%
Deposito 1	0,36	1%
Pasillos	0,3	1%
Total	**43**	**100%**

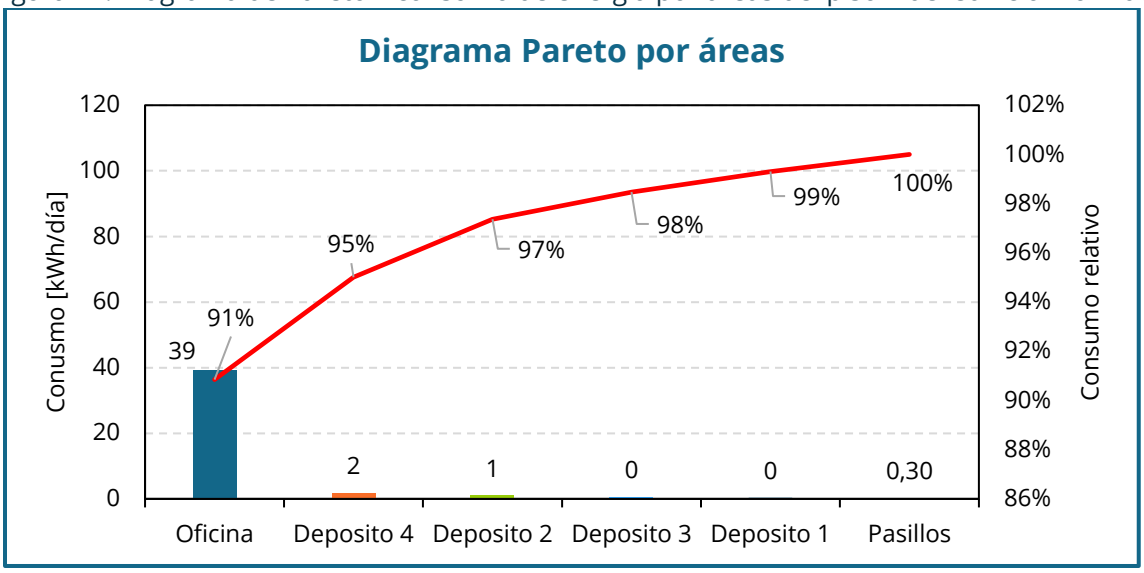
Fuente: Elaboración propia

Figura 26. Porcentaje de participación de consumo de energía por áreas del piso 4 del edificio Morindó



Fuente: Elaboración propia

Figura 27. Diagrama de Pareto – consumo de energía por áreas del piso 4 del edificio Morindó



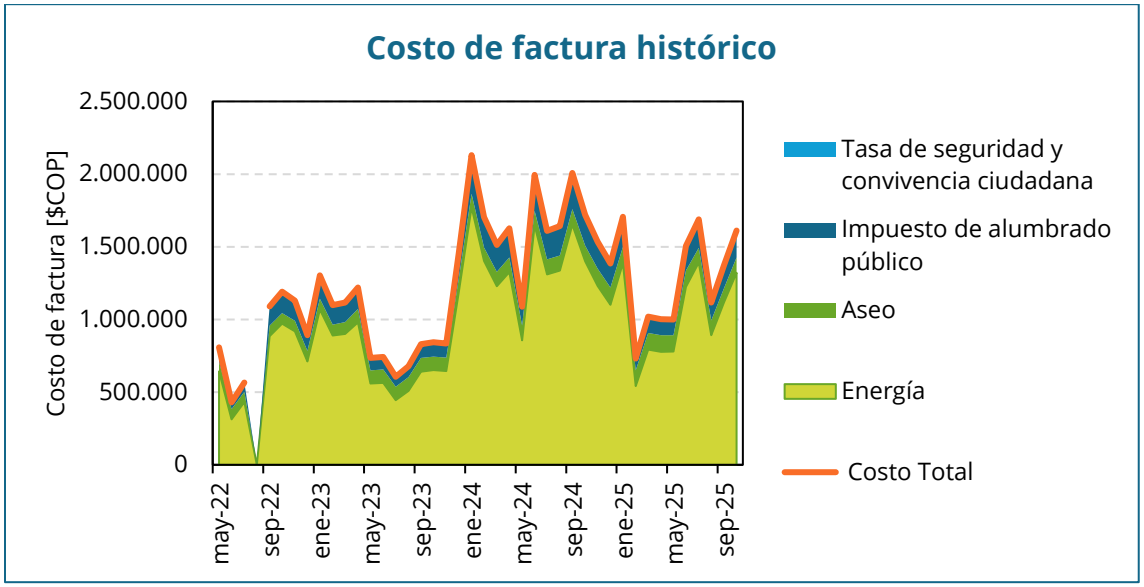
Fuente: Elaboración propia

5.3 Caracterización de costo de la energía

Archivo de Educación, Edificio Monrindo piso 4 - NIC: 4551439 - Medidor: 53034217

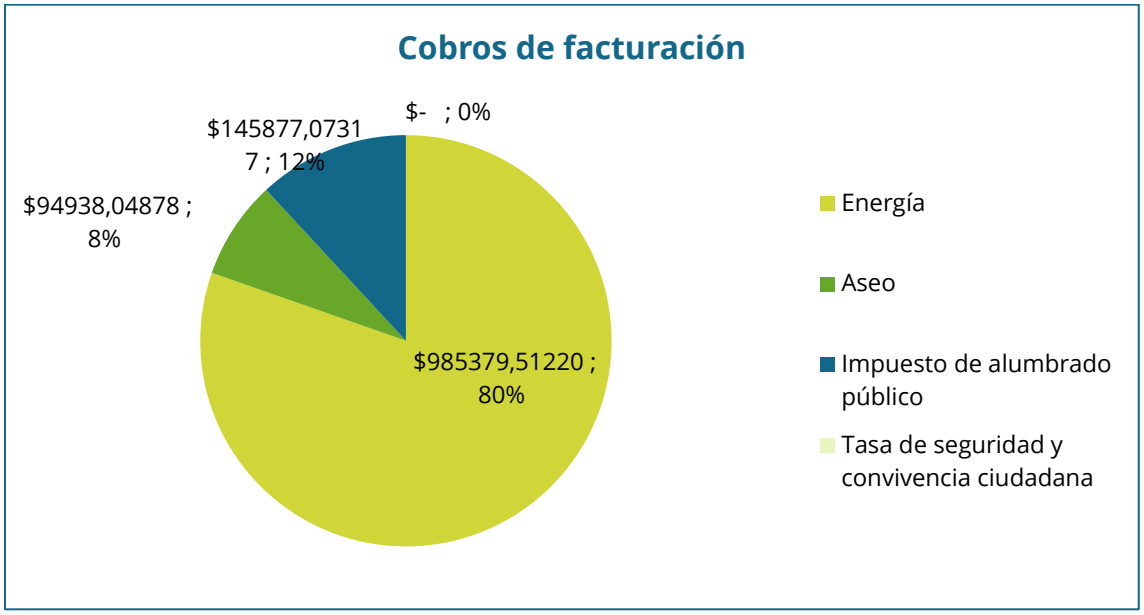
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 28 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 29.

Figura 28. Costo de factura histórico



Fuente: Elaboración propia

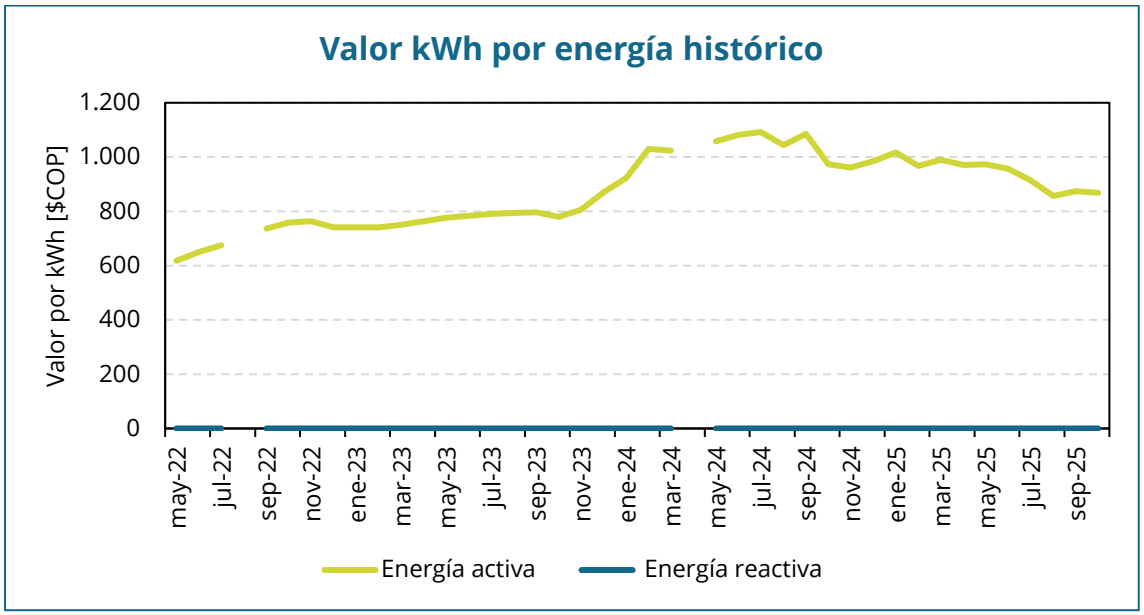
Figura 29. Gráfico circular de costos de facturación



Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa y reactiva se representa en la Figura 30 (ver registros en la Tabla 19 y la Tabla 20).

Figura 30. Costo unitario por kWh de energía



Fuente: Elaboración propia

Tabla 19. Costo unitario por kWh de energía activa

Mes	Valor promedio facturado por kWh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	741	923	1.017
Febrero	Sin información	741	1.030	967
Marzo	Sin información	750	1.024	990
Abril	Sin información	763	Sin información	971
Mayo	618	776	1.059	974
Junio	650	784	1.082	957
Julio	675	790	1.092	914
Agosto	Sin información	794	1.044	856
Septiembre	737	796	1.086	874
Octubre	759	780	973	868
Noviembre	763	806	962	
Diciembre	741	871	985	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 20. Costo unitario por kWh de energía reactiva

Mes	Valor promedio facturado por kVARh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	0
Febrero	Sin información	0	0	0
Marzo	Sin información	0	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	0
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	Sin información	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	
Diciembre	0	0	0	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

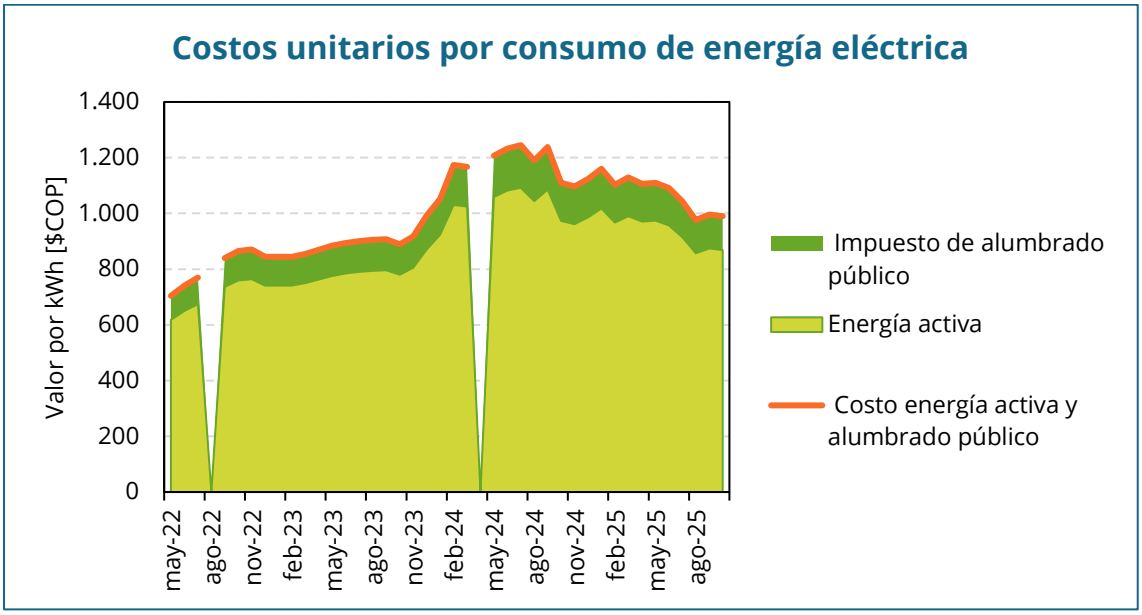
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 31 (ver registros en la Tabla 21). El promedio de este valor es de $996,94 COP.

Tabla 21. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	0	844	1.052	1.160
Febrero	0	844	1.174	1.103
Marzo	0	855	1.168	1.129
Abril	0	870	Sin información	1.107
Mayo	704	885	1.207	1.110
Junio	741	894	1.233	1.091
Julio	769	901	1.245	1.042
Agosto	0	905	1.190	976
Septiembre	840	907	1.238	996
Octubre	865	889	1.109	990
Noviembre	870	918	1.096	
Diciembre	844	993	1.123	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 31. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 32. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 22, la Tabla 23 y la Tabla 24, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 22. Costo facturado por energía activa

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	1.066.378	1.772.294	1.383.473
Febrero	Sin información	888.648	1.400.909	541.676
Marzo	Sin información	899.856	1.229.052	792.184
Abril	Sin información	976.909	Sin información	776.576
Mayo	642.522	558.634	846.992	778.944
Junio	311.856	564.502	1.643.971	1.224.870
Julio	431.814	426.676	1.310.448	1.389.888
Agosto	Sin información	507.910	1.336.307	890.739
Septiembre	884.148	636.792	1.650.325	1.118.323
Octubre	971.379	623.984	1.400.990	1.319.983
Noviembre	916.128	644.456	1.231.104	
Diciembre	710.918	1.184.315	1.103.435	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 23. Costo facturado por energía reactiva

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	0	0	0
Febrero	Sin información	0	0	0
Marzo	Sin información	0	0	0
Abril	Sin información	0	Sin información	0
Mayo	0	0	0	0
Junio	0	0	0	0
Julio	0	0	0	0
Agosto	Sin información	0	0	0
Septiembre	0	0	0	0
Octubre	0	0	0	0
Noviembre	0	0	0	
Diciembre	0	0	0	

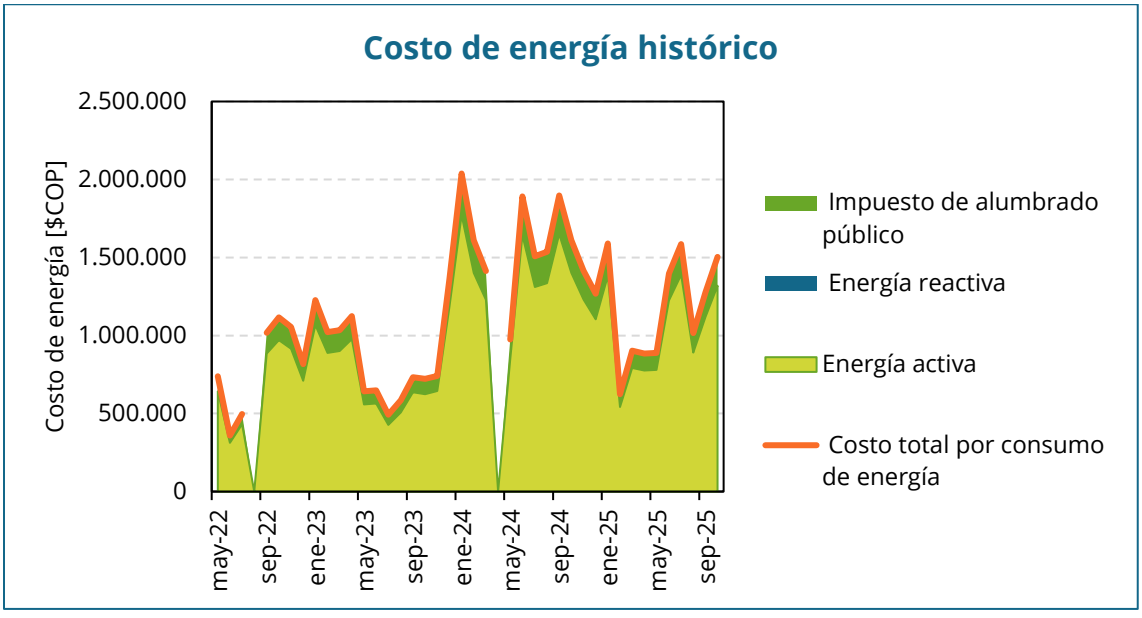
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 24. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	1.226.338	2.038.204	1.590.993
Febrero	Sin información	1.022.038	1.611.289	623.106
Marzo	Sin información	1.034.836	1.413.412	903.094
Abril	Sin información	1.124.469	Sin información	885.296
Mayo	738.952	642.424	975.712	887.994
Junio	358.966	649.182	1.891.271	1.396.350
Julio	496.684	493.246	1.507.318	1.586.028
Agosto	Sin información	584.100	1.536.757	1.016.119
Septiembre	1.016.768	732.312	1.898.485	1.275.483
Octubre	1.117.189	721.524	1.611.280	1.504.793
Noviembre	1.053.938	741.126	1.416.164	
Diciembre	817.778	1.362.075	1.268.455	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 32. Costo total de energía activa



Fuente: Elaboración propia

6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \qquad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \qquad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \qquad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *15*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 25).

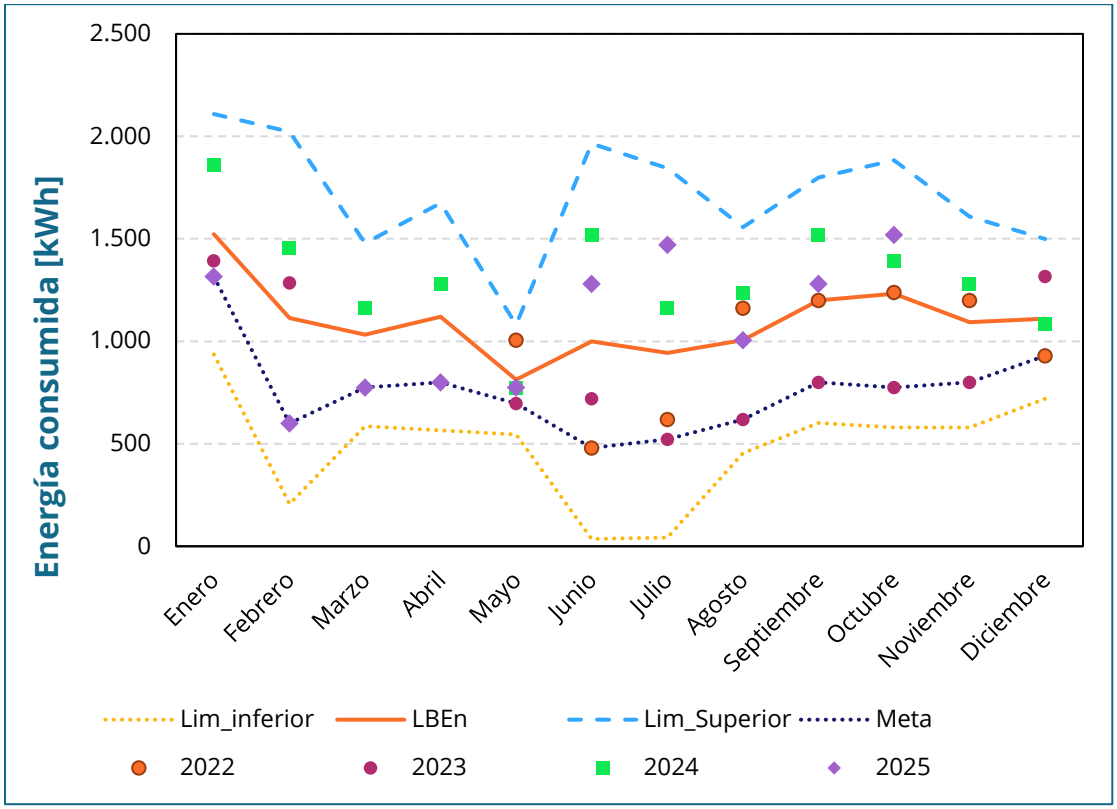
Tabla 25. Registros para construcción de LBEn del piso 4 del edificio Morindó

Mes	Energía eléctrica [kWh]			
	Lim_inferior	LBEn	Lim_Superior	Meta
Enero	936	1.523	2.109	1.316
Febrero	207	1.114	2.021	600
Marzo	585	1.032	1.479	774
Abril	566	1.120	1.674	800
Mayo	545	813	1.081	697
Junio	36	1.000	1.964	480
Julio	43	944	1.844	523
Agosto	455	1.006	1.558	619
Septiembre	601	1.200	1.799	800
Octubre	580	1.232	1.883	774
Noviembre	579	1.093	1.608	800
Diciembre	720	1.110	1.499	929
Total		**13.187**		**9.112**

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 33, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 33. Línea Base Energética (LBEn) del piso 4 del edificio Morindó



Fuente: Elaboración propia

6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 26 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 26. Reporte UPME para potencial de ahorro energético

Atributo	Descripción			Observaciones
Uso/destino del edificio	Almacenamiento y gestión de documentación			
Área útil reportada [m^2]	240			
Fuentes de energía utilizadas	Energía eléctrica			
Modelo LBEn utilizado	**Valor absoluto de energía**			
Período base	Mayo 2022 - octubre 2025			Datos mensuales
Cantidad datos iniciales	42			
Cantidad datos finales	42			
LBEn	Enero		1.523	Valor promedio mes [kWh]
	Febrero		1.114	Valor promedio mes [kWh]
	Marzo		1.032	Valor promedio mes [kWh]
	Abril		1.120	Valor promedio mes [kWh]
	Mayo		813	Valor promedio mes [kWh]
	Junio		1.000	Valor promedio mes [kWh]
	Julio		944	Valor promedio mes [kWh]
	Agosto		1.006	Valor promedio mes [kWh]
	Septiembre		1.200	Valor promedio mes [kWh]
	Octubre		1.232	Valor promedio mes [kWh]
	Noviembre		1.093	Valor promedio mes [kWh]
	Diciembre		1.110	Valor promedio mes [kWh]
Ahorro estimado	Enero	206	13,6%	En kWh y %
	Febrero	514	46,2%	En kWh y %
	Marzo	258	25,0%	En kWh y %
	Abril	320	28,6%	En kWh y %
	Mayo	116	14,3%	En kWh y %
	Junio	520	52,0%	En kWh y %
	Julio	421	44,6%	En kWh y %
	Agosto	387	38,5%	En kWh y %
	Septiembre	400	33,3%	En kWh y %
	Octubre	457	37,1%	En kWh y %
	Noviembre	293	26,8%	En kWh y %
	Diciembre	181	16,3%	En kWh y %

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

7. INDICADORES

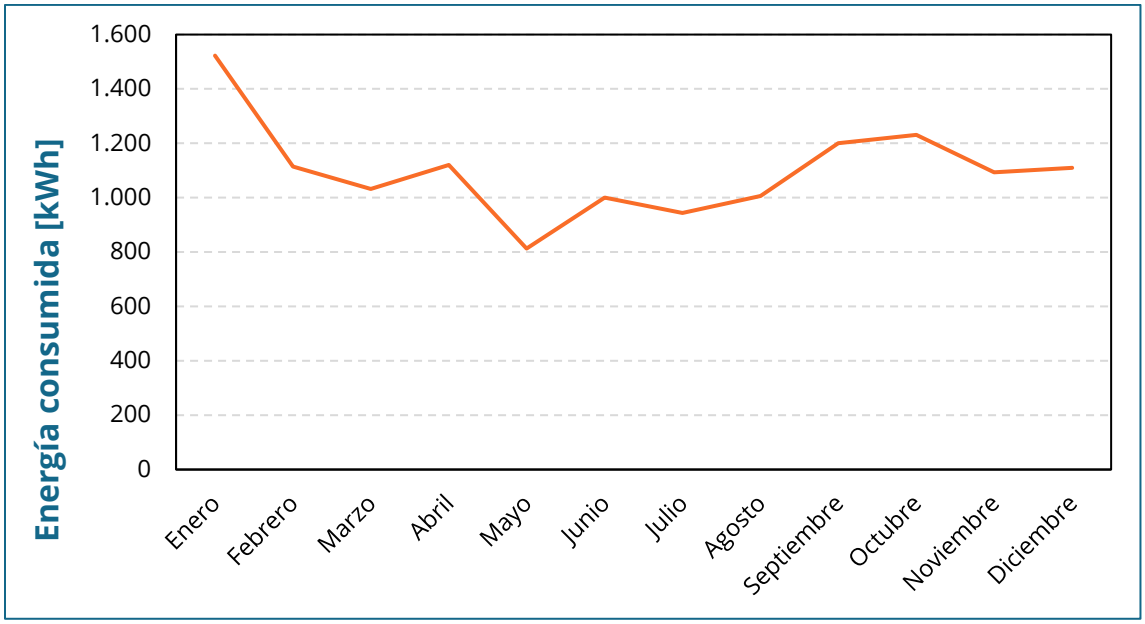
Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado del piso 4 del edificio Morindó con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3). Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza

aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 34, cuyos valores se disponen en la Tabla 26.

Figura 34. Consumo de energía eléctrica mensual del piso 4 del edificio Morindó



Fuente: Elaboración propia

7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por el piso 4 del edificio Morindó en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 13.187 kWh/año para el piso 4 del edificio Morindó.

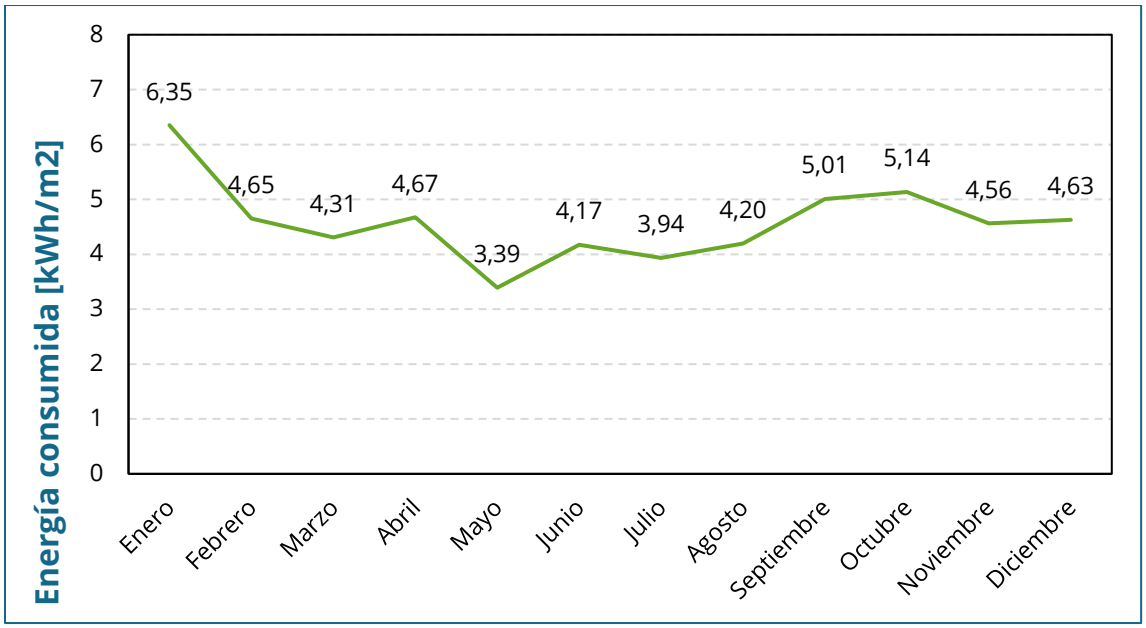
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 35.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n\ (\text{kWh/mes})}{\text{Área útil (m}^2)} \quad (7)$$

Figura 35. Consumo de energía eléctrica mensual del piso 4 del edificio Morindó



Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica del piso 4 del edificio Morindó con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 55,01 kWh/año/m² para el piso 4 del edificio Morindó.

$$\text{CEEAS (kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \quad (8)$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico del piso 4 del edificio Morindó en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \quad (9)$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \quad (10)$$

8. OPORTUNIDADES DE MEJORA

Las medidas de eficiencia energética comprenden todas aquellas orientadas a mejorar el desempeño energético de una actividad o proceso dentro de una organización, al reducir el consumo de energía, optimizar su uso y minimizar el impacto ambiental. Según la *Guía de Planes de Gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas* (UPME, 2020), estas medidas se clasifican en buenas prácticas, medidas pasivas y activas[1].

8.1 Buenas prácticas operativas (BPO)

Las Buenas Prácticas Operativas (BPO) consisten en adoptar hábitos que permitan un uso eficiente de los equipos energéticos, con bajo costo de implementación y sin requerir modificaciones tecnológicas o arquitectónicas. Estas acciones buscan reducir el consumo de energía y mejorar el entorno laboral mediante la concientización y el cambio de comportamiento de los usuarios.

Las BPO se enfocan en los USE de la Tabla 17. Las recomendaciones presentadas surgen de una combinación entre la experiencia de las empresas auditoras y las sugerencias contenidas en la *Guía de Planes de Gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas* (UPME, 2020).

Las buenas prácticas propuestas para aire acondicionado son:

[1] En la Resolución 16 de 2024 de la UPME, estas medidas se denominan Buenas Prácticas Operativas (buenas prácticas), y reconversión tecnológica (medidas activas).

- **Definir horarios de operación del aire acondicionado:** Establecer horas específicas de encendido y apagado, garantizando el confort térmico durante la jornada laboral.
- **Gestionar la apertura de ventanas según las condiciones climáticas:** Evitar pérdidas energéticas por intercambio de aire innecesario.
- **Encender los equipos solo cuando se requieran:** Promover el uso racional del aire acondicionado y demás dispositivos asociados a la operación.
- **Fomentar la conciencia energética:** Sensibilizar a todos los usuarios sobre la importancia de apagar los equipos cuando no se estén utilizando.
- **Regular adecuadamente la temperatura:** Ajustar los sistemas de aire acondicionado dentro del rango de confort (23 °C a 27 °C), preferiblemente a 24 °C, contribuye al bienestar, evita el sobreenfriamiento y reduce el consumo innecesario. Temperaturas inadecuadas pueden afectar el rendimiento físico e intelectual al generar incomodidad térmica.

Las buenas prácticas propuestas para equipos ofimáticos son:

- **Encender y apagar los equipos solo cuando se requieran:** Activar los dispositivos (computadoras, impresoras, monitores) únicamente al inicio de la jornada laboral y apagarlos completamente al finalizar, evitando su operación innecesaria en horarios no laborables.
- **Minimizar la impresión de documentos:** Fomentar la digitalización de procesos y la revisión de documentos en pantalla, imprimiendo solo cuando sea estrictamente necesario, con el fin de ahorrar consumibles (tinta, tóner) y reducir el consumo energético de los equipos.
- **Configurar los modos de bajo consumo:** Aprovechar las funciones de gestión de energía de los sistemas operativos para programar y activar los modos de suspensión (stand by) e hibernación durante periodos de inactividad, optimizando así el consumo eléctrico.
- **Realizar una limpieza y mantenimiento periódicos:** Establecer un plan de mantenimiento preventivo que incluya la limpieza física interna y externa de los equipos (como computadoras e impresoras), lo cual previene sobrecalentamientos, mejora la eficiencia energética y prolonga su vida útil.
- **Fomentar la conciencia sobre el uso eficiente:** Sensibilizar a todos los usuarios sobre la importancia de un uso responsable de los equipos, el impacto del consumo energético y las mejores prácticas para su operación y apagado.

En este contexto, las BPO pueden contribuir significativamente a reducir el consumo energético hasta niveles mínimos históricos, los cuales representan los potenciales de ahorro estimados en la Tabla 26 de la Sección 6.3. En promedio, este potencial equivale al 31% del consumo energético total de la entidad.

Sin embargo, dado que podrían implementarse otras BPO adicionales que permitan alcanzar un desempeño aún más eficiente, y considerando que las acciones analizadas se enfocan en los Usos Significativos de la Energía (USE), se asume un ahorro potencial del 25% en el consumo total de energía de un año.

8.2 Medidas activas

Las medidas activas implican la modernización o sustitución de equipos, priorizando aquellos con mayor eficiencia energética. Dado los hallazgos durante la auditoría y los USE encontrados de la Sección 5.2 se plantean las siguientes medidas:

Sustitución de aires acondicionados

Esta medida consiste en reemplazar los equipos que han superado su vida útil o que presentan altos niveles de consumo energético, por los equipos más eficientes del mercado, preferiblemente con en las categorías A o B, según lo establecido en el Reglamento Técnico de Etiquetado (RETIQ). En este caso, se detallan los equipos en la Tabla 27.

Tabla 27. Aires acondicionados de 24.000 BTU/h para implementación de medida

Edificio	Área o proceso	Cantidad	Potencia [W]	Tiempo de operación [horas/día]
Piso 4	Oficina	1	3.000	10

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28. Especificaciones de aires eficientes - nuevos

Equipo	Minisplit
Capacidad térmica	24.000 BTU/h
Proveedor	Homecenter
Marca	Mabe
Referencia	MMI24CDBW CCC8
Costo unitario [COP]	$2.599.000
Refrigerante	R-410A
Tensión [V]	220
COP [Wt/We]	3,59
Etiqueta	B
Consumo [kWh/mes]	265,65
Operación [h/mes]	132
Fuente	(Homecenter, 2025)

Fuente: Adaptado de fuentes en fila

Como alternativa, se propone la adquisición de equipos con características más eficientes, cuyas especificaciones se presentan en la Tabla 28. Los ahorros energéticos estimados por la implementación de esta medida se muestran en la Tabla 29; donde el orden de los equipos corresponde al mismo de la Tabla 27. El ahorro total es de 3.081 kWh/año, correspondiente a una reducción del 33% en el consumo de los equipos sustituidos, un 33% en aire acondicionado y un 23% en el consumo total del piso 4 del edificio Morindó.

Tabla 29. Ahorros energéticos por sustitución de aires condicionados de 24.000 BTU/h

Potencia actual [W]	Potencia nueva [W]	Consumo actual [kWh/año]	Consumo nuevo [kWh/año]	Ahorro [kWh/año]
3.000	2.013	9.360	6.279	3.081
Ahorro energético total				**3.081**

Fuente: Elaboración propia

9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE MEDIDAS

Los beneficios de las medidas descritas en la Sección 8.2 se analizan mediante una evaluación económica orientada a determinar su viabilidad financiera, considerando la posibilidad de recuperar la inversión realizada. Esta sección presenta costos aproximados de inversión inicial (CAPEX) y costos operativos o de mantenimiento (OPEX). Sin embargo, dichos valores no deben considerarse definitivos, ya que pueden variar según el momento de ejecución, los productos adquiridos y la empresa contratada para instalación, mantenimiento u otros servicios.

El propósito de esta evaluación es ofrecer una estimación preliminar de la inversión requerida y viabilidad financiera estimada, pero no constituye una cotización formal. Para obtener valores exactos, se requeriría una evaluación de factibilidad técnica y económica.

Es importante aclarar que no todas las medidas incluidas han sido evaluadas económicamente en esta sección. Algunas no generan beneficios económicos directos, sino impactos positivos en términos de confort o reducción del riesgo eléctrico. Estas medidas son:

- **Buenas Prácticas Operativas (BPO):** Tal como se expone en la Sección 8.1, se considera que esta medida debe ser implementada de forma obligatoria por la institución como parte de una campaña de concientización. Su impacto está asociado al cambio de comportamiento y uso eficiente de los recursos, aunque se pueden dar reducciones en los consumos de energía, estos dependerán de los cambios que se logren en los hábitos de uso de la energía.

Por otro lado, para las medidas que sí fueron evaluadas económicamente, se utilizaron criterios financieros estándar. En particular, se empleó una tasa de descuento del 10%, valor comúnmente utilizado en la formulación de proyectos para analizar su viabilidad desde el punto de vista financiero. Asimismo, el costo unitario por kWh se estableció en $997 COP/kWh, correspondiente al promedio de las facturas proporcionadas por la entidad (ver Tabla 21).

Sustitución de aires acondicionados

Para la evaluación económica se consideró una vida útil promedio de 4 años para un equipo de aire acondicionado tipo minisplit (MGM Innovagroup, 2017). La medida analizada consiste en sustituir aires acondicionados ineficientes por equipos más eficientes, y se evalúa comparando el costo de instalar un equipo eficiente frente al costo de instalar un equipo convencional.

Los equipos eficientes propuestos se detallan en la Tabla 28 de la Sección 8.2, con un costo de $ 2.599.000 COP (24.000 BTU/h). Por su parte, el equipo típico utilizado como reemplazo para equipos de 24.000 BTU/h es de $2.399.400 COP (Olimpica-e, 2025).

En consecuencia, el costo unitario de implementar esta medida por equipo corresponde a la diferencia entre el valor del equipo eficiente y el del equipo convencional . No se incluyen costos de instalación ni mantenimiento en esta evaluación, ya que dichos gastos son asumidos por la Institución independientemente del tipo de equipo adquirido. La inversión inicial de esta medida, se presenta en la Tabla 30.

Tabla 30. Inversión inicial de sustitución de aires acondicionados

Producto	Cantidad	Costo unitario [COP]	Costo total [COP]
Aire acondicionado 24.000 RETIQ B	1	$ 199.600	$ 199.600
Total			$ 199.600

Fuente: Elaboración propia

En este contexto, los datos iniciales y resultados para realizar la evaluación se presentan en la Tabla 31 y en la Figura 36 se muestra el flujo de caja descontado asociado a esta medida. Con base en este análisis financiero, se concluye que la medida es económicamente viable. Adicionalmente, se recomienda considerar la capacidad térmica y la eficiencia energética de las futuros aires adquiridos considerando las recomendaciones de la Sección 2.2.

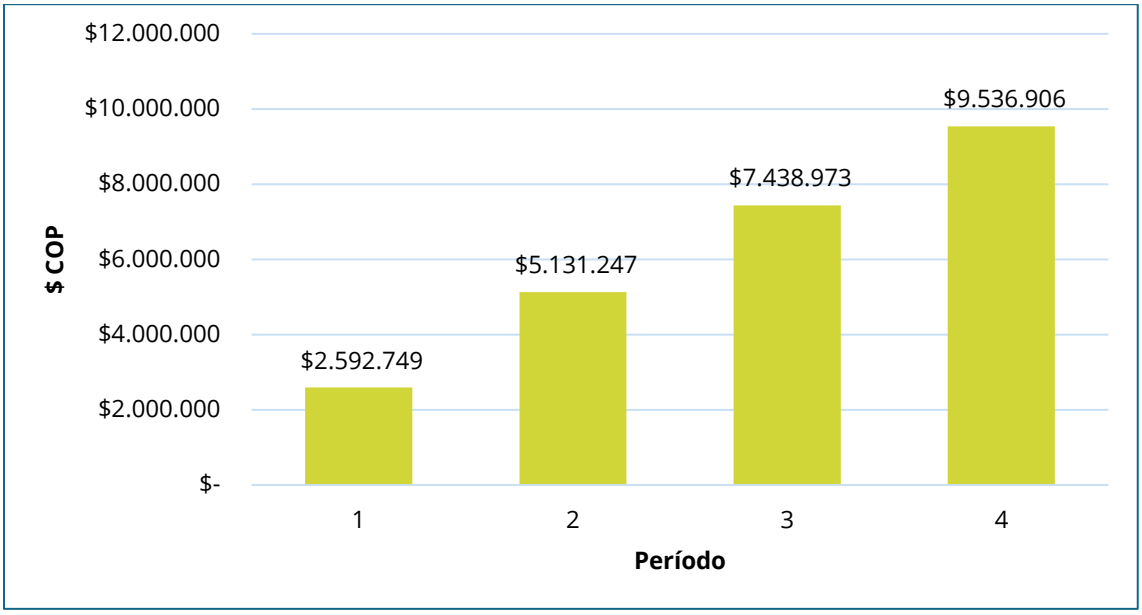
Tabla 31. Información de evaluación económica para sustitución de aires acondicionados

Inversión inicial [$COP]	$ 199.600	**Tasa EA [%]**	10,0%
Mantenimiento [$COP/año]	$ 0	**VPN [$COP]**	$ 9.536.906
Número de períodos [años]	4	**TIR [%]**	1538,8%
Gasto energía anual [$COP/año]	$ 3.071.583	**PRI [años]**	0
Ahorro energético [kWh/año]	3.081	**Beneficio [$COP]**	$ 9.736.506
Ahorro económico total [$COP]	$ 12.286.334	**Costo [$COP]**	$ 199.600
Valor tarifa [COP/kWh]	$ 997	**Beneficio/Costo**	48,8
Factor de emisiones [tCO_2/kW]	0,000112[2]	**Emisiones evitadas [$tCO_2/año$]**	0,4

Fuente: Elaboración propia

[2] Resolución 762 de 2023 de la UPME.

Figura 36. Flujo de caja descontado de sustitución de aires acondicionados



Fuente: Elaboración propia

10. CRONOGRAMA TENTATIVO DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS

En esta sección se presentan las medidas que resultaron viables desde el punto de vista financiero, así como aquellas cuya implementación se recomienda pese a no generar beneficios económicos directos, debido a su impacto en aspectos como la seguridad, el confort o la sostenibilidad, según el análisis desarrollado en la Sección 9. Estas medidas se resumen en la Tabla 32, donde las medidas en verde son catalogadas como de costo cero, las naranja como inversiones intermedias y las rojas como inversiones mayores. Asimismo, las medidas sin color pueden variar en precio según las necesidades y alcance del piso 4 del edificio Morindó.

Tabla 32. Medidas propuestas para ser implementadas

Medida	Inversión inicial	Ahorros de energía		Tiempo de contratación + implementación
	[$COP]	Entidad	USE	[meses]
Buenas Prácticas Operativas (BPO)	---	25%	---	6
Sustitución de aires acondicionados	$ 199.600	23%	Aire acondicionado 33%	12

Fuente: Elaboración propia

Con base en lo anterior, se propone una hoja de ruta de implementación presentada en la Tabla 33. Se espera que todas las medidas sean ejecutadas en un plazo de un año, conforme a lo exigido por la normativa. Cabe mencionar que, no se consideró la implementación de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), ya que la edificación no se encuentra en propiedad.

Tabla 33. Hoja de ruta de medidas a implementar

Medida	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Buenas Prácticas Operativas (BPO)												
Sustitución de aires acondicionados												

Fuente: Elaboración propia

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las instalaciones eléctricas presentan incumplimientos con el RETIE y la mayoría de las áreas no alcanzan los niveles mínimos de iluminación exigidos por el RETILAP (500 lux). Se recomienda realizar un diagnóstico detallado y las correcciones necesarias para garantizar la seguridad operativa y las condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo.
- Se estableció una Línea Base Energética (LBEn) anual de 13.187 kWh, con un potencial de ahorro estimado del 31% mediante la gestión operativa. Se recomienda implementar de inmediato un programa formal de Buenas Prácticas Operativas (BPO), enfocado en el uso racional del aire acondicionado y en prácticas de eficiencia para equipos ofimáticos.
- El análisis de usos finales determinó que el aire acondicionado es el principal uso significativo de la energía (USE), representando el 69% del consumo total. Se recomienda enfocar las estrategias de inversión en la mejora de este sistema.
- Se propone la medida activa de sustitución del aire acondicionado existente por un modelo de alta eficiencia energética, la cual demostró ser altamente viable desde el punto de vista financiero. Su implementación generaría un ahorro estimado del 23% en el consumo total del piso.
- Se identificó un desequilibrio en las corrientes de fase y un factor de potencia (0,817) por debajo del límite reglamentario (0,9). Se recomienda realizar un balance de cargas y un estudio de calidad de energía para optimizar el funcionamiento del sistema eléctrico y prevenir posibles daños en los equipos.

Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

Homecenter. (2025). *Aire Acondicionado Inverter 24000BTU 220V Blanco MMi24C*. Obtenido de https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/334895/aire-acondicionado-inverter-24000btu-220v-blanco-mmi24c/334895/

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 101. (2024). Obtenido de CREG: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/originales/Resoluci%C3%B3n_CREG_101_035_2024/#:~:text=El%20factor%20de%20potencia%20inductivo,cero%20punto%20noventa%20(0.90).

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

MGM Innovagroup. (2017). *Formulación de una NAMA para el sector de AA en Distritos Térmicos.*

Olimpica-e. (2025). *Aire Acondicionado Olimpo Mini Split Inverter 24000 BTU 220 Voltios Clase D Olaci24-220Mid32*. Obtenido de https://www.olimpica.com/aire-acondicionado-m-split----olimpo---inverter-24000-btu-220v-clase-d/p?skuId=5272426

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2020). *Guía de Planes de gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas*. Obtenido de https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Guia_liviana_PGEE.pdf

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 14 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 14 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Cliente: ***CORPORACION EMA.***
Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.
NIT: 900.298.527.

Instrumento calibrado: Analizador de calidad de energía.

Fabricante: METREL.

Modelo: MI 2883.

Número de Serie: 17060454.

Fecha de Calibración: Octubre 02 del 2025.

Lugar de calibración: Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA DE CALIBRACIÓN	EMITE
Calibrador Fluke 5502A	5440806	CG3301–25	2025-01-15	Set y Gad. S.A.S.
Termohigrómetro Testo 175-H1	40326218	CLH 147624 CLT 366124	2024-12-24 2024-12-27	Conamet.

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – ***Pagina Web:*** www.erasmus.com.co

3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,500	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	55,999	-0,001	0,027	1,96

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,499	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	55,999	-0,001	0,027	1,96

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,500	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	56,000	0,000	0,027	1,96

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,41	-0,09	0,41	1,97
	A	27,00	26,90	-0,10	0,42	1,97

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,97	-0,03	0,56	1,97
	A	150,0	149,9	-0,10	0,79	1,97
	A	225,0	224,9	-0,1	1,1	1,97
	A	270,0	269,9	-0,1	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,3	-0,7	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	898,1	-1,9	5,1	1,97
	A	1000,1	997,9	-2,2	5,7	1,97

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,41	-0,09	0,41	1,97
	A	27,00	26,89	-0,11	0,42	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,99	-0,01	0,56	1,97
	A	150,0	149,8	-0,20	0,79	1,97
	A	225,0	224,8	-0,2	1,1	1,97
	A	270,0	269,8	-0,2	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,2	-0,8	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	897,9	-2,1	5,1	1,97
	A	1000,1	997,9	-2,2	5,7	1,97

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,40	-0,10	0,41	1,97
	A	27,00	26,90	-0,10	0,42	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,95	-0,05	0,56	1,97
	A	150,0	149,8	-0,20	0,79	1,97
	A	225,0	224,8	-0,2	1,1	1,97
	A	270,0	269,8	-0,2	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,5	-0,5	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	897,6	-2,4	5,1	1,97
	A	1000,1	997,6	-2,5	5,7	1,97

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,60	0,010	0,035	1,98
	V	0,045	127,39	127,39	0,000	0,077	1,98
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,68	-0,010	0,097	1,98
	V	0,045	255,5	255,5	0,00	0,15	1,97
	V	0,045	350,3	350,3	0,00	0,21	2,01
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,4	0,00	0,56	2,05

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,60	0,010	0,035	1,99
	V	0,045	127,39	127,40	0,010	0,077	1,99
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,64	-0,050	0,097	1,98
	V	0,045	255,5	255,5	0,00	0,15	2,03
	V	0,045	350,3	350,3	0,00	0,21	2,01
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,4	0,00	0,56	2,05

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,57	-0,020	0,035	1,98
	V	0,045	127,39	127,34	-0,050	0,077	1,99
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,66	-0,030	0,097	1,99
	V	0,045	255,5	255,4	-0,10	0,15	1,97
	V	0,045	350,3	350,2	-0,10	0,21	1,97
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,3	-0,10	0,56	2,01

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – ***Pagina Web:*** www.erasmus.com.co

7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

Encargado(s) de la calibración:	Laura Milena Velandia R.			
Supervisor:	Rafael Zamudio Ayala.			
Personal adicional:	Ninguno.			
Código de muestra:	12214.			
Fecha de recepción	2025-09-29.			
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	22,2 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	54,9 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	9:12	*Hora Final*	11:02

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

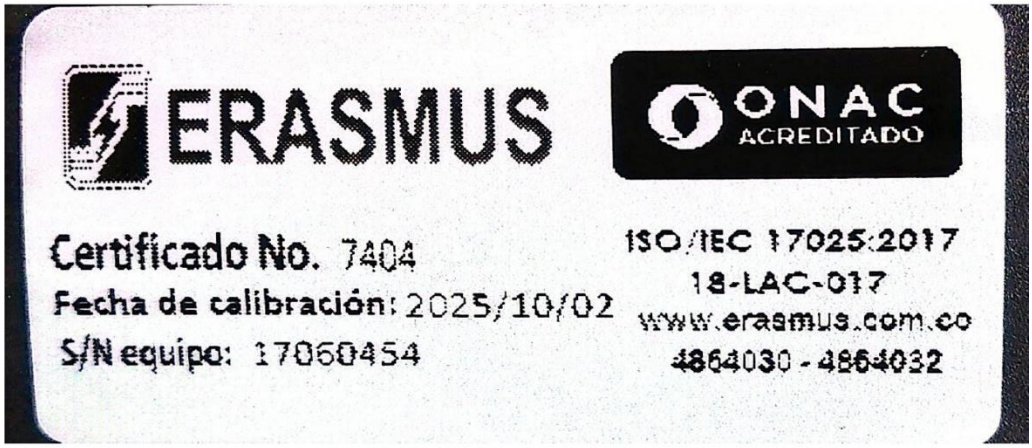
8. RESPONSABLES.

Elaboro	Aprobado
Paula Andrea Cardenas Dueñas.	Elena P. Prieto Rodríguez.
Metrólogo del laboratorio.	Coordinador del laboratorio.

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S**.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

Final del certificado.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

Cliente: *CORPORACION EMA*
Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.
NIT: 900.298.527.

Instrumento calibrado: Telurómetro.

Fabricante: METREL.

Modelo: MI 3123.

Número de Serie: 17360533.

Fecha de Calibración: Septiembre 22 del 2025.

Lugar de calibración: Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA DE CALIBRACIÓN	EMITE
Calibrador Fluke 5502A	5440806	CG3301−25	2025-01-15	Set y Gad. S.A.S.
Termohigrómetro Testo 175-H1	40326218	CLH 147624 CLT 366124	2024-12-24 2024-12-27	Conamet.
Década de resistencia CS-3000	19510092	E-24-0038	2024-01-10	Metrel d.o.o.

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 2 de 4

3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos.						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
0,00 A 19,99	Ω	0,50	0,52	0,020	0,011	1,97
	Ω	1,00	1,00	0,000	0,010	1,96
	Ω	19,04	19,01	-0,003	0,013	1,98
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
20,0 A 199,9	Ω	99,8	100,2	0,40	0,24	1,97
	Ω	190,3	190,8	0,50	0,18	1,99
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
200 A 1999	Ω	1003	1005	2,0	2,6	1,97
	Ω	1902	1903	1,0	1,3	1,99
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2000 A 9999	Ω	10012	9945	-67	18	1,97

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1,00 A 19,99	A	5,00	4,88	-0,120	0,029	1,97
	A	10,00	9,78	-0,220	0,029	1,97
	A	15,00	14,68	-0,320	0,029	1,97
	A	18,00	17,63	-0,370	0,030	1,97

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

Encargado(s) de la calibración:	Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2).			
Supervisor:	Rafael Zamudio Ayala.			
Personal adicional:	Ninguno.			
Código de muestra:	12129.			
Fecha de recepción	2025-09-16.			
Sesión 1.				
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	21,9 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	58,6 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	11:22	*Hora Final*	11:28
Sesión 2.				
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	23,7 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	57,9 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	16:59	*Hora Final*	17:07

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

8. RESPONSABLES.

Elaboro	Aprobado
S. Gamez	
Esneyder Gamez González Metrólogo del laboratorio.	Elena P. Prieto Rodríguez. Coordinador del laboratorio.

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S**.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

Final del certificado.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: **CTE772**
Number

LABORATORIO *Laboratory*	:	TEMPERATURA / TEMPERATURE
INSTRUMENTO *Instrument*	:	CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA
FABRICANTE *Manufacturer*	:	FLUKE
MODELO *Model*	:	Ti10
(a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number*	:	11030423
(a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification*	:	SIN // Without Customer Identification
(a) **PARTE NÚMERO** *Part Number*	:	SIN // Without Customer Identification
RESOLUCIÓN *Resolution*	:	0,1 °C
(a) **SOLICITANTE** *Customer*	:	**CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA**
(a) **DIRECCIÓN** *Address*	:	Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia
FECHA DE RECEPCIÓN *Date of reception*	:	2025-10-22
FECHA DE CALIBRACIÓN *Date of calibration*	:	2025-10-23
(a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date*	:	No Aplica
NÚMERO DE PÁGINAS *Number of pages*	:	3

FIRMAS AUTORIZADAS:
Authorized signatures

Calibrado por / Calibrated by

JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.

Autorizado por / Authorized by

Radicación : **0100103066 / 76560**
File number

Fecha de Emisión: **2025-10-24**
Date of issue

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.
The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

LABORATORIO DE TEMPERATURA
(Temperature Laboratory)
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
(Calibration Certificate Number)

DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION DATA AND RESULTS

Trabajo Realizado:
Work done
CALIBRACION
Calibration

Método Utilizado:
Method Used
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.

Procedimiento Interno utilizado:
Internal procedure used:
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers

CONDICIONES AMBIENTALES
ENVIRONMENTAL CONDITIONS

	MÁXIMO // MAXIMUM	MÍNIMO // MINIMUM
Temperatura ambiente: *Temperature*	27,7 ºC	21,4 ºC
Humedad Relativa: *Relative Humidity*	58 %hr	45 %hr

Unidades de medida:
Measurement units:
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008
Equivalencia *// Equivalence:* 1 °C = 273,15 K

Datos del instrumento a calibrar:
Instrument data to be calibrated:

Emisividad [Ɛ]: Fija *fixed Emissivity [Ɛ]:*	0,95
Banda Espectral: *Spectral Band:*	7,5 µm a 14 µm
Distance de medición *Distance Measure*	112,5 mm a 1 m
Distancia de Calibración: *Calibration Distance:*	90 cm
CDVI (resolución espacial): *CDVI (spatial resolution):*	2,50 mrad
Intervalo de medida: *Measuring range*	-20 °C a 250 °C

Configuración: *Setting:* **Manual**

Intervalo de Calibración *Calibration interval*	**Valor aplicado** *Applied value*	**Resultados** *Results*			
	Temperatura Generada *Generated Temperature*	**Valor medido*** *Measured value**	**Corrección** *Correction*	**Factor De Cobertura** *Coverage Factor k*	**Incertidumbre** *Uncertainty ±U*
35 °C a 250 °C	35 °C	35,2 °C	-0,24 °C	2,0	0,71 °C
	150 °C	146,7 °C	3,32 °C	2,0	0,77 °C
	250 °C	246,9 °C	3,2 °C	2,0	1,0 °C

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

Nota: La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.
Note: *The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

***** FIN TOMA DE DATOS *****
**** END OF DATA COLLECTION ****

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

LABORATORIO DE TEMPERATURA
(Temperature Laboratory)
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
(Calibration Certificate Number)

TRAZABILIDAD METROLOGICA */ METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.

EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN
STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION

PATRÓN UTILIZADO: ***Standard Used:***	PRECISION INFRARED CALIBRATOR	**EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:***	HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER
Modelo: *Model:*	4181	Modelo: *Model:*	RHT20
Numero de Serie: *Serie Number:*	B56286	Numero de Serie: *Serie Number:*	A21114570
Codigo Interno: *Internal code:*	LMCCO-091	Codigo Interno: *Internal code:*	LMCCO-084
Certificado de Calibración: *Calibration certificate:*	TLM-T-3826	Certificado de Calibración: *Calibration certificate:*	TE-9801-25 HR-5401-25
Fecha de calibración: *Date Calibration:*	2025-07-24	Fecha de calibración: *Date Calibration:*	2025-05-02
Fecha de Vencimiento: Due *Date:*	2027-07-24	Fecha de Vencimiento: Due *Date:*	2026-05-02
Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:*	TESLA / ONAC	Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:*	VALMET L&M / ONAC

OBSERVACIONES:
Observations:

1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emisivity of the standard radiator.
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
6. The calibrated points were previously agreed with the client .
7. El diametro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los pixeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente**. Sumincol no se hace responsable de dicha informacion.
(b) Descargo de Responsabilidad: Sumincol no se hace responsable cuando la informacion proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772

LAB-FT-CTE-50-02
2025-07-11

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com



CORPOEMA

Sinergia Energía Solar

Consorcio

Producto 5: Informe Final de Auditoría Energética

Ítem 15 - Dependencias en arriendo de Hacienda Placess Mall

SG-CMA-001-2025

Presentado a:

GOBERNACIÓN DE CÓRDOBA

Fecha:

Diciembre de 2025

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 9
1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN 10
2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN 11
2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes 11
2.2 Áreas útiles 11
3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA 12
3.1 Generalidades de alimentación 12
3.2 Inspección de instalaciones eléctricas 12
3.3 Inventario 13
4. MEDICIONES REALIZADAS 16
4.1 Temperatura y humedad 16
4.2 Cámara termográfica 17
4.3 Iluminancia 18
4.4 Mediciones eléctricas 19
4.5 Curva de carga 25
5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO 29
5.1 Históricos de consumo a partir de facturación 31
5.2 Caracterización del consumo por usos finales 34
5.3 Caracterización de costo de la energía 37
6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA 51
6.1 Metodología 51
6.2 Resultados 52
6.3 Potencial de ahorro energético 53
7. INDICADORES 54
7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM) 54
7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA) 55
7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS) 55
7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS) 56

7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn) 57
8. OPORTUNIDADES DE MEJORA....57
8.1 Buenas prácticas operativas (BPO)....57
8.2 Medidas activas....59
9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE MEDIDAS....60
10. CRONOGRAMA TENTATIVO DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS....63
11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES....64
Bibliografía....65
ANEXOS....67

TABLA DE FIGURAS

Figura 1. Tableros de las dependencias 12
Figura 2. Acceso a tableros eléctricos obstruidos 13
Figura 3. Equipos de aire acondicionado en la entidad 14
Figura 4. Equipos de iluminación de las Dependencias 15
Figura 5. Equipos fuera de servicio 16
Figura 6. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 17
Figura 7. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal de Local 43 17
Figura 8. Luxómetro digital MPT1014 19
Figura 9. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en local 44-49 20
Figura 10. Tensiones de tablero principal del local 44-49 20
Figura 11. Corrientes de tablero principal del local 44-49 21
Figura 12. Energía activa de tablero principal del local 44-49 21
Figura 13. Potencias de tablero principal del local 44-49 22
Figura 14. Factor de potencia de tablero principal del local 44-49 22
Figura 15. Tensiones de tablero principal del local 43 23
Figura 16. Corrientes de tablero principal del local 43 23
Figura 17. Energía activa de tablero principal del local 43 24
Figura 18. Potencias de tablero principal del local 43 24
Figura 19. Factor de potencia de tablero principal del local 43 25
Figura 20. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas 26
Figura 21. Corrientes de tablero principal del Local 44-49 27
Figura 22. Curva de carga de tablero principal del Local 44-49 28
Figura 23. Corrientes de tablero principal del local 43 28
Figura 24. Curva de carga de tablero principal del local 43 29
Figura 25. Registro de datos clave de facturas 30
Figura 26. Consumo histórico de energía activa 31
Figura 27. Consumo histórico de energía activa 32
Figura 28. Consumo histórico de energía activa 33
Figura 29. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de las Dependencias 34
Figura 30. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de las Dependencias 35
Figura 31. Porcentaje de participación de consumo de energía por locales 36
Figura 32. Diagrama de Pareto – consumo de energía por locales 37
Figura 33. Costo de factura histórico 37
Figura 34. Gráfico circular de costos de facturación 38
Figura 35. Costo unitario por kWh de energía 38
Figura 36. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público 40
Figura 37. Costo total de energía activa 41
Figura 38. Costo de factura histórico 42

Figura 39. Gráfico circular de costos de facturación 42
Figura 40. Costo unitario por kWh de energía 43
Figura 41. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público 44
Figura 42. Costo total de energía activa 46
Figura 43. Costo de factura histórico 46
Figura 44. Gráfico circular de costos de facturación 47
Figura 45. Costo unitario por kWh de energía 47
Figura 46. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público 49
Figura 47. Costo total de energía activa 50
Figura 48. Línea Base Energética (LBEn) de las dependencias 53
Figura 49. Consumo de energía eléctrica mensual de las Dependencias 55
Figura 50. Consumo de energía eléctrica mensual de las Dependencias 56
Figura 51. Flujo de caja descontado de la instalación de variador de frecuencia 62

TABLA DE TABLAS

Tabla 1. Información general de las Dependencias en arriendo de Hacienda Placess Mall.....10
Tabla 2. Información de actividades de las Dependencias en arriendo de Hacienda 10
Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación 11
Tabla 4. Áreas de las dependencias.....11
Tabla 5. Inventario de aire acondicionado de las Dependencias 13
Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos de las Dependencias 14
Tabla 7. Inventario de iluminación de las Dependencias 14
Tabla 8. Inventario de refrigeración de las Dependencias 15
Tabla 9. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad 16
Tabla 10. Mediciones de iluminancia 19
Tabla 11. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia del Local 44-49 25
Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia del local 43 26
Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger del Local 44-49 26
Tabla 14. Especificaciones de medición con datalogger del local 43 27
Tabla 15. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura del Local 44-49 27
Tabla 16. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura del local 43 29
Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía activa 31
Tabla 18. Registro de consumo histórico de energía activa 32
Tabla 19. Registro de consumo histórico de energía activa 33
Tabla 20. Participación de consumo de energía por usos finales de las Dependencias 35
Tabla 21. Participación de consumo de energía por locales 36
Tabla 22. Costo unitario por kWh de energía activa.....39
Tabla 23. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público.....39
Tabla 24. Costo facturado por energía activa.....40
Tabla 25. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público.....41
Tabla 26. Costo unitario por kWh de energía activa.....43
Tabla 27. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público.....44
Tabla 28. Costo facturado por energía activa.....45
Tabla 29. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público.....45
Tabla 30. Costo unitario por kWh de energía activa.....48
Tabla 31. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público.....48
Tabla 32. Costo facturado por energía activa.....49
Tabla 33. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público.....50
Tabla 34. Registros para construcción de LBEn de las dependencias 52
Tabla 35. Reporte UPME para potencial de ahorro energético de las dependencias 54
Tabla 36. Variador de frecuencia para implementación de medida 60
Tabla 37. Ahorros energéticos por instalación de variador de frecuencia.....60

Tabla 38. Inversión inicial de Instalación de la instalación de variador de frecuencia 61
Tabla 39. Mantenimiento preventivo de Instalación de la instalación de variador de frecuencia 61
Tabla 40. Información de evaluación económica para la instalación de variador de frecuencia62
Tabla 41. Medidas propuestas para ser implementadas 63
Tabla 42. Hoja de ruta de medidas a implementar 63

RESUMEN

El presente informe corresponde al Producto 5 – Informe Final de Auditoría Energética para las Dependencias en arriendo de Hacienda Placess Mall (Ítem 15), desarrollado por el Consorcio Auditorías Energéticas para la Gobernación de Córdoba. Este trabajo se realiza en cumplimiento del artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 (Ley 2294 de 2023), en concordancia con la Resolución 16 de 2024 de la UPME.

El objetivo de la auditoría fue evaluar el desempeño energético del inmueble, identificar los Usos Significativos de la Energía (USE), diagnosticar las condiciones actuales de sus instalaciones y sistemas, y formular oportunidades de mejora técnica y operativa para optimizar el consumo de energía eléctrica, contribuyendo a la meta de ahorro mínimo del 15% para el año 2026.

La metodología aplicada incluyó una inspección arquitectónica y eléctrica detallada, inventario completo de equipos energéticos, mediciones in situ (temperatura, humedad, iluminancia, parámetros eléctricos y curvas de carga), y un análisis exhaustivo del histórico de consumo y costos de facturación. A partir de estos datos, se construyó una Línea Base Energética (LBEn) utilizando el método de valor absoluto de energía.

Los principales hallazgos indican que el consumo anual de energía eléctrica de las Dependencias se estima en 58.072 kWh. La caracterización por usos finales reveló que el aire acondicionado (74%) y los equipos ofimáticos (18%) son los USE principales. Se identificaron deficiencias en las instalaciones eléctricas que incumplen el RETIE, como el acceso obstruido a tableros eléctricos, lo cual representa un riesgo para la seguridad operativa.

El análisis del potencial de ahorro estima una reducción promedio del 7,4% del consumo anual mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO), equivalente a alcanzar los consumos mínimos históricos registrados. Adicionalmente, se propone la instalación de variadores de frecuencia en los sistemas de aire acondicionado centralizado, medida que demostró ser financieramente viable, con un ahorro energético estimado del 10% del consumo total de las dependencias.

Se presenta un cronograma tentativo para la implementación de las estrategias, priorizando la actualización de las instalaciones eléctricas (por seguridad), la ejecución de un programa de BPO y la instalación de variadores de frecuencia, con un horizonte de ejecución total de 12 meses.

INTRODUCCIÓN

La legislación nacional otorga al Congreso de la República de Colombia la potestad de consolidar un Plan Nacional de Desarrollo (PND), el cual se encuentra vigente para el periodo de 2022 a 2026 bajo la Ley 2294 de 2023. El objetivo de este plan es: *"sentar las bases para que el país se convierta en un líder de la protección de la vida a partir de la construcción de un nuevo contrato social que propicie la superación de injusticias y exclusiones históricas, la no repetición del conflicto, el cambio de nuestro relacionamiento con el ambiente y una transformación productiva sustentada en el conocimiento y en armonía con la naturaleza*" (Congreso de Colombia, 2023).

En el Artículo 237 de dicha Ley, se modifica el Artículo 30 de la Ley 1715 de 2014, estableciendo la obligación para las instituciones gubernamentales y administrativas de ejecutar auditorías energéticas en un plazo máximo de un año después de la entrada en vigencia de esta Ley, debiendo repetir este proceso cada 4 años. Además, estas instituciones deben establecer y cumplir objetivos de ahorro energético, con la meta de alcanzar un ahorro mínimo del 15% en el consumo de energía para el año 2026.

La Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) ha sido designada como la entidad responsable de proporcionar la metodología para determinar el consumo base y el ahorro estimado. Esta metodología fue definida en la Resolución 16 de 2024 de la UPME (UPME, 2024). Además, la legislación exige que las entidades reporten anualmente sus resultados a la UPME y que sigan los lineamientos del Protocolo Internacional de Medición y Verificación del Desempeño (IPMVP, por sus siglas en inglés).

El IPMVP fue desarrollado por la Efficiency Valuation Organization (EVO) como un estándar internacional para el ahorro energético en proyectos. Este protocolo integra diversas normas ISO relacionadas con la gestión y el ahorro de energía. Entre estas normas se encuentra la NTC/ISO 50002 de 2018, titulada "Auditorías Energéticas Requisitos con Orientación para su Uso", la cual es fundamental para el desarrollo de estrategias orientadas a la reducción del consumo energético y la huella de carbono (ICONTEC, 2018).

En este contexto, la Gobernación del Departamento de Córdoba – Secretaría de Gestión Administrativa suscribió un contrato con el Consorcio Auditorías Energéticas, integrado por Corporación EMA y Sinergia Proyectos Sostenibles S.A.S. Dicho contrato tiene por objeto contractual "***Realizar un estudio de auditoria energética para los bienes inmuebles del departamento de córdoba, donde funcionan las distintas dependencias de la gobernación de córdoba***", con el propósito de identificar oportunidades de mejora en el uso de la energía, reducir la demanda energética e evaluar la viabilidad técnica y económica de la implementación de sistemas fotovoltaicos, en cumplimiento de lo dispuesto en el artículo 237 del Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026.

El presente documento constituye el quinto producto - Informe Final de Auditoría Energética, integra la estructura del producto cuatro y complementa con tres capítulos adicionales,

correspondientes a: sección ocho sobre oportunidades de mejora, sección nueve que presenta sus evaluaciones económicas y sección diez con el cronograma de las medidas propuesta.

1. CONDICIONES GENERALES DE LA EDIFICACIÓN

El ítem 15 corresponde a la Dependencias en arriendo de Hacienda Placess Mall la reglamentación y la prestación de los servicios a cargo del departamento de Córdoba. La información general de esta edificación se presenta en la Tabla 1, mientras que su la información de sus actividades se integra en la Tabla 2.

Tabla 1. Información general de las Dependencias en arriendo de Hacienda Placess Mall





Nombre de la institución	Arriendo Dependencias Hacienda Placess Mall
Dirección	Cr 6 # 65-24 (Local 43-44-45-46-47-48-49)
Municipio	Montería
Coordenadas	Latitud: 8,77628° Longitud: -75,86384°
Antigüedad [años]	9
Tipo de tenencia	Arriendo
Limitaciones patrimoniales	No

Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Información de actividades de las Dependencias en arriendo de Hacienda

Servicios	Servicios relacionados con Hacienda
Días de operación	Lunes a viernes
Horarios de operación	08:00 am a 6:00 pm
Cantidad de empleados	65
Nombre de responsable de administración de las Dependencias	Ricardo Fabian Pastrana Muñoz
Cargo	Jefe de Almacén
Medidas de eficiencia implementadas antes de la auditoría	Ninguna

Fuente: Elaboración propia

2. INSPECCIÓN ARQUITECTÓNICA DE LA EDIFICACIÓN

2.1 Evaluación de cubiertas o envolventes

En la Tabla 3 se presentan las características de la edificación dos dependencias:

- Renta departamental: Locales 44-49
- Cobro coactivo: Local 43

Tabla 3. Características arquitectónicas de la edificación

Orientación de la fachada	Suroccidente
Dependencias	2
Número de pisos	1
Altura techos internos [m]	2,5
Área construida aproximada [m²]	220
Inclinación cubierta [°]	---
Envolvente	Material del muro: ladrillo cocido con pañete
	Color de muros: blanco
	Estado de las paredes: buenas
Ventanas	Material del marco: Metal
	Tipo de vidrio: vidrio flotado
	Estado: buenas

Fuente: Adaptado de Google Earth

2.2 Áreas útiles

El espacio destinado a las actividades de ascienda constituye una pequeña área de 220 m2 dentro de dos locales ubicadas al interior de un Centro Comercial. Donde se encuentran subáreas como las mencionadas en la Tabla 4.

Tabla 4. Áreas de las dependencias

Área	Área total [m²]	Fuente
Atención al cliente-Recepción	44	Estimación
Atención Contribuyente	16,5	Estimación
Banco	9,36	Estimación
Fiscalización	17,25	Estimación
Oficina cobro coactivo	39,92	Estimación
Oficina director	15	Estimación
PQR y consumo	48	Estimación
Sistemas	6,5	Estimación
Thomas Greg And Son	6,5	Estimación

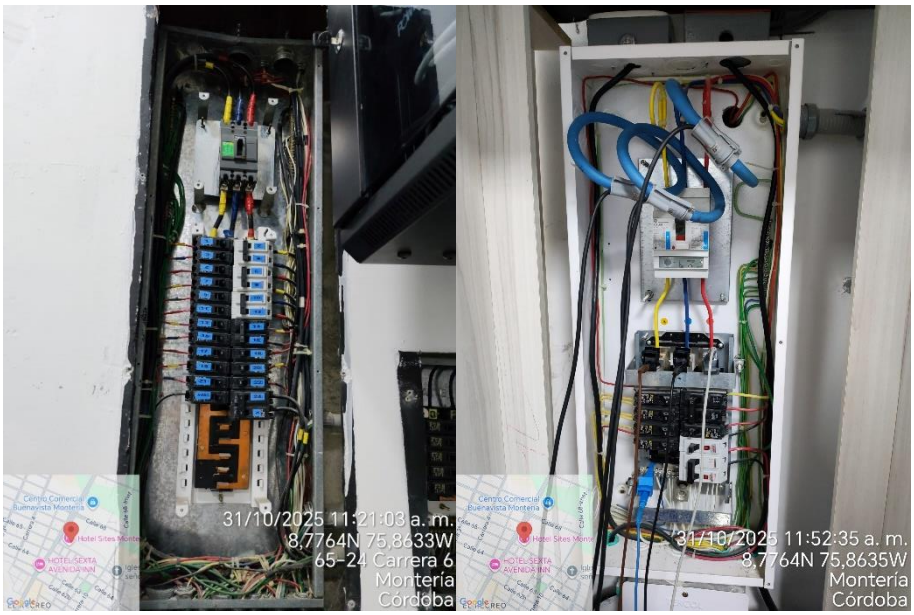
Fuente: Elaboración propia

3. INSPECCIÓN ELÉCTRICA

3.1 Generalidades de alimentación

Las Dependencias se conectan al sistema de distribución de Afinia a través de un transformador de 1.000 kVA propiedad del operador, desde donde la acometida llega a dos tableros que se encuentran en el interior del Centro Comercial (ver Figura 1).

Figura 1. Tableros de las dependencias



Fuente: Elaboración propia

3.2 Inspección de instalaciones eléctricas

Durante la auditoría se realizó el recorrido de las instalaciones de las Dependencias, donde se encontraron que las instalaciones requieren la intervención y actualización de las mismas, dado que incumplen diversos requisitos del Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas (RETIE), a continuación, se cita la sección y requisito del RETIE que se está incumpliendo.

Dependencias Hacienda Placess Mall

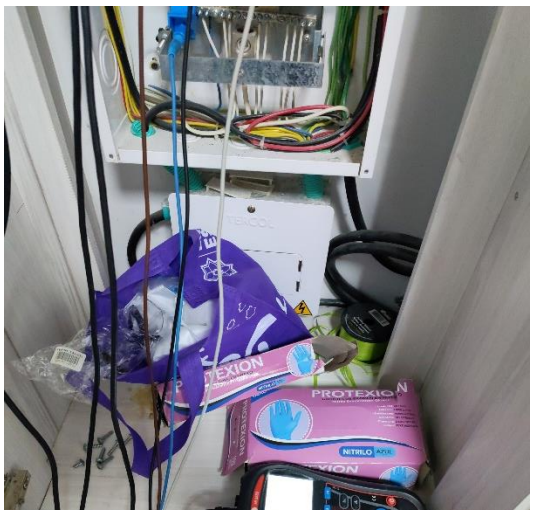
Acceso a tableros eléctricos obstruido

Requisito normativo (RETIE): "El tablero debe ser fácilmente accesible, es decir que no se requiera de elementos adicionales ni retirar obstáculos para poder acceder a él, [...] (Título 16. Trabajos con tensión o con sistemas o redes energizadas/ Artículo 3.17.8. Celdas y tableros/ literal r)

"El espacio de trabajo y las salidas de las puertas de cuartos eléctricos y bóvedas debe permanecer libre de otros equipos y obstáculos" (Título 16. Espacios para montaje de equipos y distancias mínimas de seguridad, para operación y mantenimiento de infraestructura eléctrica / literal h)

Implicación: Se evidenció que el tablero dos presenta elementos que impiden su fácil acceso. Esta condición representa un riesgo para la operación segura, mantenimiento y actuación en caso de emergencia, al impedir el acceso inmediato al tablero y no cumplir con las distancias mínimas de trabajo establecidas por el RETIE.

Figura 2. Acceso a tableros eléctricos obstruidos



Fuente: Elaboración propia

3.3 Inventario

El inventario recopilado de equipos en funcionamiento en la visita técnica permitió encontrar los siguientes equipos (para ver inventario completo remitirse al Anexo 1).

Los equipos de aire acondicionado se sintetizan en la Tabla 5 (ver Figura 3).

Tabla 5. Inventario de aire acondicionado de las Dependencias

Equipo	Capacidad térmica [BTU/h]	Suma de potencias[W]	Cantidad
Aire central Split		12.800	3
Minisplit	12.000	1.100	1

Fuente: Elaboración propia

Figura 3. Equipos de aire acondicionado en la entidad



Fuente: Elaboración propia

Los equipos ofimáticos se sintetizan en la Tabla 6.

Tabla 6. Inventario de equipos ofimáticos de las Dependencias

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Computador	1.100	36
Escáner	250	1
Impresora	600	2
Impresora	700	2
Impresora códigos	50	1
Impresora estampas	250	1
Impresora fotocopiadora	450	1
Portátil	60	1
Rack de comunicaciones	350	3

Fuente: Elaboración propia

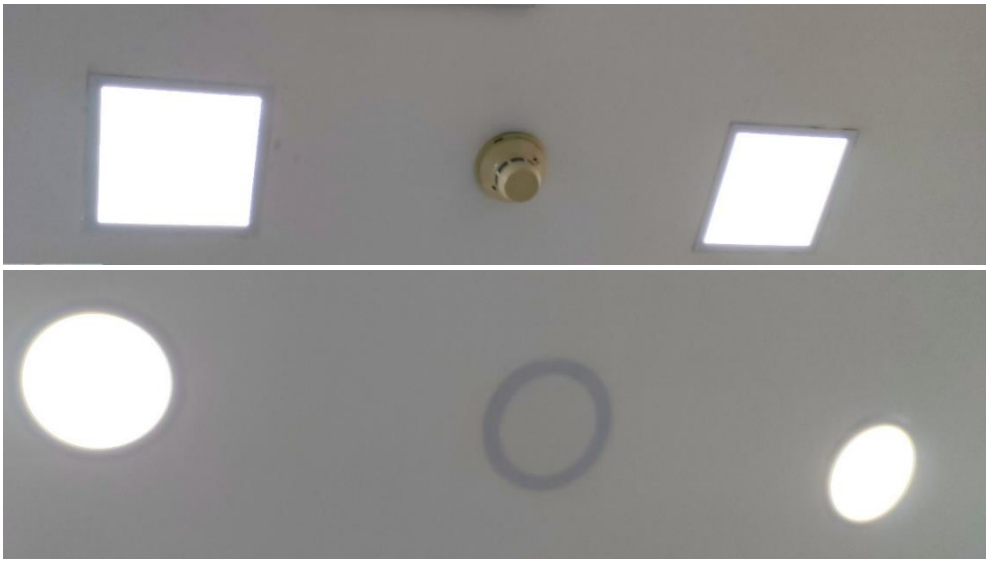
Los equipos de iluminación se sintetizan en la Tabla 7 (ver Figura 4).

Tabla 7. Inventario de iluminación de las Dependencias

Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Lámpara led cuadrada	15	2
Lámpara Led cuadrada 50 x50	344	42
Lámpara Led redonda	15	3

Fuente: Elaboración propia

Figura 4. Equipos de iluminación de las Dependencias



Fuente: Elaboración propia

Los equipos de refrigeración se sintetizan en la Tabla 8.

Tabla 8. Inventario de refrigeración de las Dependencias

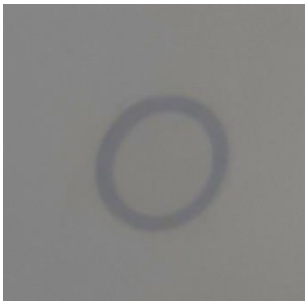
Equipo	Suma de potencias[W]	Cantidad
Dispensador de agua	240	2

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, se evidenciaron equipos fuera de servicio o en mal estado (ver Figura 5):

- Un **televisor de 40”** en la recepción
- **Luminarias** en la oficina de cobro coactivo

Figura 5. Equipos fuera de servicio



Fuente: Elaboración propia

4. MEDICIONES REALIZADAS

En esta sección se presentan los principales resultados de las mediciones realizadas en las edificaciones, cuyos datos se pueden revisar con mayor detalle en el Anexo 1.

4.1 Temperatura y humedad

La medición de la temperatura y la humedad relativa es fundamental para diagnosticar condiciones de confort térmico y, a su vez, inciden directamente en el consumo energético. Evaluar la temperatura permite verificar el correcto funcionamiento de los sistemas de climatización y detectar posibles sobre-enfriamientos o sobre-calefacciones que generan gastos innecesarios. Por su parte, el control de la humedad relativa es crucial para asegurar que los niveles se mantengan dentro del rango óptimo, ya que valores excesivos no solo afectan la percepción de bienestar.

Para verificar estas dos variables en las dependencias, se utilizó el medidor de temperatura y humedad VTA - 84663 (ver Figura 6). Donde se registraron mediciones en diferentes momentos. Los resultados se registraron en la Tabla 9.

Tabla 9. Resultados de medición con medidor de temperatura y humedad

Medición	Hora	Temperatura	Humedad relativa
1	10:52 am	25	81%
2	11:49 am	24	70%

Fuente: Elaboración propia

Figura 6. Medidor de temperatura y humedad VTA - 84663



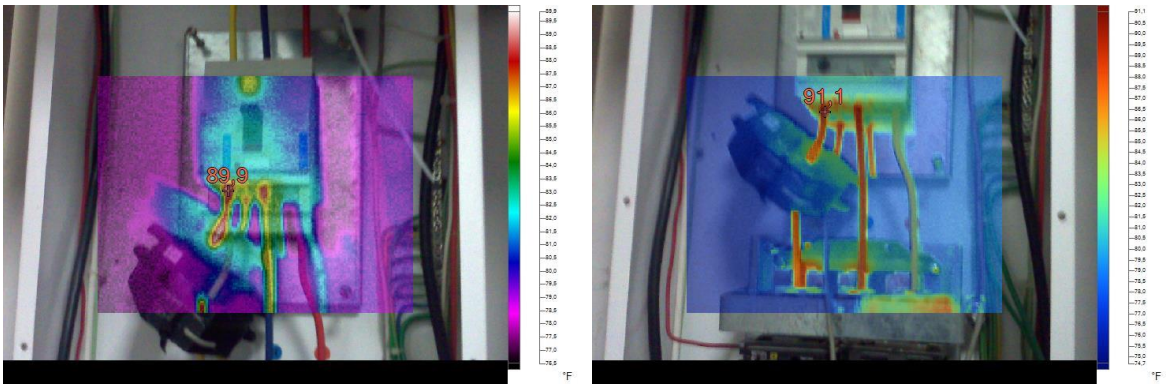
Fuente: Elaboración propia

4.2 Cámara termográfica

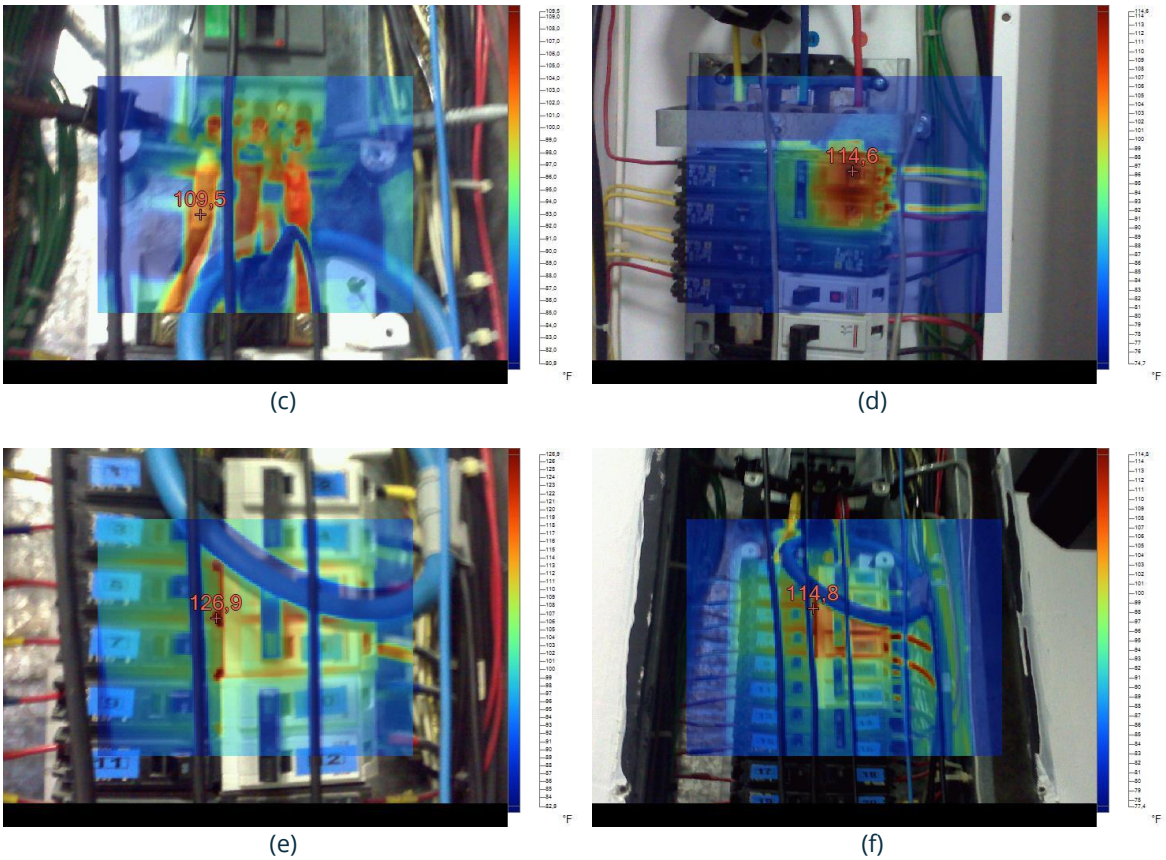
Las mediciones realizadas con la cámara termográfica Fluke Ti10 permitieron evaluar puntos calientes en los tableros eléctricos principales, cuyas imágenes se presentan en la en la Figura 7. Al comparar estas temperaturas con la temperatura promedio ambiental de 24 °C (según la Tabla 9), se obtiene un diferencial máximo de 28,7°C, correspondiente a la Figura 7(e) con 52,7°C (126,9 °F).

Por lo tanto, el diferencial entre componentes del tablero y el ambiente (1 °C a 10 °C), se encuentran dentro de la norma internacional ANSI/NETA ATS-2025, clasificado como “deficiencia”. Por ello, se sugiere reparar tan pronto como sea posible.

Figura 7. Temperatura (°F) del tablero eléctrico principal de Local 43



(a) (b)



(c) (d)

(e) (f)

Fuente: Elaboración propia

4.3 Iluminancia

Según el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público (RETILAP), la iluminancia se define como la "densidad de área del flujo luminoso incidente en un punto de una superficie" (RETILAP, 2024). Este parámetro sirve como indicador de la cantidad de luz disponible sobre una superficie determinada, y es fundamental para garantizar condiciones visuales adecuadas en los espacios de trabajo o estudio.

Durante el recorrido por las instalaciones de las Dependencias, se realizaron mediciones de iluminancia (luxómetro digital MPT1014). En cada uno de ellos se tomaron varias mediciones en distintos puntos, a una altura de 0,8 m sobre el nivel del piso y con las luces encendidas. Los resultados obtenidos se resumen en la Tabla 10.

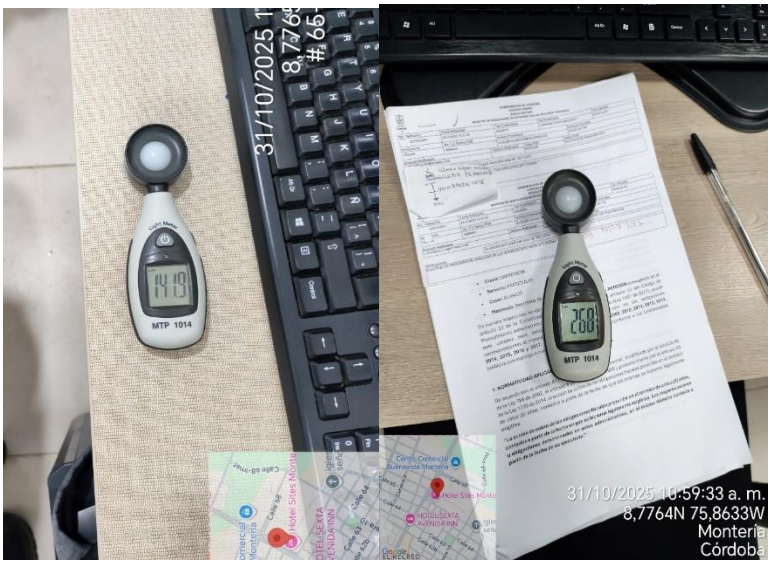
Tabla 10. Mediciones de iluminancia

Área	Número de mediciones	Iluminancia promedio [lx]	Especificación de iluminancia [lx]	Cumplimiento
Oficina de ingeniería	10	193	500	No cumple
Segunda oficina	7	121	500	No cumple

Fuente: Elaboración propia

En todos los casos se evidenció un incumplimiento de los niveles mínimos exigidos por la normativa. De acuerdo con la Tabla 3.2.2.6 a del RETILAP, las oficinas destinadas a escritura, mecanografía, lectura, procesamiento de datos deben contar con una iluminancia mínima de 500 lux (lx), según la referencia Ref. 26,2. Para ello, se recomienda realizar una revisión de las instalaciones de iluminación en cumplimiento con el RETILAP y ajustar las no conformidades.

Figura 8. Luxómetro digital MPT1014



Fuente: Elaboración propia

4.4 Mediciones eléctricas

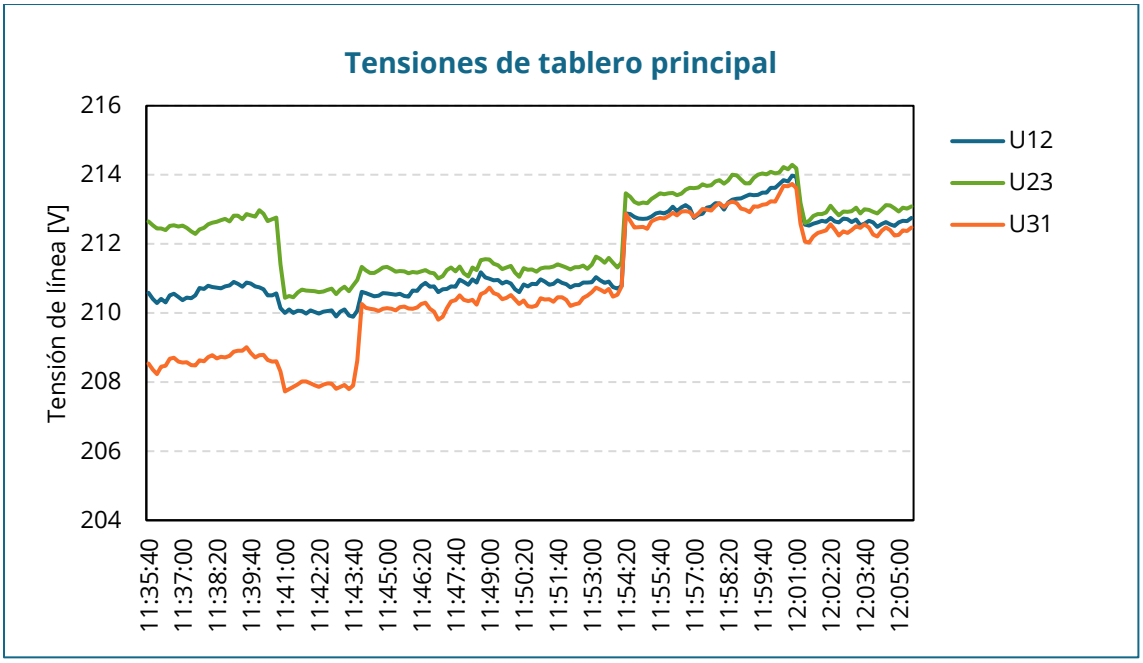
Las mediciones eléctricas del local 44-49 fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de las Dependencias y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia (NIC: 7840103 y NIC: 7840108).

Figura 9. Instalación de equipo Metrel MI 2883 en local 44-49



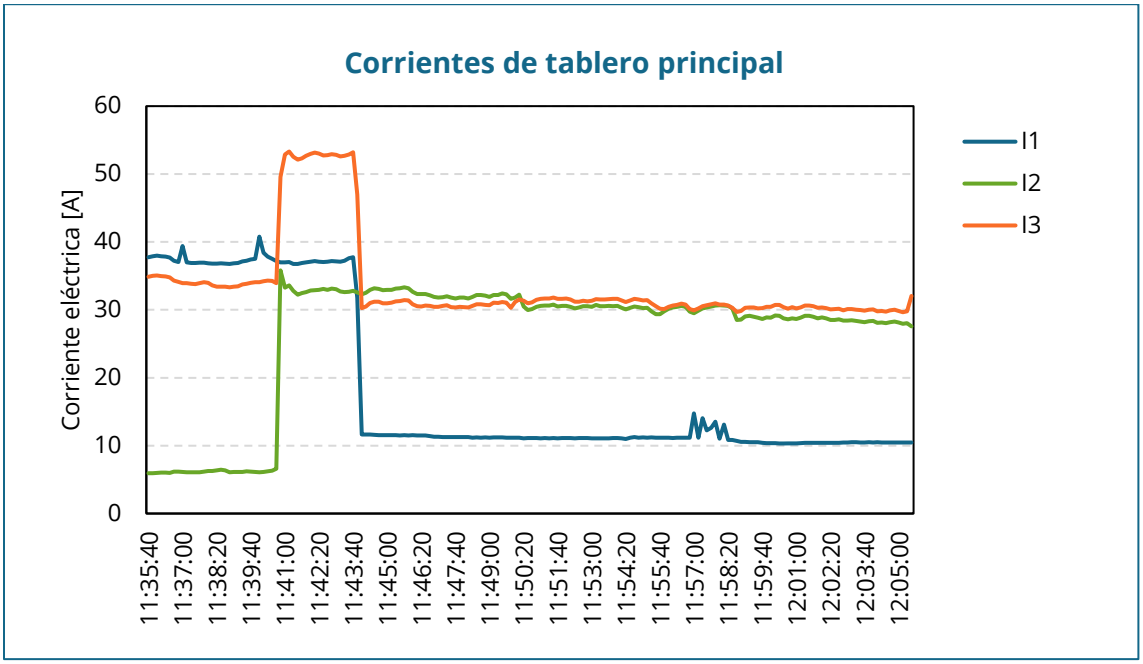
Fuente: Elaboración propia

Figura 10. Tensiones de tablero principal del local 44-49



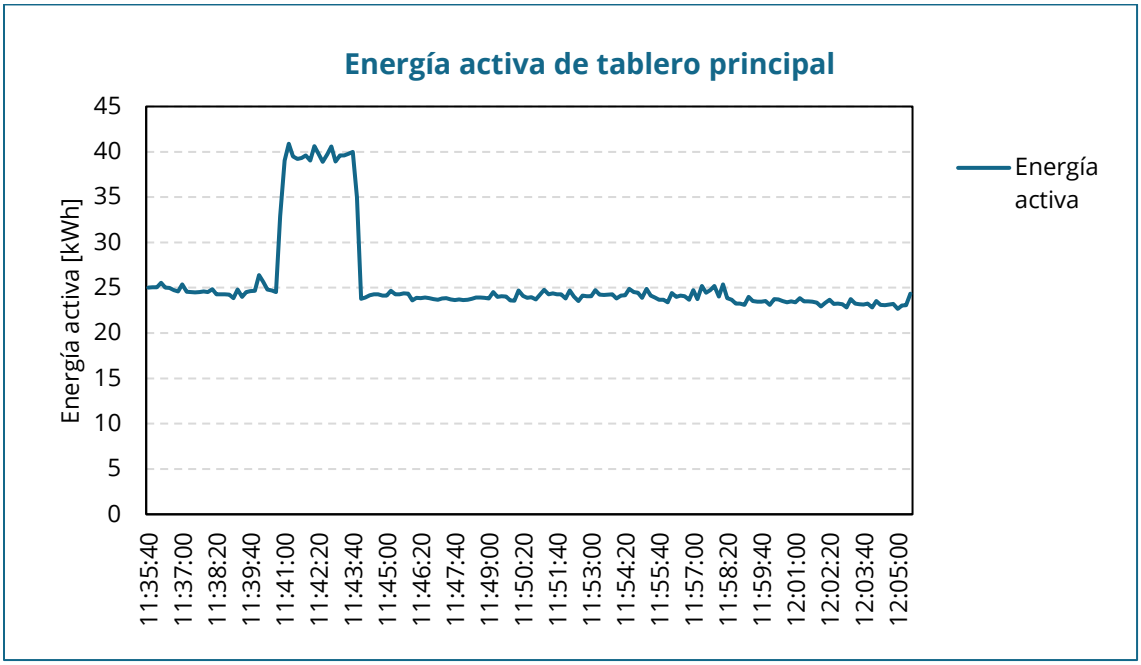
Fuente: Elaboración propia

Figura 11. Corrientes de tablero principal del local 44-49



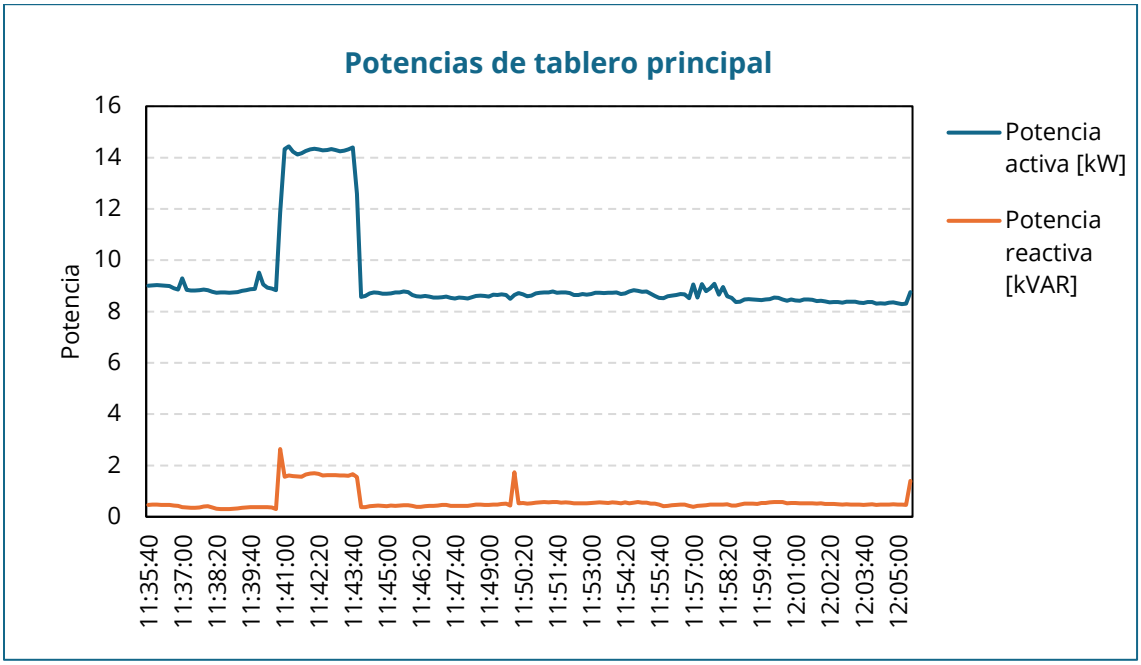
Fuente: Elaboración propia

Figura 12. Energía activa de tablero principal del local 44-49



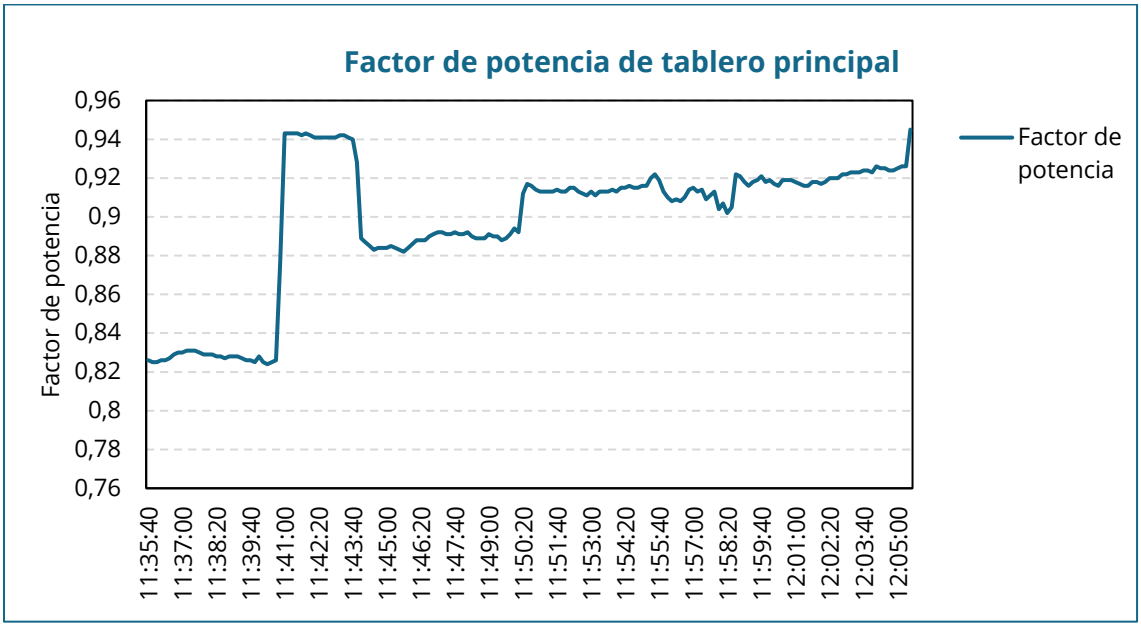
Fuente: Elaboración propia

Figura 13. Potencias de tablero principal del local 44-49



Fuente: Elaboración propia

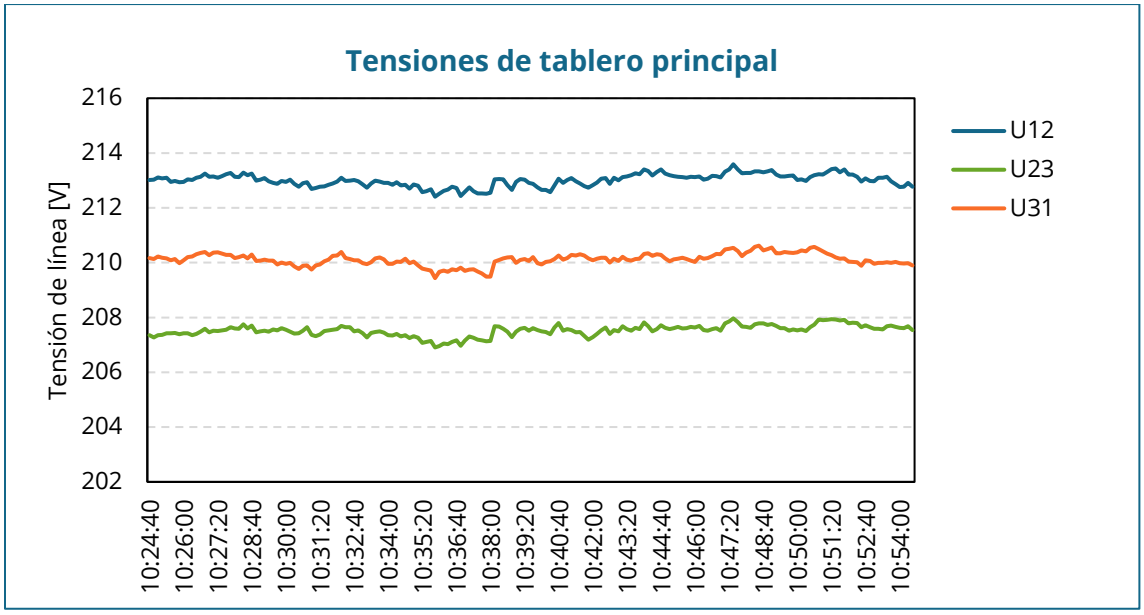
Figura 14. Factor de potencia de tablero principal del local 44-49



Fuente: Elaboración propia

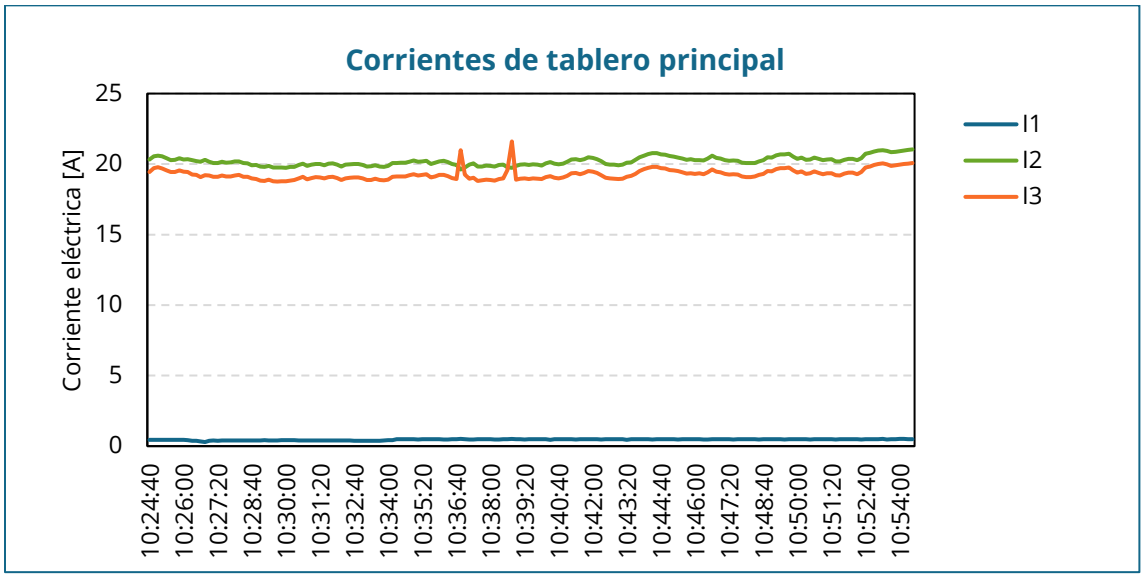
Las mediciones eléctricas del local 43 fueron realizadas con el analizador de red Metrel MI 2883, donde se midió el tablero principal de las Dependencias y se obtuvieron curvas de tensión, corriente, energía activa, potencias y factor de potencia (NIC: 7840101).

Figura 15. Tensiones de tablero principal del local 43



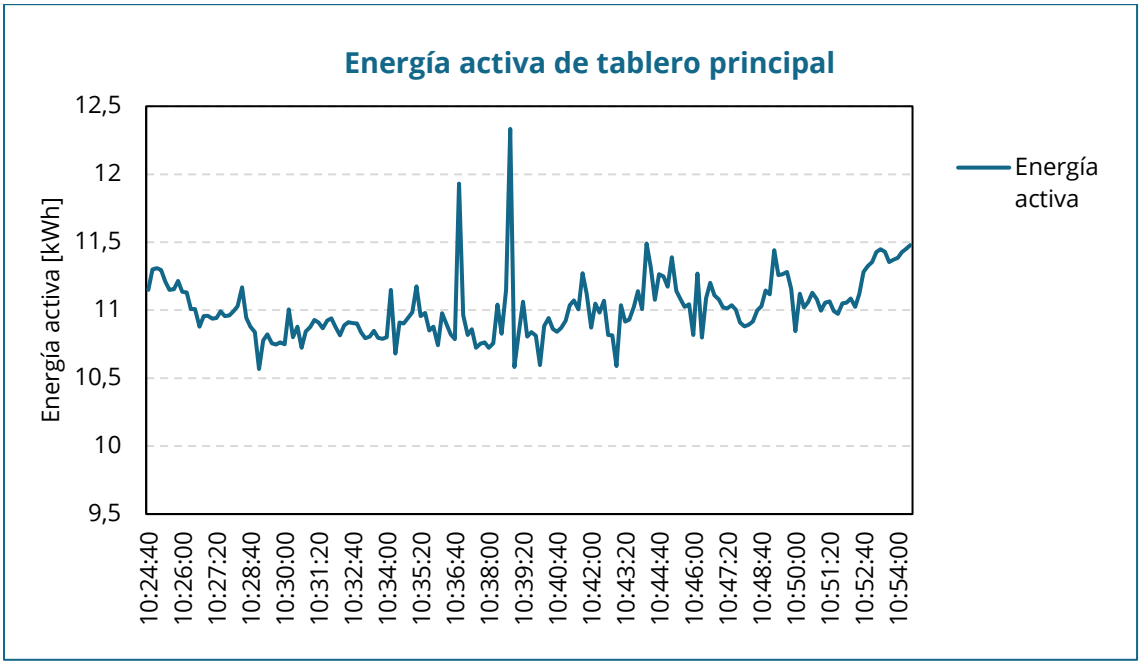
Fuente: Elaboración propia

Figura 16. Corrientes de tablero principal del local 43



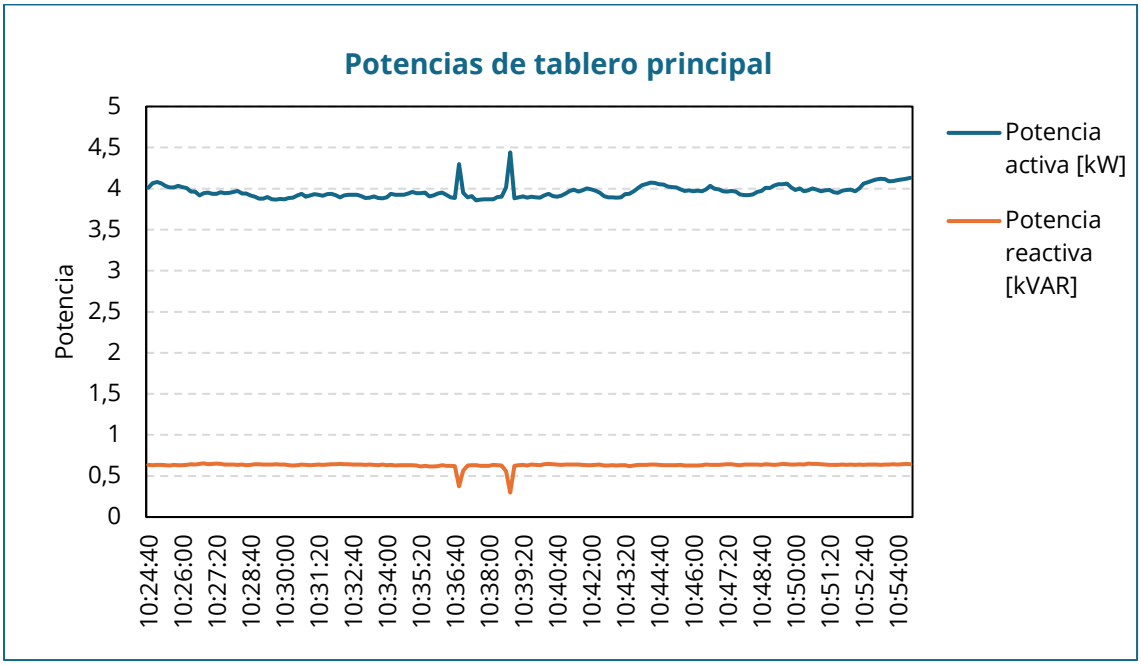
Fuente: Elaboración propia

Figura 17. Energía activa de tablero principal del local 43



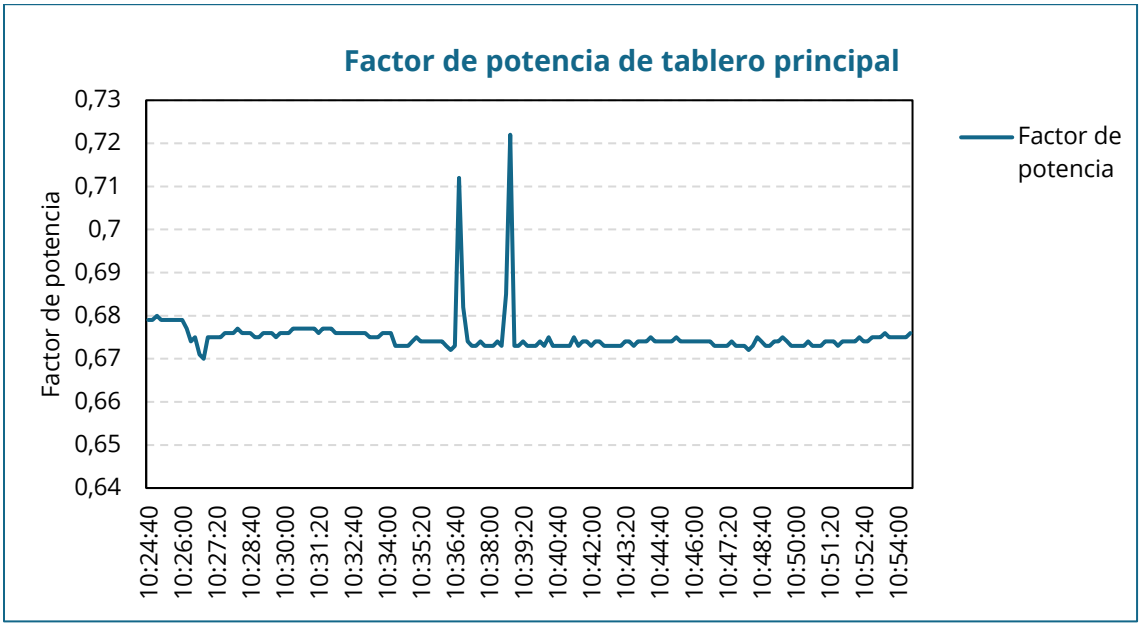
Fuente: Elaboración propia

Figura 18. Potencias de tablero principal del local 43



Fuente: Elaboración propia

Figura 19. Factor de potencia de tablero principal del local 43



Fuente: Elaboración propia

Con base en las mediciones obtenidas, se evidencia en la Figura 14 y la Figura 19 que el factor de potencia de los locales se encuentra por debajo de los límites establecidos por la normativa colombiana (0,9 – 1). Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía que permita identificar las causas de esta desviación e implementar las correcciones necesarias para garantizar el cumplimiento del reglamento y la protección de los equipos.

4.5 Curva de carga

Las curvas de carga corresponden al perfil de potencia activa de las entidades. Dichas curvas se elaboraron considerando como valores constantes el promedio de las tensiones de línea y el factor de potencia, medidos con el analizador de red (ver Sección 4.4). En la Tabla 11 y la Tabla 12 se consignan estos valores con su correspondiente desviación estándar.

Tabla 11. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia del Local 44-49

Variable	Promedio	Desviación estándar
U12	211,50	0,57%
U23	212,26	0,52%
U31	210,71	0,86%
Factor de potencia	0,898	3,97%

Fuente: Elaboración propia

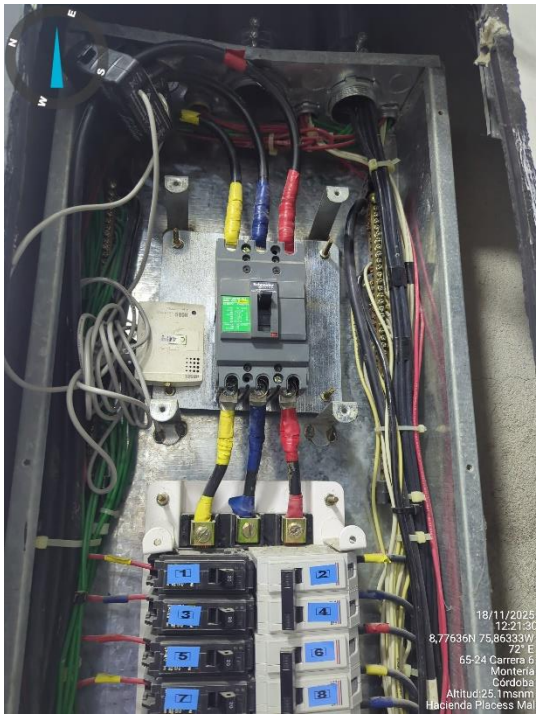
Tabla 12. Promedio de tensiones de línea y factor de potencia del local 43

Variable	Promedio	Desviación estándar
U12	213,01	0,11%
U23	207,52	0,10%
U31	210,12	0,11%
Factor de potencia	0,675	0,72%

Fuente: Elaboración propia

La medición de corriente en el tablero principal se llevó a cabo con un datalogger, que actuó como registrador de datos, y pinzas amperimétricas. Este procedimiento se realizó de acuerdo con las especificaciones de medición de la Tabla 13 y la Tabla 14.

Figura 20. Instalación de datalogger y pinzas amperimétricas



Fuente: Elaboración propia

Tabla 13. Especificaciones de medición con datalogger del Local 44-49

Fecha de inicio	18 de noviembre de 2025
Feche final	19 de noviembre de 2025
Días de medición	1,09
Frecuencia de muestreo [s]	60

Fuente: Elaboración propia

Tabla 14. Especificaciones de medición con datalogger del local 43

Fecha de inicio	18 de noviembre de 2025
Feche final	19 de noviembre de 2025
Días de medición	1,15
Frecuencia de muestreo [s]	60

Fuente: Elaboración propia

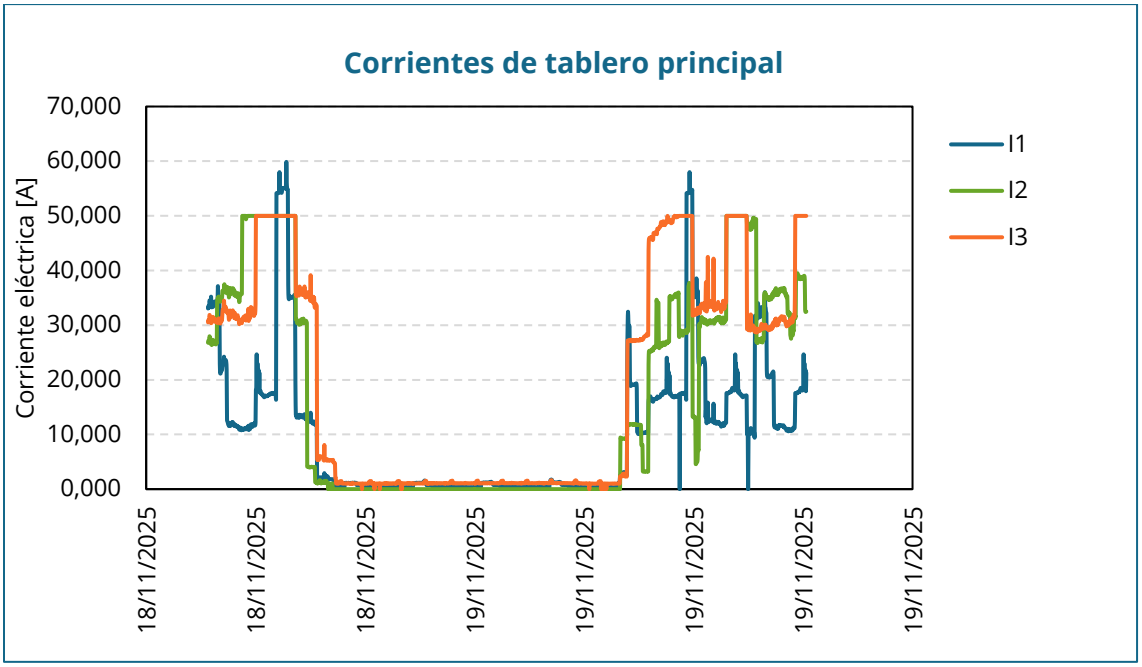
A partir de las variables de tensión, corriente y factor de potencia, se generaron las curvas de corriente y de carga mostradas en la Figura 21 y la Figura 22 del tablero del local 44-49, así como la Figura 23 y la Figura 24 del local 43. Utilizando la curva de carga, se interpoló el consumo mensual para compararlo con el dato de la última factura de energía (octubre de 2025). El resultado de esta comparación es la diferencia relativa consignada en la Tabla 15 y la Tabla 16.

Tabla 15. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura del Local 44-49

Energía medida [kWh]	132
Energía interpolada [kWh]	3.630
Energía facturada [kWh]	3.854
Diferencia relativa [%]	5,8%

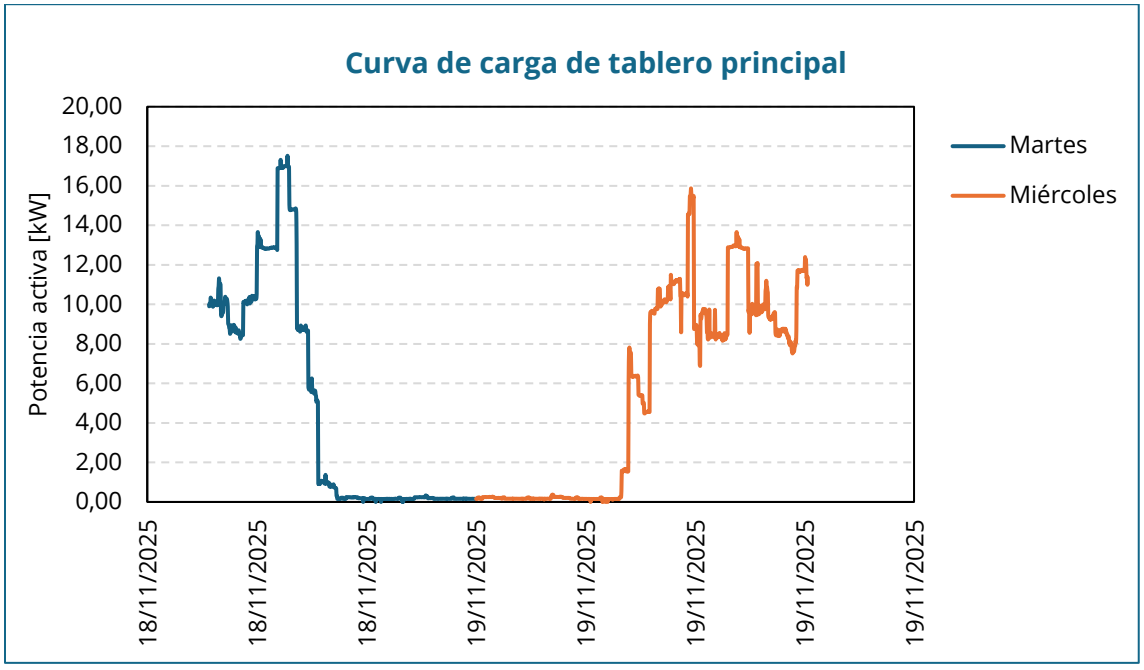
Fuente: Elaboración propia

Figura 21. Corrientes de tablero principal del Local 44-49



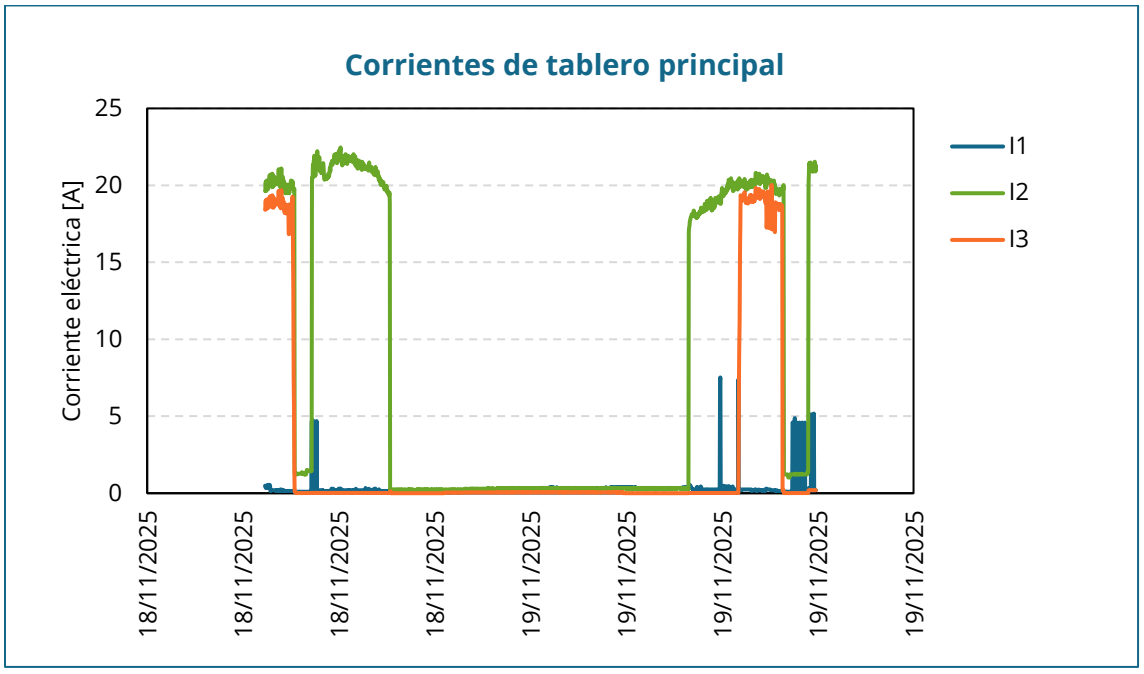
Fuente: Elaboración propia

Figura 22. Curva de carga de tablero principal del Local 44-49



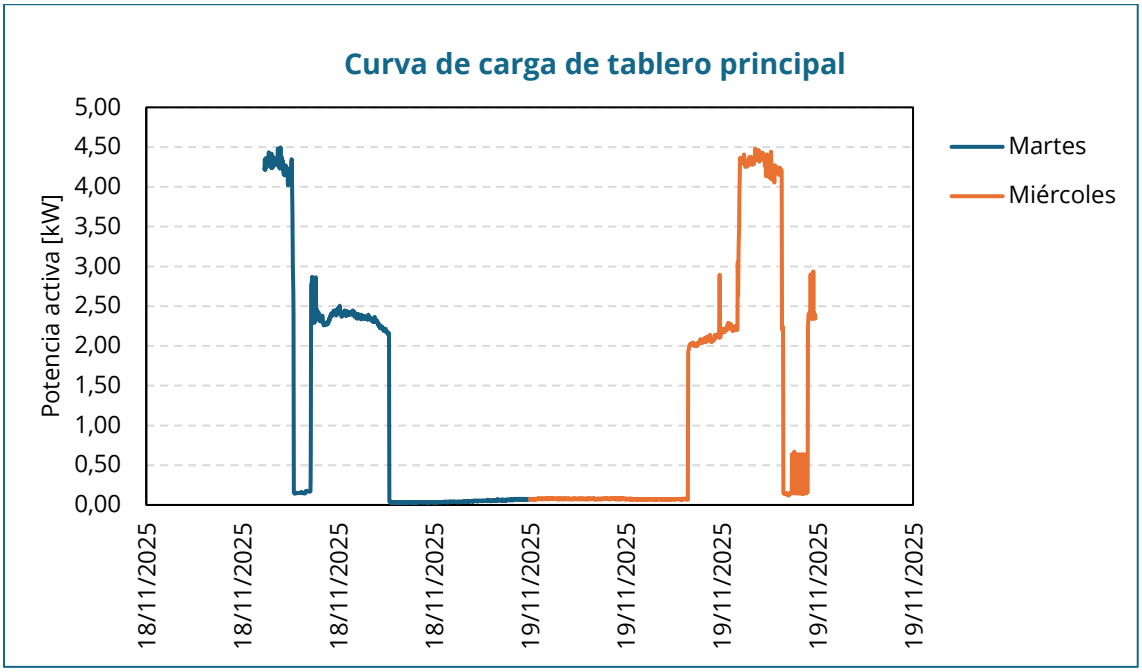
Fuente: Elaboración propia

Figura 23. Corrientes de tablero principal del local 43



Fuente: Elaboración propia

Figura 24. Curva de carga de tablero principal del local 43



Fuente: Elaboración propia

Tabla 16. Resultados de energía y diferencia relativa entre interpolación y factura del local 43

Energía medida [kWh]	33
Energía interpolada [kWh]	849
Energía facturada [kWh]	783
Diferencia relativa [%]	8,4%

Fuente: Elaboración propia

5. ANÁLISIS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO

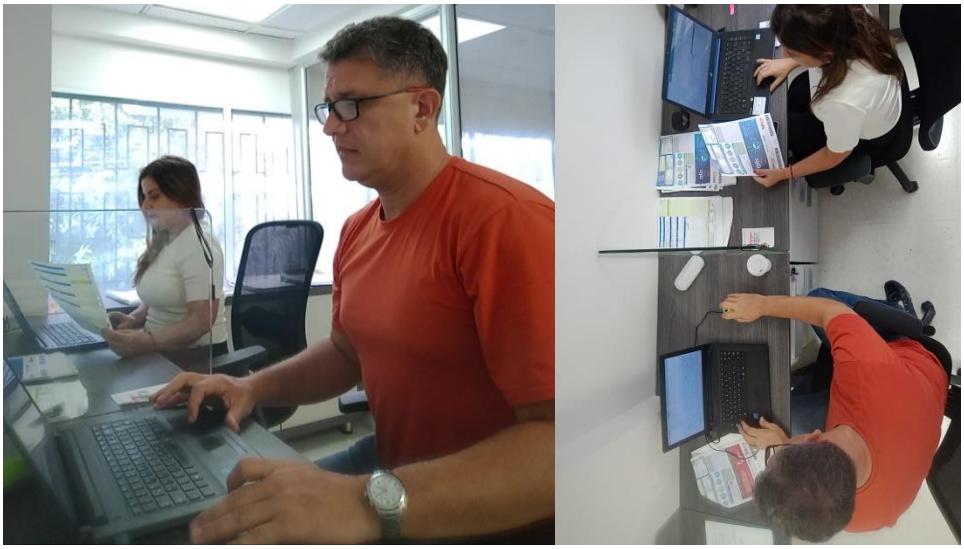
El único energético consumido en las edificaciones objeto del contrato es la energía eléctrica, suministrada por Afinia del Grupo EPM. En cumplimiento de lo acordado, la Gobernación hizo entrega de las facturas físicas al Consorcio, quien procedió a registrar las variables clave necesarias para realizar el análisis de consumo y costos de facturación (ver Figura 25)

Dicho servicio de energía se factura mensualmente junto con otros conceptos, los cuales se detallan a continuación:

- **Energía eléctrica:** El costo de la energía depende del consumo medido y del precio unitario establecido en el mercado eléctrico.

- **Aseo:** Este servicio es prestado por Urbaser Colombia S.A. E.S.P. y se factura de manera conjunta, aunque no guarda relación con el consumo energético. La tarifa cubre actividades como recolección de residuos, barrido y limpieza de vías, corte de césped, poda de árboles, instalación de cestas públicas, y los costos de transporte y disposición final de residuos.
- **Impuesto de alumbrado público**: Este cargo está directamente ligado al consumo de energía y corresponde al 14% del valor de la energía activa, calculado antes de la aplicación de cualquier recargo por mora.
- **Tasa de seguridad y convivencia ciudadana**: Aunque se factura junto con los servicios públicos, este concepto no tiene relación con la energía. Los recursos recaudados se destinan a inversiones en seguridad para el departamento (Ley 1421, 2010). Sin embargo, conforme a la (Ley 6, 1992), las entidades públicas de la nación están exentas de este pago, por lo que su valor es consistente $0 COP en todas las facturas.
- **Costo Total:** Representa la sumatoria de todos los conceptos anteriores: energía eléctrica (con sus componentes), aseo e impuesto de alumbrado público.

Figura 25. Registro de datos clave de facturas



Fuente: Elaboración propia

Observación General:

Es importante mencionar que los cobros descritos pueden verse incrementados por **intereses de mora** en caso de retraso en el pago, o por costos asociados a acuerdos de pago. Para evitar estos sobrecostos, se recomienda efectuar el pago de las facturas dentro de los plazos establecidos por el Operador de Red (OR).

Para el análisis específico del consumo individual de energía activa presentado, se han considerado exclusivamente los cargos base, excluyendo cualquier recargo adicional por mora, acuerdos de pago o servicios eléctricos complementarios.

5.1 Históricos de consumo a partir de facturación

Dependencias Hacienda Placess Mall - NIC: 7840103 - Medidor: 1315013659

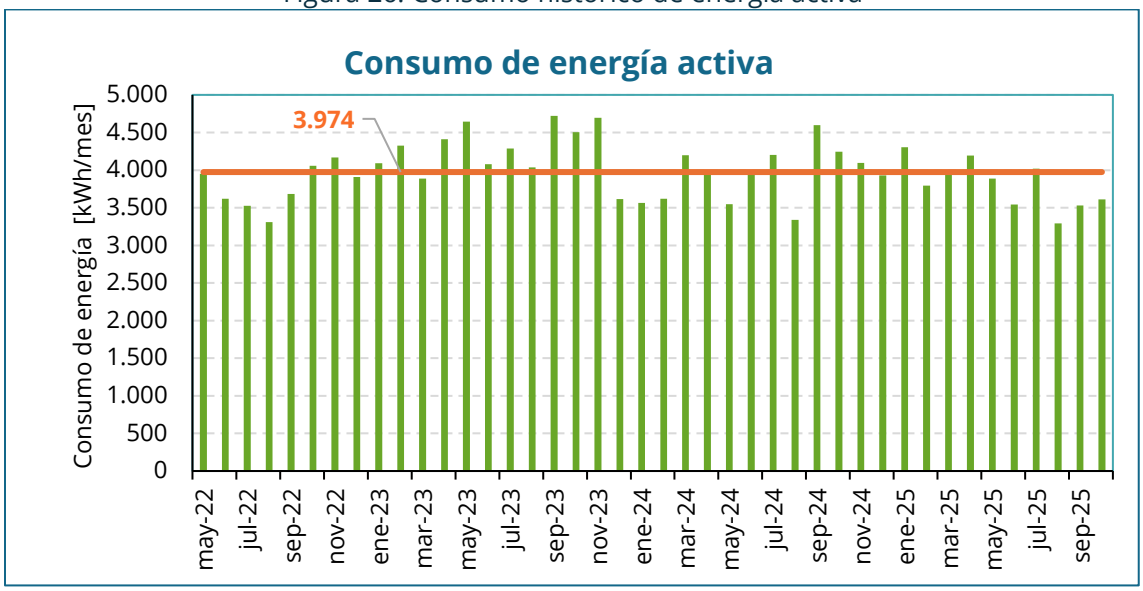
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 17, con el cual se construyó la Figura 26. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 17. Registro de consumo histórico de energía activa

Mes	Consumo de energía activa [kWh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	4.092	3.566	4.306
Febrero	Sin información	4.326	3.620	3.792
Marzo	Sin información	3.889	4.197	3.947
Abril	Sin información	4.411	3.973	4.192
Mayo	3.952	4.645	3.549	3.886
Junio	3.620	4.081	3.964	3.543
Julio	3.524	4.289	4.201	4.020
Agosto	3.311	4.038	3.339	3.294
Septiembre	3.682	4.721	4.597	3.531
Octubre	4.058	4.504	4.245	3.611
Noviembre	4.168	4.694	4.096	
Diciembre	3.908	3.614	3.931	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 26. Consumo histórico de energía activa



Fuente: Elaboración propia

Dependencias Hacienda Placess Mall - NIC: 7840108 - Medidor: 1315013651

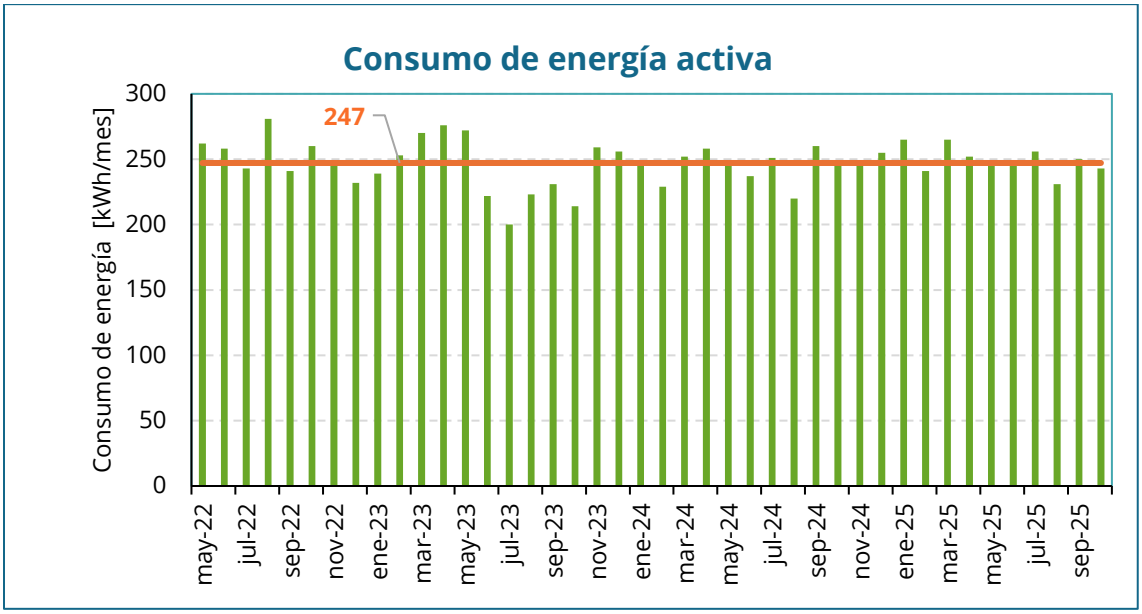
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 18, con el cual se construyó la Figura 27. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 18. Registro de consumo histórico de energía activa

Mes	Consumo de energía activa [kWh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	239	248	265
Febrero	Sin información	253	229	241
Marzo	Sin información	270	252	265
Abril	Sin información	276	258	252
Mayo	262	272	245	245
Junio	258	222	237	245
Julio	243	200	251	256
Agosto	281	223	220	231
Septiembre	241	231	260	250
Octubre	260	214	246	243
Noviembre	248	259	246	
Diciembre	232	256	255	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 27. Consumo histórico de energía activa



Fuente: Elaboración propia

Dependencias Hacienda Placess Mall - NIC: 7840101 - Medidor: 1315013625

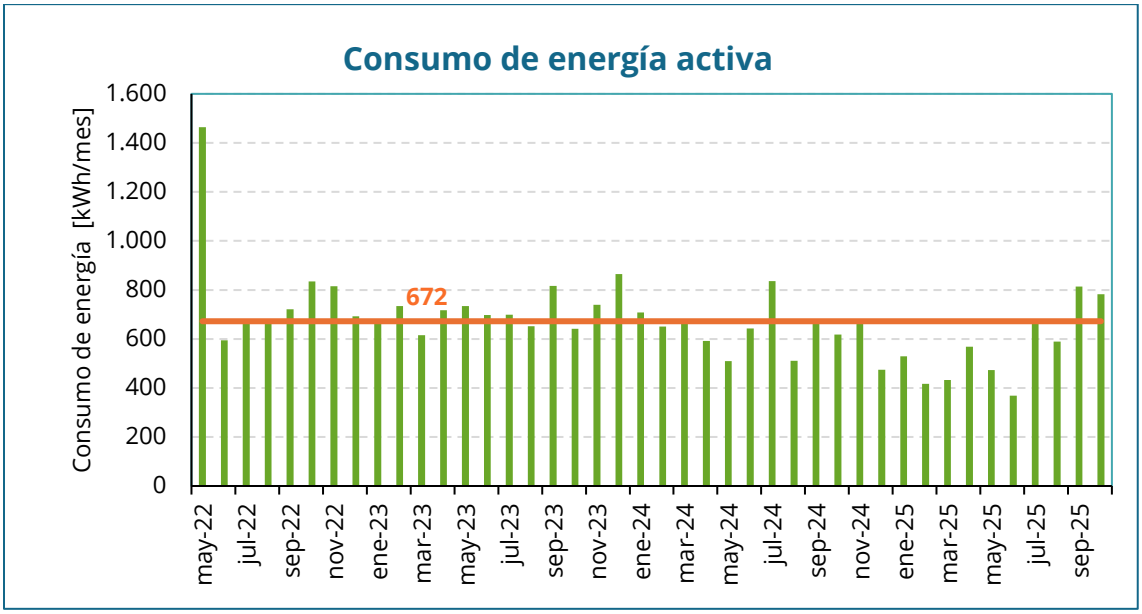
El histórico de energía activa se presenta en la Tabla 19, con el cual se construyó la Figura 28. Cabe aclarar que algunos valores del histórico sin información se presentan como cero en el gráfico.

Tabla 19. Registro de consumo histórico de energía activa

Mes	Consumo de energía activa [kWh/mes]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	669	708	529
Febrero	Sin información	734	651	417
Marzo	Sin información	615	671	433
Abril	Sin información	717	592	568
Mayo	1.464	734	509	473
Junio	594	697	643	368
Julio	669	699	836	671
Agosto	661	652	511	589
Septiembre	721	817	671	814
Octubre	835	642	618	783
Noviembre	815	740	674	
Diciembre	693	865	475	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 28. Consumo histórico de energía activa



Fuente: Elaboración propia

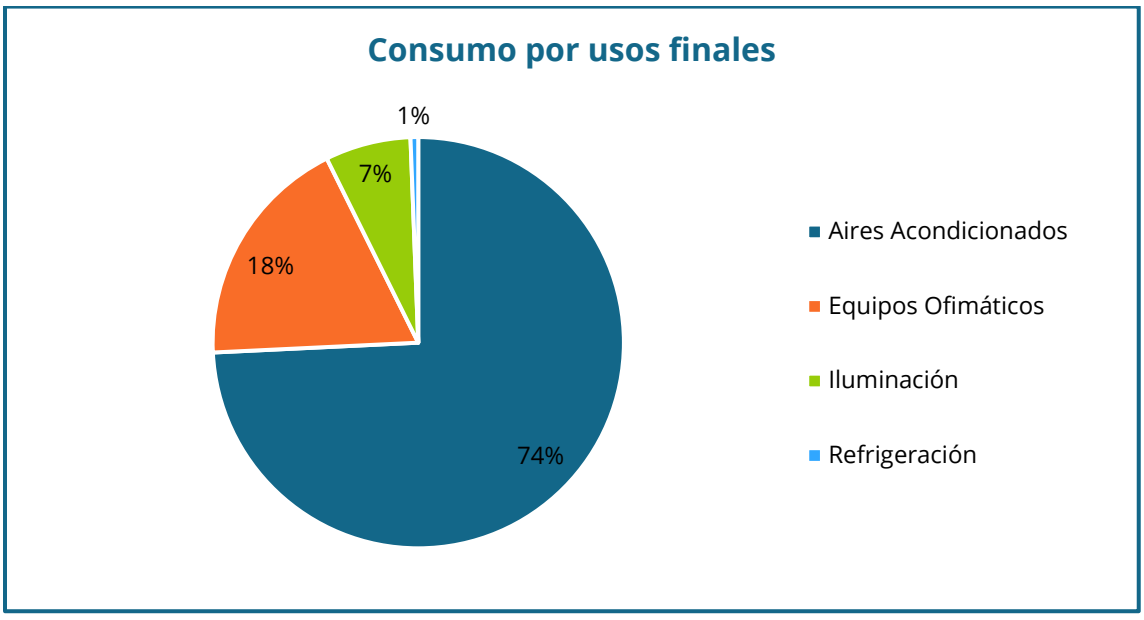
5.2 Caracterización del consumo por usos finales

Con base en el inventario de equipos recolectado durante la visita técnica descrita en la Sección 3.3, se estimó el consumo energético de las diferentes categorías de equipos presentes en las instalaciones. Para ello, se agruparon los equipos en categorías de uso final.

Cabe mencionar que esta estimación presenta una diferencia relativa del 6,7% en comparación con el consumo promedio de las facturas de energía (ver Sección 5.1, ver Tabla *17*, Tabla *18*, Tabla *19*), específicamente en los meses con plena actividad y ocupación completa. Esta diferencia se considera aceptable para fines de dimensionamiento energético preliminar.

A partir de los cálculos realizados, se construyeron gráficas que permiten visualizar la participación porcentual del consumo energético por uso final. Esta información es fundamental para identificar los Usos Significativos de la Energía (USE) y establecer prioridades de intervención. Por ello, la participación de consumo por usos finales se sintetiza en la Tabla 20, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 29 y el diagrama de Pareto en la Figura 30.

Figura 29. Porcentaje de participación de consumo de energía por usos finales de las Dependencias



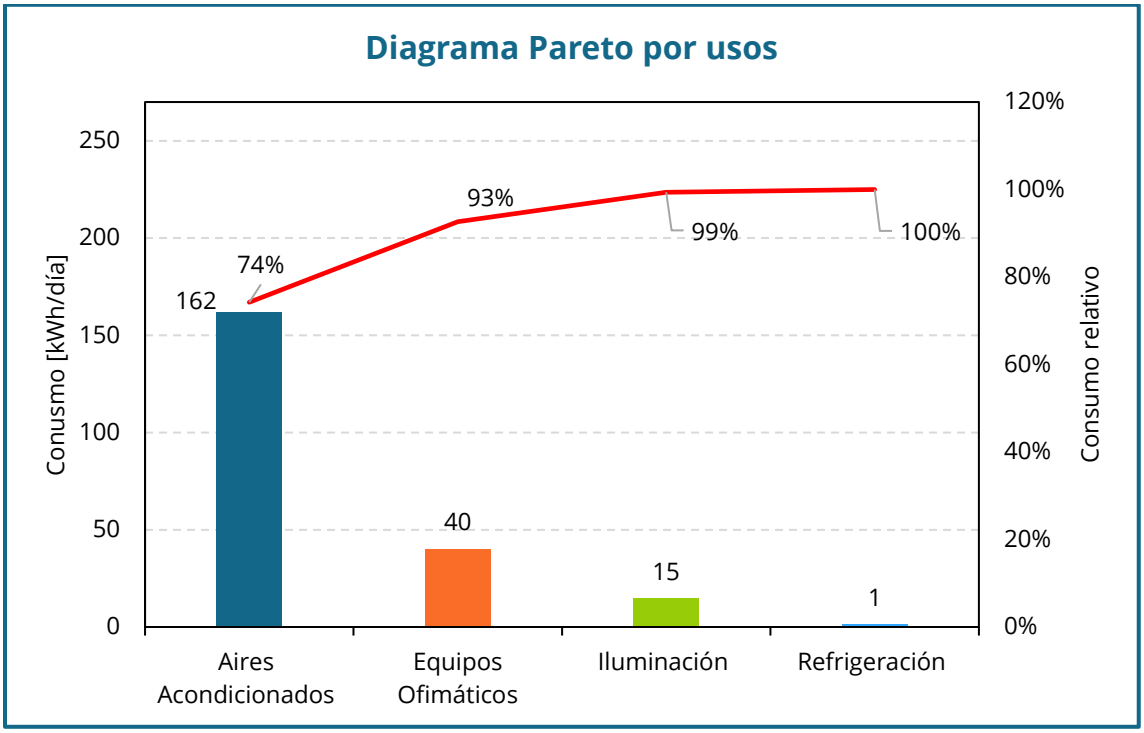
Fuente: Elaboración propia

Tabla 20. Participación de consumo de energía por usos finales de las Dependencias

Uso	Consumo [kWh/día]	Participación
Aires Acondicionados	161,6	74%
Equipos Ofimáticos	40,1	18%
Iluminación	14,656	7%
Refrigeración	1,32	1%
Total	**218**	**100%**

Fuente: Elaboración propia

Figura 30. Diagrama de Pareto – consumo de energía por usos finales de las Dependencias



Fuente: Elaboración propia

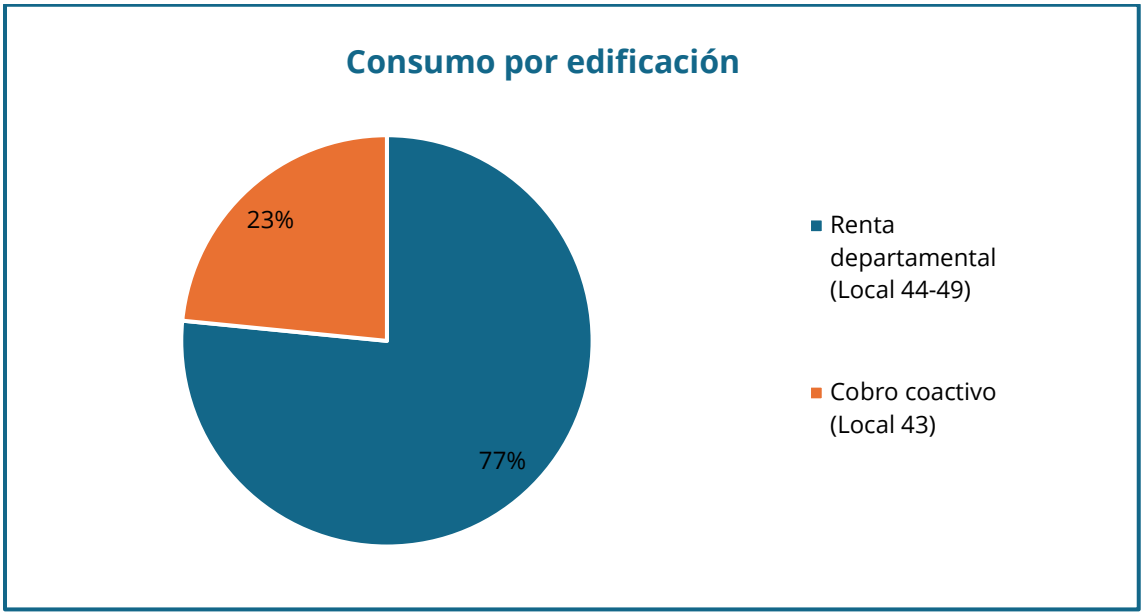
La participación de consumo por locales se sintetiza en la Tabla 21, cuya representación porcentual se encuentra en la Figura 31 y el diagrama de Pareto en la Figura 32.

Tabla 21. Participación de consumo de energía por locales

Área	Consumo [kWh/día]	Participación
Renta departamental (Local 44-49)	166,67	77%
Cobro coactivo (Local 43)	51,006	23%
Total	**218**	**100%**

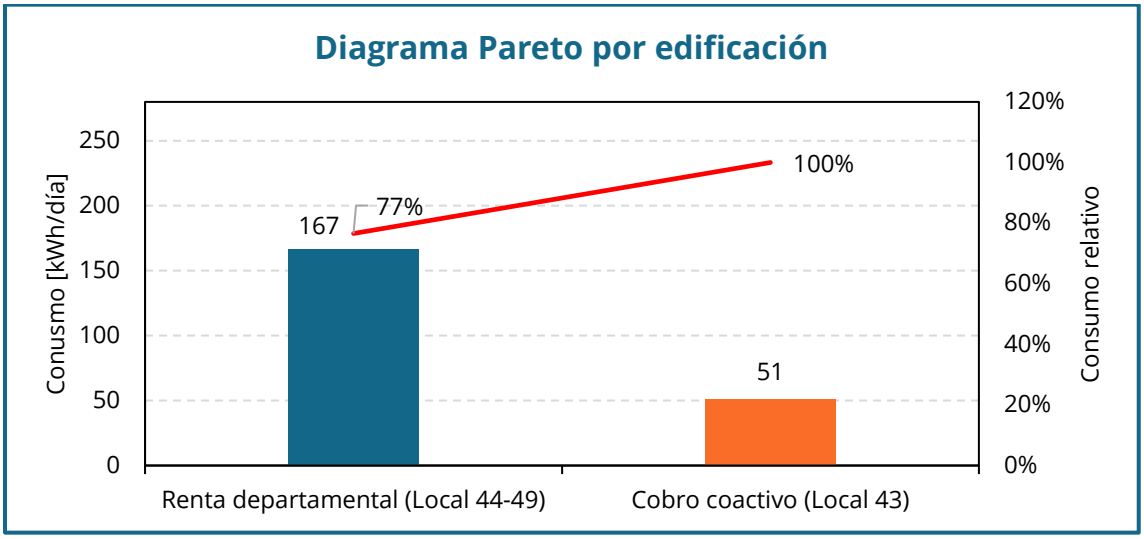
Fuente: Elaboración propia

Figura 31. Porcentaje de participación de consumo de energía por locales



Fuente: Elaboración propia

Figura 32. Diagrama de Pareto – consumo de energía por locales



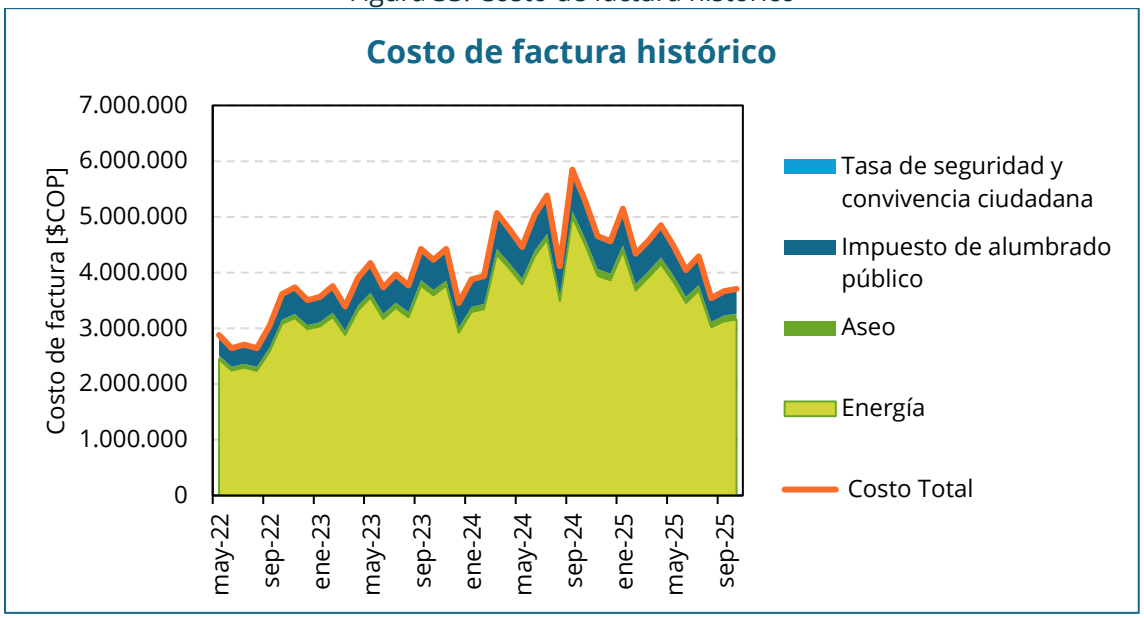
Fuente: Elaboración propia

5.3 Caracterización de costo de la energía

Dependencias Hacienda Placess Mall - NIC: 7840103 - Medidor: 1315013659

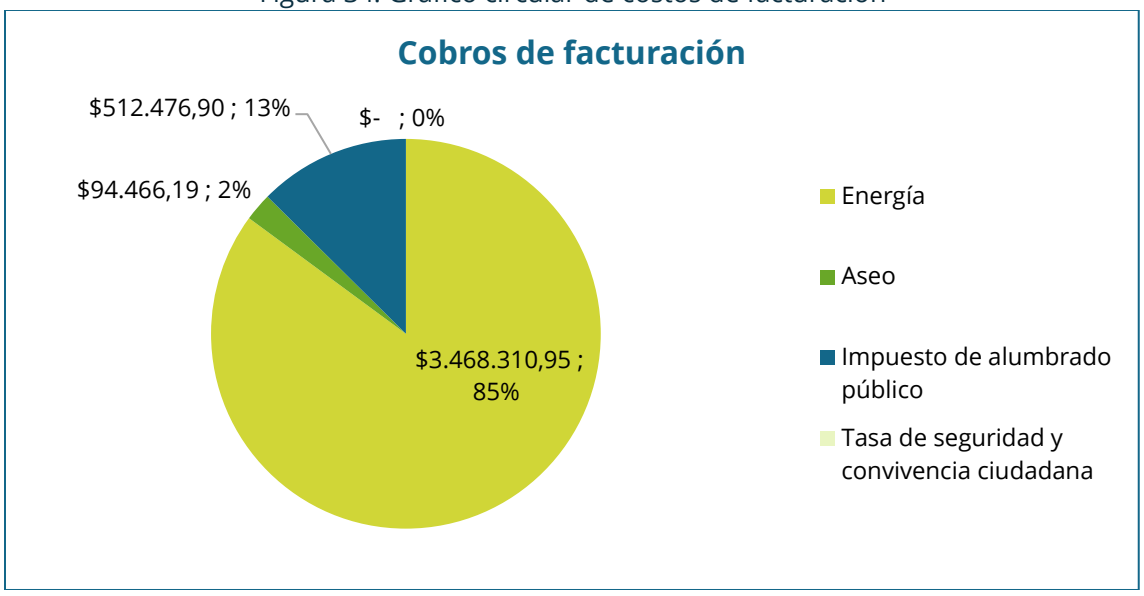
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 33 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 34.

Figura 33. Costo de factura histórico



Fuente: Elaboración propia

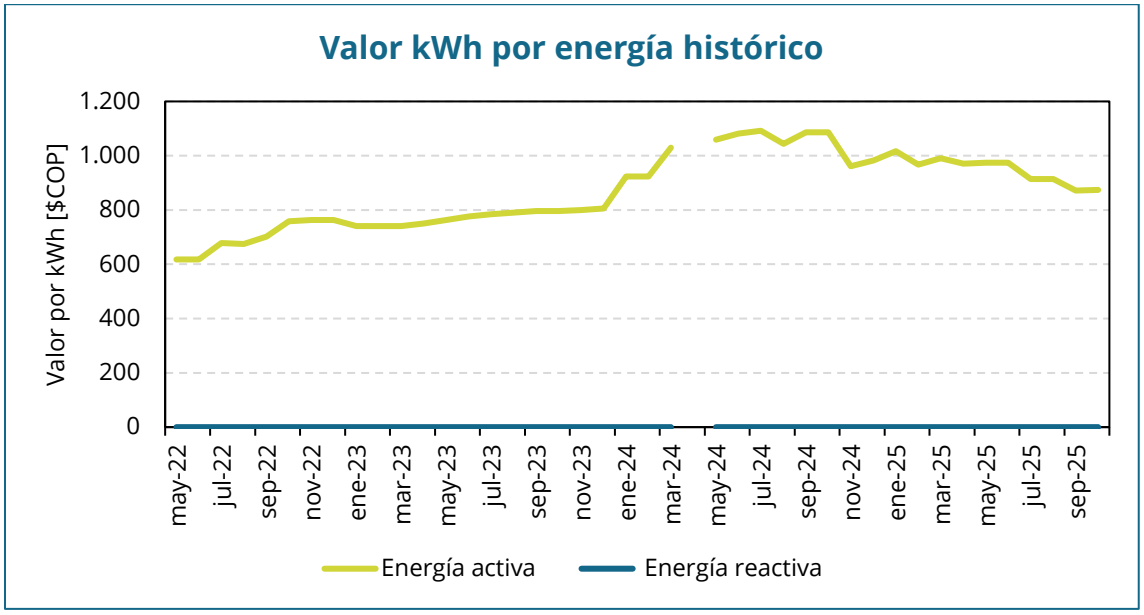
Figura 34. Gráfico circular de costos de facturación



Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa se representa en la Figura 35 (ver registros en la Tabla 22).

Figura 35. Costo unitario por kWh de energía



Fuente: Elaboración propia

Tabla 22. Costo unitario por kWh de energía activa

Mes	Valor promedio facturado por kWh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	741	923	1.017
Febrero	Sin información	741	923	967
Marzo	Sin información	741	1.030	990
Abril	Sin información	750	Sin información	971
Mayo	618	763	1.059	974
Junio	618	776	1.082	974
Julio	679	784	1.092	914
Agosto	675	790	1.044	914
Septiembre	702	796	1.086	872
Octubre	759	796	1.086	874
Noviembre	763	800	962	
Diciembre	763	806	982	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

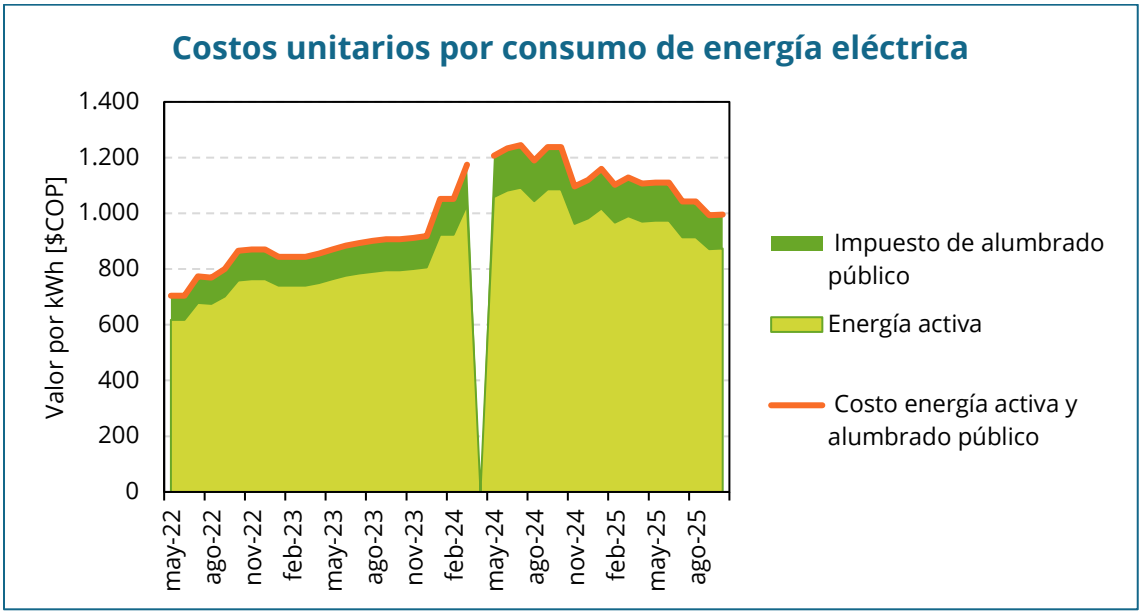
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 36 (ver registros en la Tabla 23). El promedio de este valor es de $989,68 COP.

Tabla 23. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	844	1.052	1.160
Febrero	Sin información	844	1.052	1.103
Marzo	Sin información	844	1.174	1.129
Abril	Sin información	855	Sin información	1.107
Mayo	704	870	1.207	1.110
Junio	704	885	1.233	1.110
Julio	774	894	1.245	1.042
Agosto	769	901	1.190	1.042
Septiembre	800	907	1.238	994
Octubre	865	907	1.238	996
Noviembre	870	912	1.096	
Diciembre	870	918	1.120	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 36. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 37. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 24 y la Tabla 25, para energía activa, reactiva, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 24. Costo facturado por energía activa

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	3.030.290	3.291.668	4.380.321
Febrero	Sin información	3.203.576	3.341.513	3.667.925
Marzo	Sin información	2.879.960	4.323.246	3.908.437
Abril	Sin información	3.307.721	Sin información	4.069.258
Mayo	2.441.585	3.545.110	3.757.468	3.783.720
Junio	2.236.472	3.166.366	4.287.304	3.449.748
Julio	2.292.505	3.362.705	4.587.660	3.675.888
Agosto	2.233.965	3.190.666	3.485.883	3.012.034
Septiembre	2.583.659	3.757.869	4.991.147	3.077.937
Octubre	3.079.576	3.585.139	4.608.966	3.154.895
Noviembre	3.182.017	3.755.106	3.939.533	
Diciembre	2.983.523	2.911.330	3.861.068	

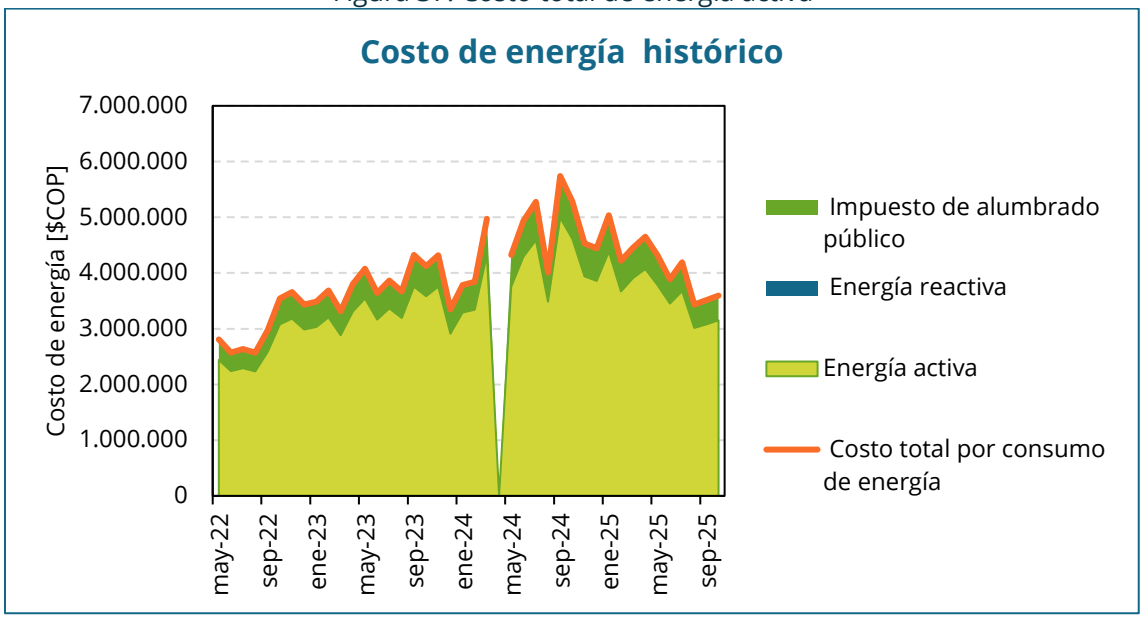
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 25. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	3.485.290	3.785.418	5.037.371
Febrero	Sin información	3.684.596	3.843.133	4.220.445
Marzo	Sin información	3.311.950	4.971.736	4.455.617
Abril	Sin información	3.803.901	Sin información	4.651.348
Mayo	2.808.105	4.077.430	4.325.798	4.319.580
Junio	2.572.652	3.641.316	4.930.414	3.887.758
Julio	2.636.385	3.867.115	5.276.960	4.190.508
Agosto	2.569.565	3.670.426	4.008.763	3.433.804
Septiembre	2.971.509	4.322.879	5.739.837	3.515.907
Octubre	3.541.966	4.124.469	5.284.016	3.596.575
Noviembre	3.659.327	4.318.396	4.530.463	
Diciembre	3.431.053	3.348.060	4.445.878	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 37. Costo total de energía activa

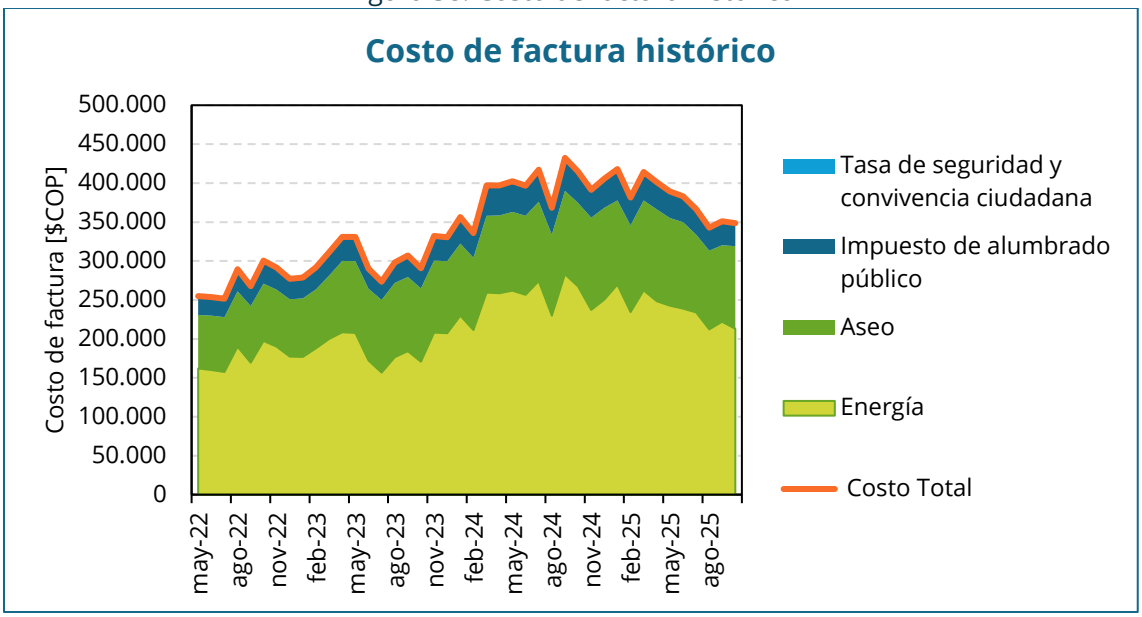


Fuente: Elaboración propia

Dependencias Hacienda Placess Mall - NIC: 7840108 - Medidor: 1315013651

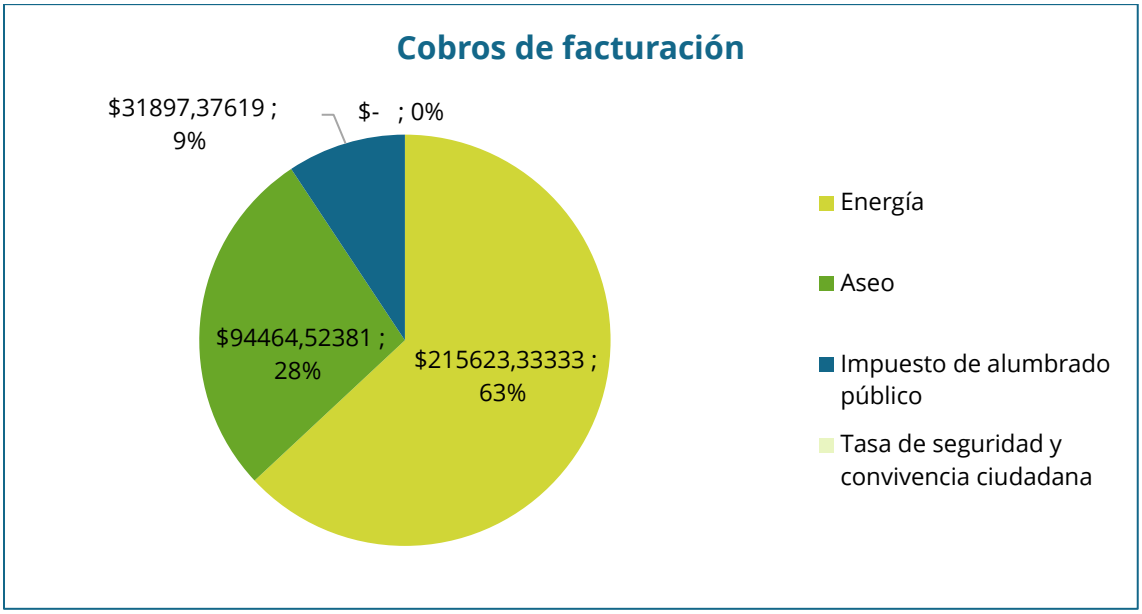
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 38 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 39.

Figura 38. Costo de factura histórico



Fuente: Elaboración propia

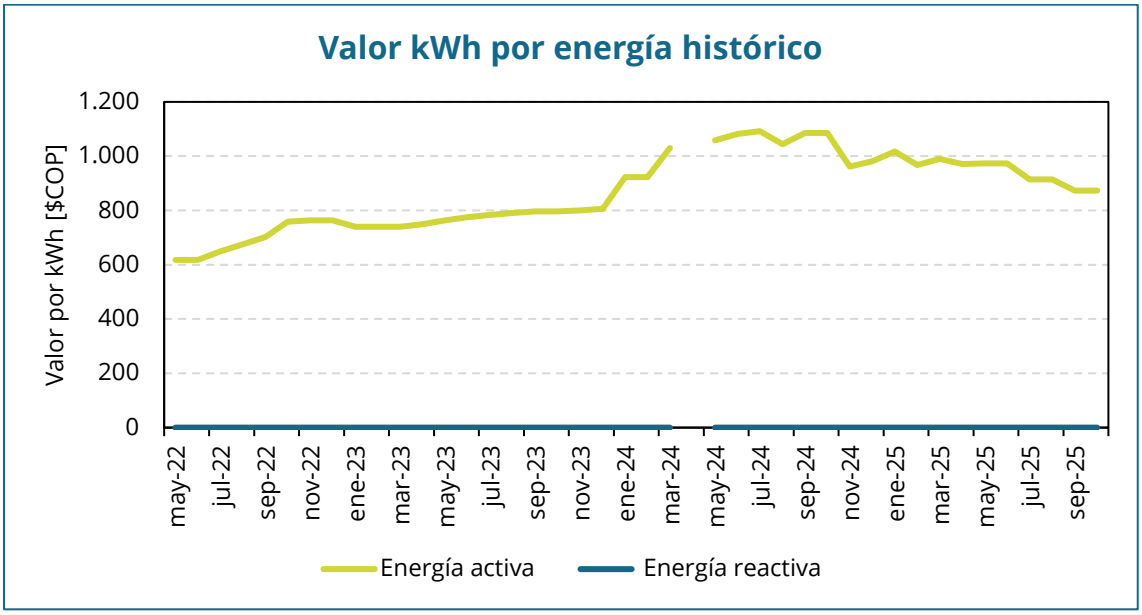
Figura 39. Gráfico circular de costos de facturación



Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa se representa en la Figura 40 (ver registros en la Tabla 26).

Figura 40. Costo unitario por kWh de energía



Fuente: Elaboración propia

Tabla 26. Costo unitario por kWh de energía activa

Mes	Valor promedio facturado por kWh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	741	923	1.017
Febrero	Sin información	741	923	967
Marzo	Sin información	741	1.030	990
Abril	Sin información	750	Sin información	971
Mayo	618	763	1.059	974
Junio	618	776	1.082	974
Julio	649	784	1.092	914
Agosto	675	790	1.044	914
Septiembre	702	796	1.086	874
Octubre	759	796	1.086	874
Noviembre	763	800	962	
Diciembre	763	806	982	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

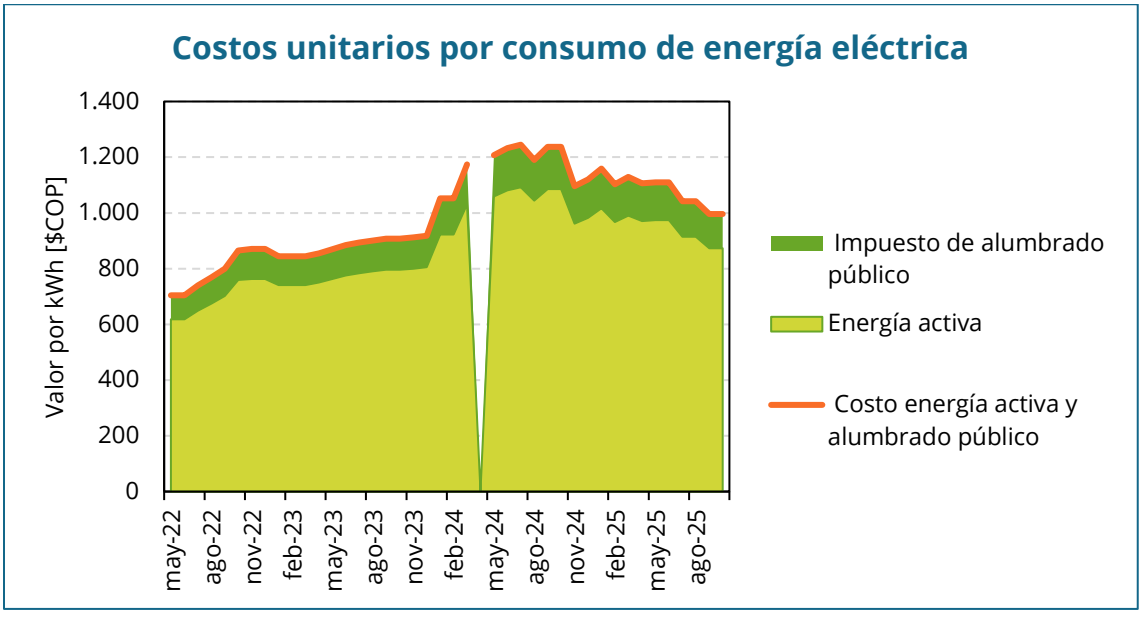
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 41 (ver registros en la Tabla 27). El promedio de este valor es de $988,90 COP.

Tabla 27. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	844	1.052	1.160
Febrero	Sin información	844	1.052	1.103
Marzo	Sin información	844	1.174	1.129
Abril	Sin información	855	Sin información	1.107
Mayo	704	870	1.207	1.110
Junio	704	885	1.233	1.110
Julio	740	894	1.245	1.042
Agosto	769	901	1.190	1.042
Septiembre	800	907	1.238	996
Octubre	865	907	1.238	996
Noviembre	870	912	1.096	
Diciembre	870	918	1.120	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 41. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 42. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 28 y la Tabla 29, para energía activa, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 28. Costo facturado por energía activa

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	176.989	228.921	269.573
Febrero	Sin información	187.357	211.383	233.114
Marzo	Sin información	199.946	259.580	262.410
Abril	Sin información	206.967	Sin información	243.650
Mayo	161.866	207.593	259.391	238.552
Junio	159.395	172.245	256.330	238.552
Julio	157.634	156.806	274.102	234.086
Agosto	189.594	176.206	229.677	211.226
Septiembre	169.110	183.874	282.292	218.423
Octubre	197.311	170.342	267.092	212.307
Noviembre	189.333	207.172	236.603	
Diciembre	177.118	206.226	250.464	

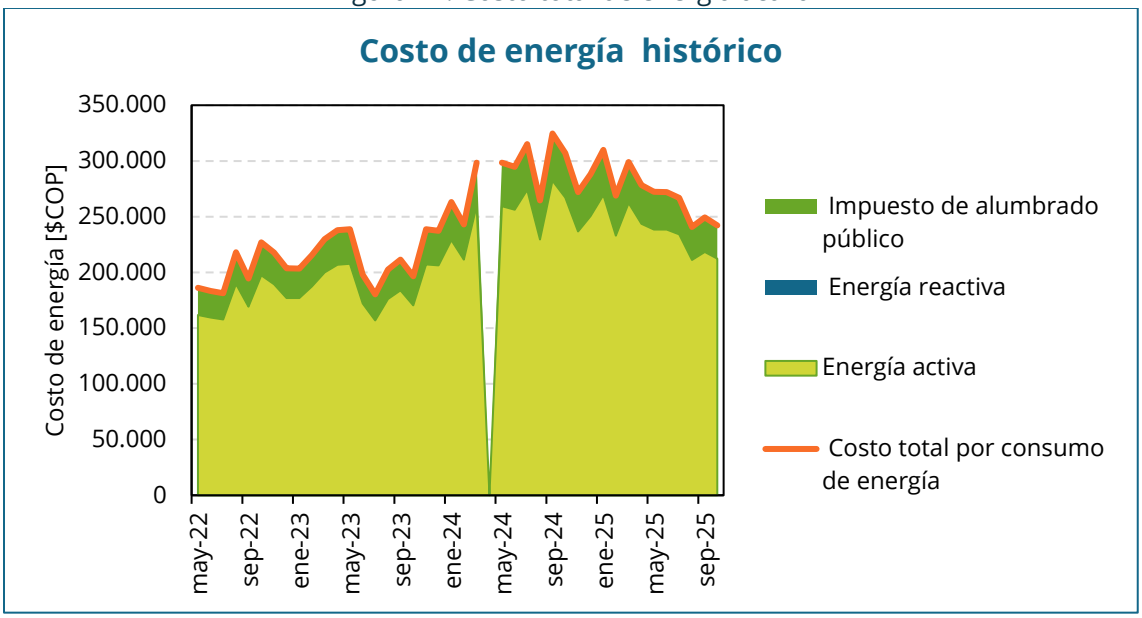
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 29. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	203.539	263.271	310.003
Febrero	Sin información	215.457	243.093	268.764
Marzo	Sin información	229.946	298.510	299.150
Abril	Sin información	238.007	Sin información	278.470
Mayo	186.146	238.733	298.581	272.362
Junio	183.305	198.085	294.780	271.952
Julio	181.274	180.326	315.222	266.856
Agosto	218.034	202.636	264.567	240.806
Septiembre	194.480	211.454	324.632	249.383
Octubre	226.911	196.432	307.162	242.037
Noviembre	217.733	238.712	272.093	
Diciembre	203.678	237.166	288.034	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 42. Costo total de energía activa

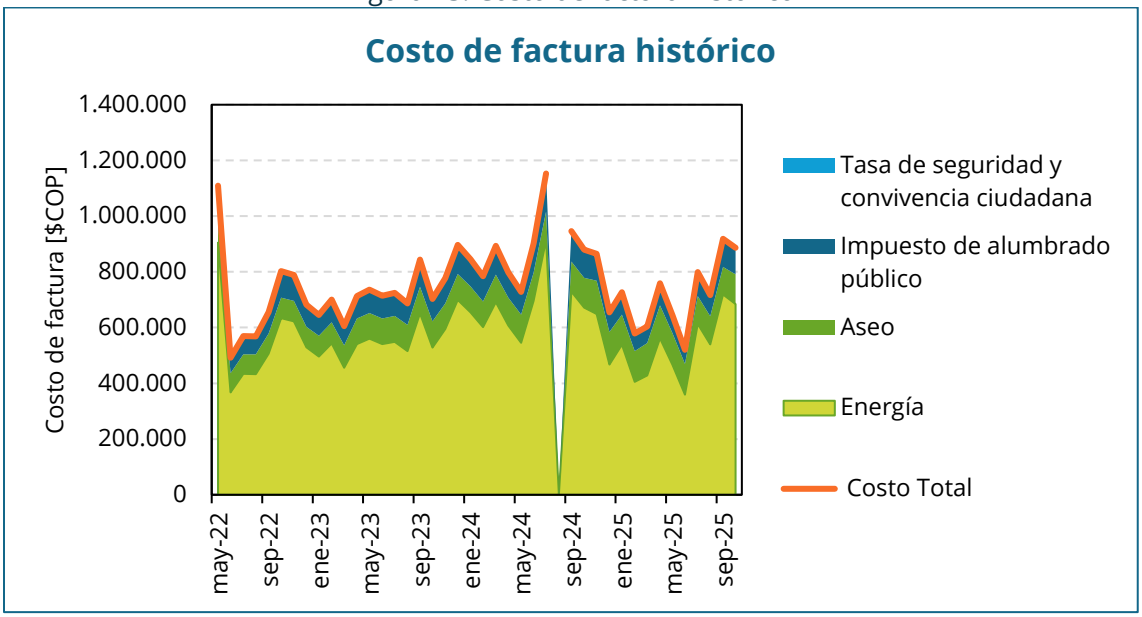


Fuente: Elaboración propia

Dependencias Hacienda Placess Mall - NIC: 7840101 - Medidor: 1315013625

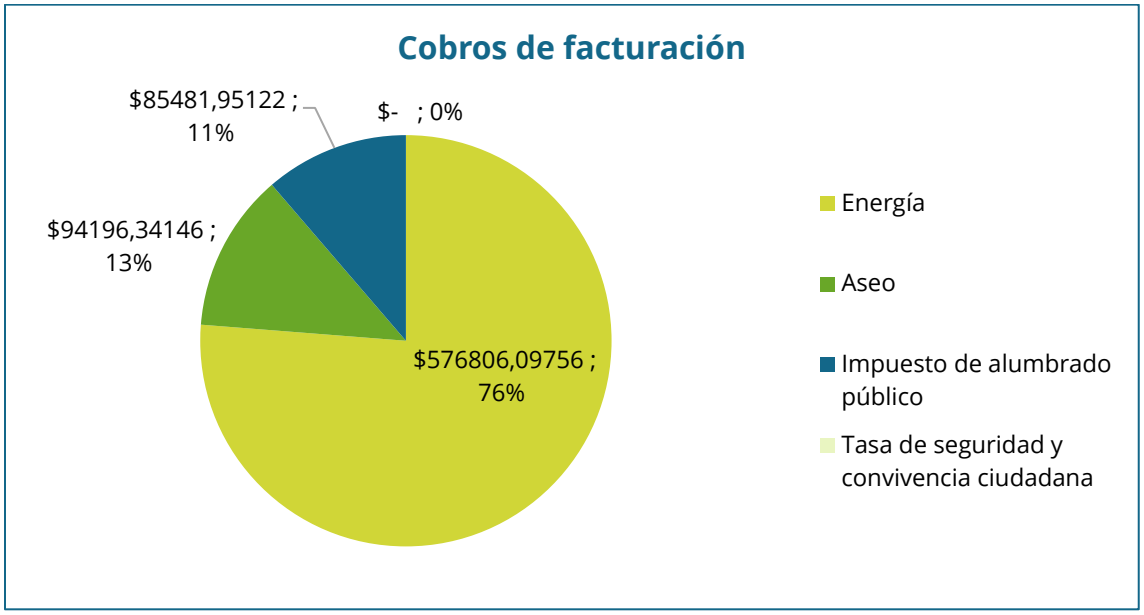
El histórico de los costos de la factura de energía se presentan en la Figura 43 (para ver más detalles remitirse al Anexo 1). Con estos valores se calculó un promedio y se construyó el gráfico circular de la Figura 44.

Figura 43. Costo de factura histórico



Fuente: Elaboración propia

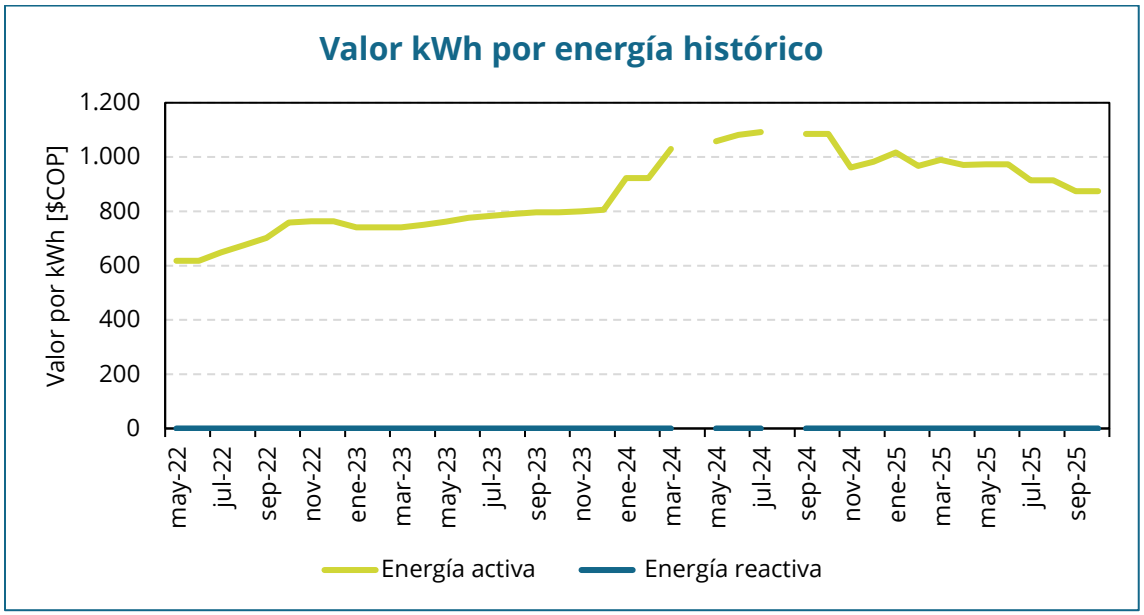
Figura 44. Gráfico circular de costos de facturación



Fuente: Elaboración propia

Al revisar únicamente el costo de la energía sin cargos adicionales. El costo por cada kWh de energía activa se representa en la Figura 45 (ver registros en la Tabla 30).

Figura 45. Costo unitario por kWh de energía



Fuente: Elaboración propia

Tabla 30. Costo unitario por kWh de energía activa

Mes	Valor promedio facturado por kWh [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	741	923	1.017
Febrero	Sin información	741	923	967
Marzo	Sin información	741	1.030	990
Abril	Sin información	750	Sin información	971
Mayo	618	762	1.059	974
Junio	618	776	1.082	974
Julio	649	784	1.092	914
Agosto	675	790	Sin información	914
Septiembre	702	796	1.086	874
Octubre	759	796	1.086	874
Noviembre	763	800	962	
Diciembre	763	806	982	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

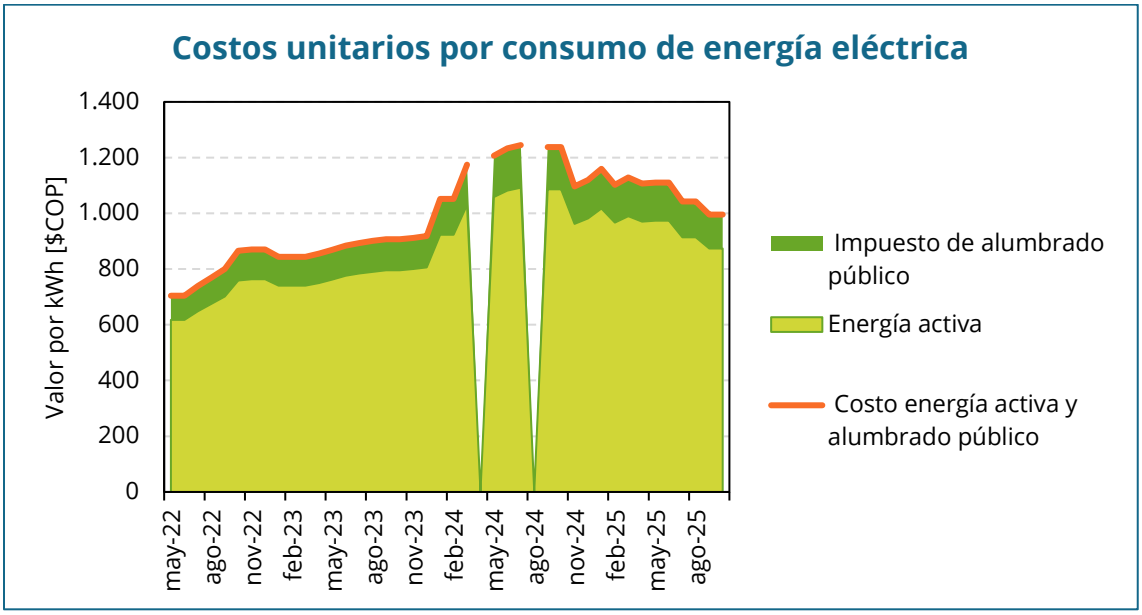
Asimismo, los dos valores de la facturación que dependen del consumo de energía son el costo de energía activa y el alumbrado público. Por ello, se muestra en la Figura 46 (ver registros en la Tabla 31). El promedio de este valor es de $983,85 COP.

Tabla 31. Costo unitario por kWh facturado por energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	844	1.052	1.160
Febrero	Sin información	844	1.052	1.103
Marzo	Sin información	844	1.174	1.129
Abril	Sin información	855	Sin información	1.107
Mayo	704	869	1.207	1.110
Junio	704	885	1.233	1.110
Julio	740	894	1.245	1.042
Agosto	769	901	Sin información	1.042
Septiembre	800	907	1.238	996
Octubre	865	907	1.238	996
Noviembre	870	912	1.096	
Diciembre	870	918	1.120	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 46. Costos unitarios por consumo de energía activa y alumbrado público



Fuente: Elaboración propia

Adicionalmente, el histórico del total facturado por estas tres variables se muestra en la Figura 47. Cuyos registros se encuentran en la Tabla 32 y la Tabla 33, para energía activa, energía activa y alumbrado público, respectivamente.

Tabla 32. Costo facturado por energía activa

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	495.421	653.534	538.130
Febrero	Sin información	543.556	600.919	403.355
Marzo	Sin información	455.432	691.184	428.769
Abril	Sin información	537.664	Sin información	551.368
Mayo	904.474	559.462	538.899	460.551
Junio	366.979	540.788	695.443	358.314
Julio	433.980	548.037	912.945	613.562
Agosto	445.983	515.184	0	538.582
Septiembre	505.926	650.324	728.532	711.184
Octubre	633.673	511.026	670.987	684.099
Noviembre	622.204	591.985	648.253	
Diciembre	529.064	696.818	466.550	

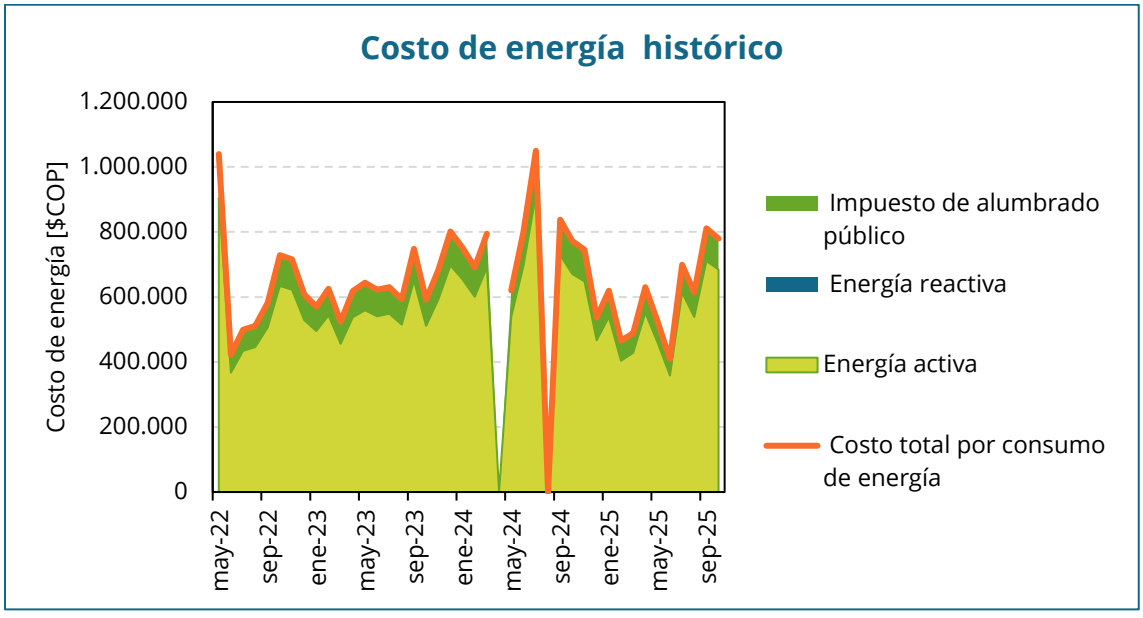
Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Tabla 33. Costo facturado por energía de energía activa y alumbrado público

Mes	Valor facturado [$COP]			
	2022	2023	2024	2025
Enero	Sin información	569.851	751.594	618.850
Febrero	Sin información	625.126	691.109	465.715
Marzo	Sin información	523.752	794.864	488.799
Abril	Sin información	618.414	Sin información	629.988
Mayo	1.040.144	643.492	620.489	525.701
Junio	422.029	621.908	799.753	408.484
Julio	499.080	630.237	1.049.895	699.462
Agosto	510.853	592.464	0	613.992
Septiembre	581.816	747.874	837.812	811.764
Octubre	728.723	591.626	771.637	779.869
Noviembre	715.534	682.425	745.493	
Diciembre	608.424	801.378	536.530	

Fuente: Adaptado de facturación de AFINIA

Figura 47. Costo total de energía activa



Fuente: Elaboración propia

6. LÍNEA BASE ENERGÉTICA

6.1 Metodología

De acuerdo con la Resolución 16 de 2024 de la UPME, se tienen tres metodologías para el cálculo de la línea base: el primer modelo se trata de la *medición de valor absoluto de energía*, para este solo es necesaria la información mensual correspondiente al consumo energético de la edificación, pero no se tiene en cuenta las posibles variaciones en las condiciones operativas.

El segundo modelo es el *cociente de los valores medidos o relación simple*, el cual se usa para analizar el consumo de energía en relación con una variable específica que se cree influye directamente en ese consumo, por lo que compara el consumo de energía actual con un valor de referencia basado en una proporción entre el consumo y la variable relevante

Po último, el tercer modelo se trata del *modelo estadístico*, basado en la realización de una regresión lineal que permite estimar la relación de más de una variable respecto al consumo energético, lo que permite establecer una línea de base considerando múltiples factores, y así facilita una estimación más exacta del consumo energético.

Al realizarse la recopilación de información histórica de facturación, se decide que el método más acorde para esta auditoría es la *medición de valor absoluto de energía*, en la cual se parte del histórico del consumo de energía para estimar la línea base de consumo energético (LBEn).

Dado lo anterior, con este modelo, inicialmente se debe realizar una normalización de los consumos observados a períodos mensuales de 30 días, lo cual se realiza mediante la Ecuación (1):

$$\text{Consumo mensual normalizado} = \frac{\text{Consumo reportado en el mes}}{\text{Días de período de facturación}} \times 30 \qquad (1)$$

A partir del consumo normalizado se hace el cálculo de la LBEn para cada uno de los meses, a partir de la metodología de medición de *valor absoluto de energía* de la Ecuación (2):

$$\text{LBEn}_{\text{M}} = \frac{\sum_{\text{I}=1}^{\text{M}} \text{Consumo mensual normalizado}}{\text{Número de datos que se tiene para el mes m}} \qquad (2)$$

Posteriormente, se calculan los límites de confianza mediante la Ecuación (3), en el caso que las edificaciones tengan dos (2) o más datos respecto a un mes se hace por medio de su desviación estándar (desvest):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} - (2 \times \text{desvest}) < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} + (2 \times \text{desvest}) \qquad (3)$$

En los casos que haya algún mes con solo un dato, el intervalo de confianza se ubica a partir de la Ecuación (4):

$$\text{Intervalo de confianza} = \text{LBEn}_{\text{M}} \times 0{,}9 < \text{LBEn}_{\text{M}} < \text{LBEn}_{\text{M}} \times 1{,}1 \quad (4)$$

Por otro lado, se calcula la meta de consumo, la cual es correspondiente al menor consumo registrado que se tenga en el mes, y con ello se calcula el ahorro estimado a través de la Ecuación (5):

$$\text{Ahorro estimado}_{\text{M}} = \text{LBEn}_{\text{M}} - \text{Meta}_{\text{M}} \quad (5)$$

6.2 Resultados

Aplicando la metodología de la Sección 6.1 y utilizando los valores facturados (ver Tabla *17*, Tabla *18*, Tabla *19*), se estimó intervalo de confianza, compuesto por los límites inferior (Lim_inferior) y superior (Lim_superior), el consumo de línea base normalizado y la meta de reducción de consumo (ver Tabla 34).

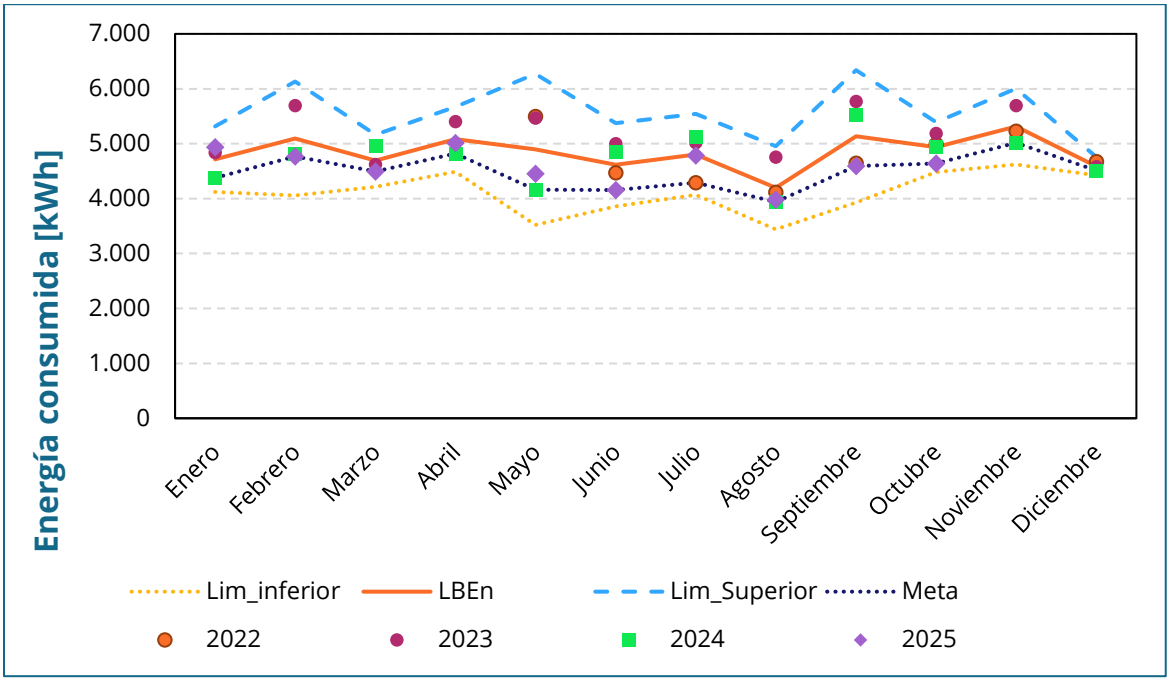
Tabla 34. Registros para construcción de LBEn de las dependencias

Mes	Energía eléctrica [kWh]			
	Lim_inferior	LBEn	Lim_Superior	Meta
Enero	4.119	4.717	5.315	4.376
Febrero	4.056	5.094	6.132	4.768
Marzo	4.215	4.690	5.165	4.495
Abril	4.487	5.080	5.672	4.823
Mayo	3.522	4.896	6.270	4.164
Junio	3.859	4.618	5.377	4.156
Julio	4.068	4.805	5.541	4.293
Agosto	3.440	4.198	4.955	3.939
Septiembre	3.929	5.134	6.339	4.595
Octubre	4.484	4.939	5.393	4.637
Noviembre	4.621	5.313	6.005	5.016
Diciembre	4.423	4.590	4.757	4.511
Total		**58.072**		**53.773**

Fuente: Elaboración propia

Estos resultados se ilustran en la Figura 48, donde la curva naranja representa la línea base de consumo, mientras que la línea punteada negra indica la meta que se podría alcanzar mediante la implementación de Buenas Prácticas Operativas (BPO).

Figura 48. Línea Base Energética (LBEn) de las dependencias



Fuente: Elaboración propia

6.3 Potencial de ahorro energético

El potencial de ahorro energético corresponde al valor estimado mediante la Ecuación (5) se presenta en la Tabla 35 junto con su respectivo porcentaje en relación con la LBEn. En ella también incluye información complementaria como la utilización del edificio, su área, las fuentes de energía empleadas, el período de observación, el modelo de cálculo utilizado, la cantidad de datos históricos y el valor del ahorro estimado. Este contenido fue adaptado conforme al formato requerido por la UPME en la Resolución 016 de 2024.

Tabla 35. Reporte UPME para potencial de ahorro energético de las dependencias

Atributo	Descripción			Observaciones
Uso/destino del edificio	Actividades administrativas de Hacienda			
Área útil reportada [m^2]	220			
Fuentes de energía utilizadas	Energía eléctrica			
Modelo LBEn utilizado	**Valor absoluto de energía**			
Período base	Mayo 2022 - octubre 2025			Datos mensuales
Cantidad datos iniciales	42			
Cantidad datos finales	42			
LBEn	Enero		4.717	Valor promedio mes [kWh]
	Febrero		5.094	Valor promedio mes [kWh]
	Marzo		4.690	Valor promedio mes [kWh]
	Abril		5.080	Valor promedio mes [kWh]
	Mayo		4.896	Valor promedio mes [kWh]
	Junio		4.618	Valor promedio mes [kWh]
	Julio		4.805	Valor promedio mes [kWh]
	Agosto		4.198	Valor promedio mes [kWh]
	Septiembre		5.134	Valor promedio mes [kWh]
	Octubre		4.939	Valor promedio mes [kWh]
	Noviembre		5.313	Valor promedio mes [kWh]
	Diciembre		4.590	Valor promedio mes [kWh]
Ahorro estimado	Enero	341	7,2%	En kWh y %
	Febrero	326	6,4%	En kWh y %
	Marzo	195	4,2%	En kWh y %
	Abril	257	5,1%	En kWh y %
	Mayo	732	14,9%	En kWh y %
	Junio	462	10,0%	En kWh y %
	Julio	512	10,7%	En kWh y %
	Agosto	259	6,2%	En kWh y %
	Septiembre	539	10,5%	En kWh y %
	Octubre	302	6,1%	En kWh y %
	Noviembre	297	5,6%	En kWh y %
	Diciembre	79	1,7%	En kWh y %

Fuente: Adaptado de (UPME, 2024)

7. INDICADORES

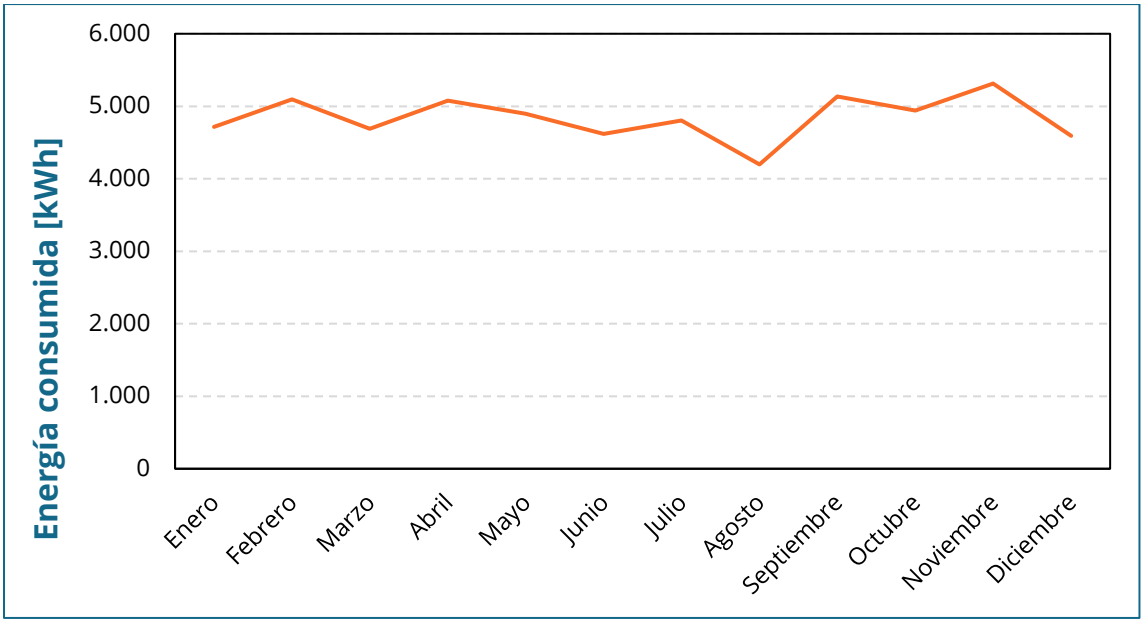
Esta sección presenta los indicadores claves para caracterizar el consumo de las instalaciones.

7.1 Consumo de energía eléctrica mensual (CEEM)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por mes (kWh/mes), permite comparar el consumo eléctrico facturado de las Dependencias con su línea base de referencia (LBEn de la Sección 6.3).

Para ello, se toma el consumo mensual del período a analizar y se normaliza aplicando la Ecuación (1), tal como se ilustra con el ejemplo presentado en la Figura 49, cuyos valores se disponen en la Tabla 35.

Figura 49. Consumo de energía eléctrica mensual de las Dependencias



Fuente: Elaboración propia

7.2 Consumo de energía eléctrica anual (CEEA)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año (kWh/año), representa el total acumulado de energía eléctrica consumida por la entidad en un ciclo anual. Se calcula sumando los consumos mensuales normalizados (obtenidos según lo descrito en la Sección 7.1 para el indicador CEEM) mediante la aplicación de la Ecuación (6). El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 58.072 kWh/año para las Dependencias.

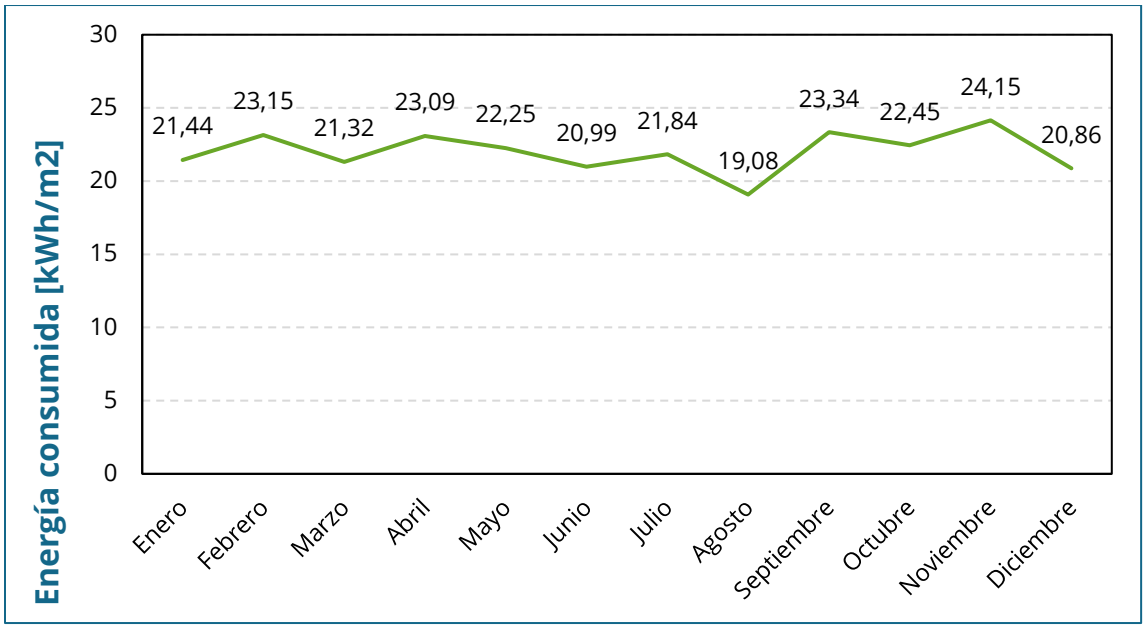
$$\text{CEEA (kWh/año)} = \sum_{n=1}^{12} CEEM_n \text{ (kWh/mes)} \quad (6)$$

7.3 Consumo de energía eléctrica mensual por superficie (CEEMS)

Este indicador, expresado en kilovatios-hora por mes por metro cuadrado (kWh/mes/m²), mide la eficiencia en el uso de la energía eléctrica en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (7), la cual toma el consumo mensual normalizado, obtenido según la metodología descrita en la Sección 7.1, y lo divide entre el área útil del edificio. El resultado ejemplificado con la línea base energética (LBEn) se presenta en la Figura 50.

$$CEEMS_n(\text{kWh/mes/m}^2). = \frac{CEEM_n\ (\text{kWh/mes})}{\text{Área útil (m}^2)} \quad (7)$$

Figura 50. Consumo de energía eléctrica mensual de las Dependencias



Fuente: Elaboración propia

Este indicador, además de recopilar información de los consumos de energía eléctrica de las Dependencias con relación a su área, permite tener una información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

7.4 Consumo de energía eléctrica anual por superficie (CEEAS)

Este indicador, medido en kilovatios-hora por año por metro cuadrado (kWh/año /m²), cuantifica la intensidad del consumo eléctrico anual en relación con el área útil de la edificación. Se calcula aplicando la Ecuación (8), que suma los consumos mensuales normalizados obtenidos según la metodología establecida en la Sección 7.3 (CEEMS), y luego divide el resultado entre en el área útil. El resultado permite comparar el desempeño energético anual con la línea base de referencia establecida, cuyo valor es de 263,97kWh/año/m² para las Dependencias.

$$\text{CEEAS (kWh/año/m}^2) = \sum_{n=1}^{12} CEEMS_n\ (\text{kWh/mes/m}^2) \quad (8)$$

Así como el indicador anterior (CEEMS), este indicador genera información comparable sobre la eficiencia en el uso de la energía en las edificaciones.

7.5 Variación de consumo de energía eléctrica con respecto a la Línea Base Energética (LBEn)

Este indicador expresa, en términos porcentuales, la variación del consumo eléctrico de las Dependencias en comparación con su línea base de referencia (LBEn). Se espera que el nuevo consumo sea inferior al registrado en la línea base; de lo contrario, el resultado indicaría un aumento. La Ecuación (9) determina la reducción mensual, mientras que la Ecuación (10) proporciona el cálculo anual, permitiendo evaluar el desempeño energético tanto en períodos específicos como a lo largo del año.

$$\text{Variación de consumo mensual}_n\ (\%) = \frac{|\text{LBE}_n - \text{CEEM}_n|}{\text{LBE}_n} \quad (9)$$

$$\text{Variación de consumo anual}\ (\%) = \frac{|\sum_{n=1}^{12} \text{LBE}_n - \text{CEEA}|}{\text{LBE}_n} \quad (10)$$

8. OPORTUNIDADES DE MEJORA

Las medidas de eficiencia energética comprenden todas aquellas orientadas a mejorar el desempeño energético de una actividad o proceso dentro de una organización, al reducir el consumo de energía, optimizar su uso y minimizar el impacto ambiental. Según la *Guía de Planes de Gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas* (UPME, 2020), estas medidas se clasifican en buenas prácticas, medidas pasivas y activas[1].

8.1 Buenas prácticas operativas (BPO)

Las Buenas Prácticas Operativas (BPO) consisten en adoptar hábitos que permitan un uso eficiente de los equipos energéticos, con bajo costo de implementación y sin requerir modificaciones tecnológicas o arquitectónicas. Estas acciones buscan reducir el consumo de energía y mejorar el entorno laboral mediante la concientización y el cambio de comportamiento de los usuarios.

Las BPO se enfocan en los USE de la Tabla 20. Las recomendaciones presentadas surgen de una combinación entre la experiencia de las empresas auditoras y las sugerencias contenidas en la *Guía de Planes de Gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas* (UPME, 2020).

Las buenas prácticas propuestas para aire acondicionado son:

[1] En la Resolución 16 de 2024 de la UPME, estas medidas se denominan Buenas Prácticas Operativas (buenas prácticas), y reconversión tecnológica (medidas activas).

- **Definir horarios de operación del aire acondicionado:** Establecer horas específicas de encendido y apagado, garantizando el confort térmico durante la jornada laboral.
- **Gestionar la apertura de ventanas según las condiciones climáticas:** Evitar pérdidas energéticas por intercambio de aire innecesario.
- **Encender los equipos solo cuando se requieran:** Promover el uso racional del aire acondicionado y demás dispositivos asociados a la operación.
- **Fomentar la conciencia energética:** Sensibilizar a todos los usuarios sobre la importancia de apagar los equipos cuando no se estén utilizando.
- **Regular adecuadamente la temperatura:** Ajustar los sistemas de aire acondicionado dentro del rango de confort (23 °C a 27 °C), preferiblemente a 24 °C, contribuye al bienestar, evita el sobreenfriamiento y reduce el consumo innecesario. Temperaturas inadecuadas pueden afectar el rendimiento físico e intelectual al generar incomodidad térmica.

Las buenas prácticas propuestas para equipos ofimáticos son:

- **Encender y apagar los equipos solo cuando se requieran:** Activar los dispositivos (computadoras, impresoras, monitores) únicamente al inicio de la jornada laboral y apagarlos completamente al finalizar, evitando su operación innecesaria en horarios no laborables.
- **Minimizar la impresión de documentos:** Fomentar la digitalización de procesos y la revisión de documentos en pantalla, imprimiendo solo cuando sea estrictamente necesario, con el fin de ahorrar consumibles (tinta, tóner) y reducir el consumo energético de los equipos.
- **Configurar los modos de bajo consumo:** Aprovechar las funciones de gestión de energía de los sistemas operativos para programar y activar los modos de suspensión (stand by) e hibernación durante periodos de inactividad, optimizando así el consumo eléctrico.
- **Realizar una limpieza y mantenimiento periódicos:** Establecer un plan de mantenimiento preventivo que incluya la limpieza física interna y externa de los equipos (como computadoras e impresoras), lo cual previene sobrecalentamientos, mejora la eficiencia energética y prolonga su vida útil.
- **Fomentar la conciencia sobre el uso eficiente:** Sensibilizar a todos los usuarios sobre la importancia de un uso responsable de los equipos, el impacto del consumo energético y las mejores prácticas para su operación y apagado.

En este contexto, las BPO pueden contribuir significativamente a reducir el consumo energético hasta niveles mínimos históricos, los cuales representan los potenciales de ahorro estimados en la Tabla 35 de la Sección 6.3. En promedio, este potencial equivale al 7,4% del consumo energético total de la entidad.

Sin embargo, dado que podrían implementarse otras BPO adicionales que permitan alcanzar un desempeño aún más eficiente, y considerando que las acciones analizadas se enfocan en los Usos Significativos de la Energía (USE), se asume un ahorro potencial del 6% en el consumo total de energía de un año.

8.2 Medidas activas

Las medidas activas implican la modernización o sustitución de equipos, priorizando aquellos con mayor eficiencia energética. Dado los hallazgos durante la auditoría y los USE encontrados de la Sección 5.2 se plantean las siguientes medidas:

Sustitución o retiro de equipos en mal estado

Durante la visita técnica se identificaron varios equipos con fallas o en mal estado, los cuales se detallan en la Sección 3.3. Se recomienda desinstalar y desechar de inmediato aquellos que sean obsoletos o no tengan utilidad, eliminando así consumos energéticos innecesarios. Para los equipos necesarios pero en mal estado que afecten la seguridad, el confort o la eficiencia, se debe priorizar su reemplazo por modelos de alta eficiencia energética. En todos los casos, se sugiere evaluar primero la necesidad real del equipo antes de decidir su sustitución.

Actualización de instalaciones eléctricas

Durante el proceso de auditoría se realizó un recorrido por las instalaciones de las Dependencias, donde se identificaron múltiples deficiencias que evidencian el incumplimiento de diversos requisitos del RETIE. Si bien este informe presenta los hallazgos más relevantes documentados con su respectiva normativa en la Sección 3.2, es importante resaltar que podrían existir otras no conformidades no visibles durante la inspección, como el uso inadecuado de colores en los conductores eléctricos internos de las tuberías, entre otras.

Ante este panorama, se recomienda la intervención y actualización de las instalaciones eléctricas. Esta labor debe ser ejecutada por técnicos con matrícula profesional vigente ante CONTE (Consejo Nacional de Técnicos Electricistas), y posteriormente verificada por un ingeniero electricista, quien deberá certificar el cumplimiento normativo y el correcto funcionamiento de la instalación.

Instalación de variador de frecuencia

Los variadores de frecuencia para aires acondicionados centralizados permiten ajustar el funcionamiento del sistema a la carga térmica real, evitando el desperdicio de la capacidad del equipo. Esto contribuye a reducir tanto el consumo energético como los costos operativos. Esta reducción se encuentra entre el 10% y el 25%, por lo que se toma un valor intermedio de 18% (EngineeringTomorrow, 2025).

Los aires acondicionados para las cuales se propone este sistema se muestran en la Tabla 36, cuyos ahorros se presentan en la Tabla 37. El ahorro total es de 5.371 kWh/año, correspondiente a una reducción del 18% en el consumo de los equipo, un 13% en aire acondicionado y un 10% en el consumo total del Centro de Convenciones

Tabla 36. Variador de frecuencia para implementación de medida

Equipo	Área o proceso	Cantidad	Potencia [W]	Tiempo de operación [horas/día]
Aire central Split	Zona común	2	7.400	8

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37. Ahorros energéticos por instalación de variador de frecuencia

Potencia actual [W]	Factor de ahorro	Consumo actual [kWh/año]	Consumo nuevo [kWh/año]	Ahorro [kWh/año]
7.400	18%	29.837	24.466	5.371
Ahorro energético total				5.371

Fuente: Elaboración propia

9. EVALUACIÓN ECONÓMICA DE MEDIDAS

Los beneficios de las medidas descritas en la Sección 8.2 se analizan mediante una evaluación económica orientada a determinar su viabilidad financiera, considerando la posibilidad de recuperar la inversión realizada. Esta sección presenta costos aproximados de inversión inicial (CAPEX) y costos operativos o de mantenimiento (OPEX). Sin embargo, dichos valores no deben considerarse definitivos, ya que pueden variar según el momento de ejecución, los productos adquiridos y la empresa contratada para instalación, mantenimiento u otros servicios.

El propósito de esta evaluación es ofrecer una estimación preliminar de la inversión requerida y viabilidad financiera estimada, pero no constituye una cotización formal. Para obtener valores exactos, se requeriría una evaluación de factibilidad técnica y económica.

Es importante aclarar que no todas las medidas incluidas han sido evaluadas económicamente en esta sección. Algunas no generan beneficios económicos directos, sino impactos positivos en términos de confort o reducción del riesgo eléctrico. Estas medidas son:

- **Actualización de instalaciones eléctricas:** Desarrollada en la Sección 8.2, esta medida no representa un beneficio económico directo, pero es fundamental para prevenir riesgos eléctricos. Dada su implicación en la seguridad del personal, esta medida debe ser priorizada. Asimismo, se presentan inconformidades de iluminancia que requieren atención (ver Sección 4.3).
- **Buenas Prácticas Operativas (BPO):** Tal como se expone en la Sección 8.1, se considera que esta medida debe ser implementada de forma obligatoria por la institución como parte de una campaña de concientización. Su impacto está asociado al cambio de comportamiento y uso eficiente de los recursos, aunque se pueden dar reducciones en los consumos de energía, estos dependerán de los cambios que se logren en los hábitos de uso de la energía.
- **Sustitución o retiro de equipos en mal estado:** Esta recomendación evidencia que las Dependencias cuenta con varios equipos en mal estado. Dado que su reemplazo o reparación no genera un beneficio económico directo, se sugiere implementar esta medida únicamente cuando sea indispensable para garantizar el funcionamiento adecuado de los servicios.

Por otro lado, para las medidas que sí fueron evaluadas económicamente, se utilizaron criterios financieros estándar. En particular, se empleó una tasa de descuento del 10%, valor comúnmente utilizado en la formulación de proyectos para analizar su viabilidad desde el punto de vista financiero. Asimismo, el costo unitario por kWh se estableció en $990 COP/kWh, correspondiente al promedio de las facturas proporcionadas por la entidad (ver Tabla 23).

Instalación de variador de frecuencia

Para esta medida se toma una vida útil de 15 años (Midea, 2025). La inversión inicial y el mantenimiento requerido para esta medida se detallan en Tabla 38 y Tabla 39. Donde el costos del sistema de un variador para dos aires se consultó en (Mercado Libre, 2025), mientras los costos de instalación y mantenimiento se tomaron de los costos de instalación de sistemas eléctricos en Colombia (Generador de Precios. Colombia-a, 2025).

Tabla 38. Inversión inicial de Instalación de la instalación de variador de frecuencia

Producto	Cantidad	Costo unitario [COP]	Costo total [COP]
Sistema de variador de frecuencia	1	$ 31.454.000	$ 31.454.000
Instalación	7	$ 110.582	$ 774.077
Total			$ 32.228.077

Fuente: Elaboración propia

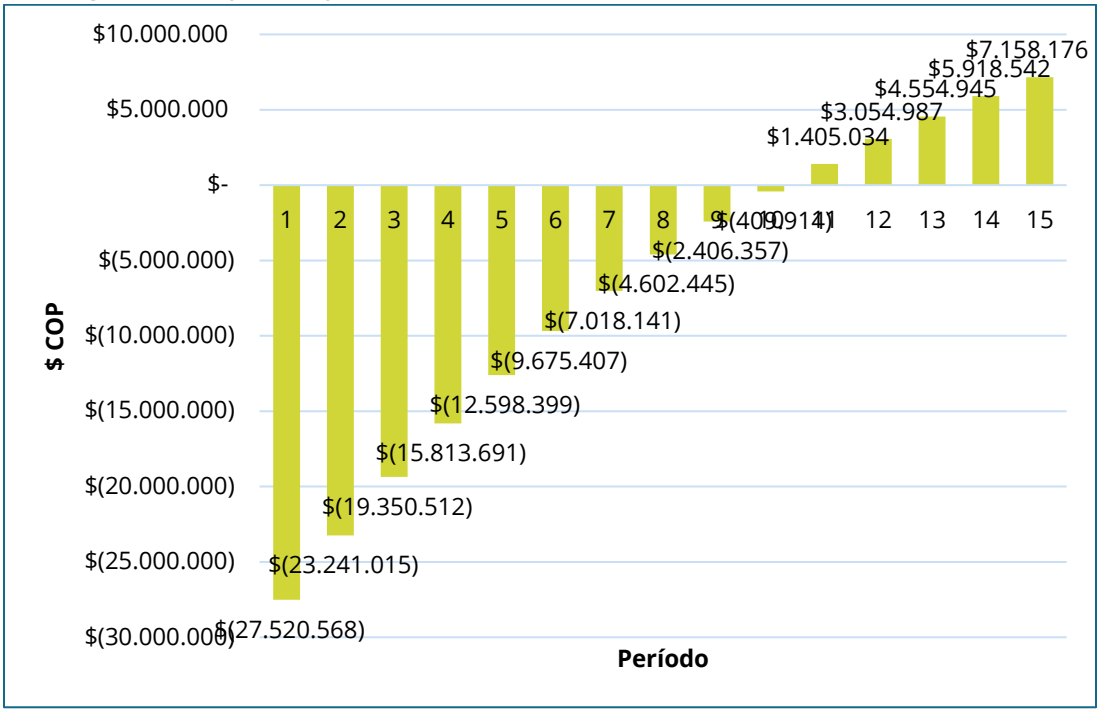
Tabla 39. Mantenimiento preventivo de Instalación de la instalación de variador de frecuencia

Producto	Cantidad	Costo unitario [COP]	Costo total [COP]
Mantenimiento preventivo	1	$ 136.958,47	$ 136.958
Total			$ 136.958

Fuente: Elaboración propia

En este contexto, los datos iniciales y resultados para realizar la evaluación se presentan en la Tabla 40 y en la Figura 51 se muestra el flujo de caja descontado asociado a esta medida. Con base en este análisis financiero, se concluye que la medida es económicamente viable.

Figura 51. Flujo de caja descontado de la instalación de variador de frecuencia



Fuente: Elaboración propia

Tabla 40. Información de evaluación económica para la instalación de variador de frecuencia

Inversión inicial [$COP]	$ 32.228.077	**Tasa EA [%]**	10,0%
Mantenimiento [$COP/año]	$ 136.958	**VPN [$COP]**	$ 7.158.176
Número de períodos [años]	15	**TIR [%]**	13,7%
Gasto energía anual [$COP/año]	$ 5.315.218	**PRI [años]**	10,1
Ahorro energético [kWh/año]	5.371	**Beneficio [$COP]**	$ 40.427.970
Ahorro económico total [$COP]	$ 79.728.269	**Costo [$COP]**	$ 33.269.794
Valor tarifa [COP/kWh]	$ 990	**Beneficio/Costo**	1,2
Factor de emisiones [tCO_2/kW]	0,000112[2]	**Emisiones evitadas [tCO_2/año]**	0,6

Fuente: Elaboración propia

[2] Resolución 762 de 2023 de la UPME.

10. CRONOGRAMA TENTATIVO DE IMPLEMENTACIÓN DE ESTRATEGIAS

En esta sección se presentan las medidas que resultaron viables desde el punto de vista financiero, así como aquellas cuya implementación se recomienda pese a no generar beneficios económicos directos, debido a su impacto en aspectos como la seguridad, el confort o la sostenibilidad, según el análisis desarrollado en la Sección 9. Estas medidas se resumen en la Tabla 41, donde las medidas en verde son catalogadas como de costo cero, las naranja como inversiones intermedias y las rojas como inversiones mayores. Asimismo, las medidas sin color pueden variar en precio según las necesidades y alcance de las Dependencias

Tabla 41. Medidas propuestas para ser implementadas

Medida	Inversión inicial	Ahorros de energía		Tiempo de contratación + implementación
	[$COP]	Entidad	USE	[meses]
Actualización de instalaciones eléctricas	Variable	---	---	4
Sustitución o retiro de equipos en mal estado	Variable	---		4
Buenas Prácticas Operativas (BPO)	---	6%	---	6
Instalación de variador de frecuencia	$ 32.228.077	10%	Aire acondicionado 13%	7

Fuente: Elaboración propia

Con base en lo anterior, se propone una hoja de ruta de implementación presentada en la Tabla 42. Se espera que todas las medidas sean ejecutadas en un plazo de un año, conforme a lo exigido por la normativa. Cabe mencionar que, no se consideró la implementación de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), ya que la edificación no se encuentra en propiedad.

Tabla 42. Hoja de ruta de medidas a implementar

Medida	Mes											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Actualización de instalaciones eléctricas												
Buenas Prácticas Operativas (BPO)												
Cambio de equipos en mal estado												
Aislamiento de puertas y ventanas												

Fuente: Elaboración propia

11. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se identificaron incumplimientos del RETIE en las instalaciones eléctricas, como el acceso obstruido a tableros eléctricos, lo que representa un riesgo para la seguridad operativa y de mantenimiento. Se recomienda priorizar la actualización de las instalaciones eléctricas.
- Se estableció una Línea Base Energética (LBEn) anual de 58.072 kWh, con un potencial de ahorro estimado del 7,4% mediante la gestión operativa. Se recomienda implementar de inmediato un programa formal de Buenas Prácticas Operativas (BPO), enfocado en el uso racional del aire acondicionado y los equipos ofimáticos.
- Se propone la medida activa de instalación de variadores de frecuencia en los sistemas de aire acondicionado centralizado, con ahorros energéticos estimados del 10% en el consumo total de las dependencias, medida que resultó financieramente viable.
- Se identificaron áreas como oficinas que no cumplen con los niveles mínimos de iluminación exigidos por el RETILAP (500 lux). Se recomienda revisar y ajustar las instalaciones de iluminación para garantizar el confort visual y el cumplimiento normativo.
- Se evidenciaron equipos fuera de servicio (televisor, luminarias) que deben ser retirados o reemplazados para evitar consumos innecesarios. Se sugiere realizar un inventario detallado de equipos en mal estado y priorizar su sustitución solo cuando sean indispensables, optando por modelos de alta eficiencia energética.
- El factor de potencia medido en algunos locales se encuentra por debajo del límite reglamentario (0,9), lo que indica ineficiencia en el uso de la potencia. Se recomienda realizar un estudio detallado de calidad de energía para identificar las causas y evaluar la implementación de medidas correctivas.

Bibliografía

Congreso de Colombia. (19 de 3 de 2023). *Ley 2294 de 2023*. Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=209510

EngineeringTomorrow. (2025). *Variadores de frecuencia para compresores*. Obtenido de https://www.danfoss.com/es-mx/markets/refrigeration-and-air-conditioning/dds/drives-for-compressors/#tab-overview

Generador de Precios. Colombia-a. (2025). *Instalaciones eléctricas: Sistemas de alimentación*. Obtenido de https://colombia.generadordeprecios.info/obra_nueva/Instalaciones/Electricas/Sistemas_de_alimentacion/IEA010_Sistema_de_alimentacion_ininterrump.html

ICONTEC. (2018). *Auditorías energéticas: Requisitos con orientación para su uso*.

Ley 1421. (2010). Obtenido de Congreso de Colombia: https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=41004

Ley 6. (1992). Obtenido de https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=2767#:~:text=%22ART%C3%8DCULO%2022.,del%20Estatuto%20Tributario%20quedar%C3%A1%20as%C3%AD:

Mercado Libre. (2025). *Variador De Frecuencia 75hp 440vac Trifásico - Avanzado 440*. Obtenido de https://www.mercadolibre.com.co/variador-de-frecuencia-75hp-440vac-trifasico--avanzado/up/MCOU2727151053?pdp_filters=item_id:MCO2734686660#polycard_client=search-nordic&searchVariation=182172689940&position=17&search_layout=grid&type=item&tracking_id=2432

Midea. (2025). *¿Cómo saber cuándo debemos cambiar el aire acondicionado?* Obtenido de https://www.midea.es/blog/como-saber-cuando-debemos-cambiar-el-aire-acondicionado/

RETIE. (2024). *Ministerio de Minas y Energía*. Obtenido de https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-instalaciones-el%C3%A9ctricas-retie/

RETILAP. (03 de 05 de 2024). *Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público*. Obtenido de Resolución 40150: https://www.minenergia.gov.co/es/misional/energia-electrica-2/reglamentos-tecnicos/reglamento-t%C3%A9cnico-de-iluminaci%C3%B3n-y-alumbrado-p%C3%BAblico-retilap/

UPME. (2020). *Guía de Planes de gestión Eficiente de la Energía para Entidades Públicas*. Obtenido de https://www1.upme.gov.co/DemandayEficiencia/Documents/Guia_liviana_PGEE.pdf

UPME. (2024). *Resolución 16 de 2024*. Obtenido de Alejandría.

ANEXOS

- **Anexo 1 - Ítem 15 - Diagnóstico: Excel®**
- **Anexo 2 - Ítem 15 -Fotos: Carpeta**
- **Anexo 3 - certificados de calibración de equipos:**

Certificado de calibración de analizador METREL MI 2883

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Cliente: ***CORPORACION EMA.***
Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.
NIT: 900.298.527.

Instrumento calibrado: Analizador de calidad de energía.

Fabricante: METREL.

Modelo: MI 2883.

Número de Serie: 17060454.

Fecha de Calibración: Octubre 02 del 2025.

Lugar de calibración: Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*
- *EURAMET. cg – 15. "Guidelines on the calibration of digital multimeters". Versión 3.0 (02/2015).*

2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA DE CALIBRACIÓN	EMITE
Calibrador Fluke 5502A	5440806	CG3301–25	2025-01-15	Set y Gad. S.A.S.
Termohigrómetro Testo 175-H1	40326218	CLH 147624 CLT 366124	2024-12-24 2024-12-27	Conamet.

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,500	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	55,999	-0,001	0,027	1,96

Tabla 2. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L1 A.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,499	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	55,999	-0,001	0,027	1,96

Tabla 3. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L2 B.

*Medición de frecuencia						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
Hz	-----	-----	-----	-----	-----	-----
42,500 A 57,500	Hz	42,500	42,500	0,00	0,67	1,97
	Hz	44,000	44,000	0,00	0,67	1,97
	Hz	56,000	56,000	0,000	0,027	1,96

Tabla 4. Calibración de la función de medición de frecuencia. Entrada L3 C.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,41	-0,09	0,41	1,97
	A	27,00	26,90	-0,10	0,42	1,97

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,97	-0,03	0,56	1,97
	A	150,0	149,9	-0,10	0,79	1,97
	A	225,0	224,9	-0,1	1,1	1,97
	A	270,0	269,9	-0,1	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,3	-0,7	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	898,1	-1,9	5,1	1,97
	A	1000,1	997,9	-2,2	5,7	1,97

Tabla 5. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I1 A.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,41	-0,09	0,41	1,97
	A	27,00	26,89	-0,11	0,42	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,99	-0,01	0,56	1,97
	A	150,0	149,8	-0,20	0,79	1,97
	A	225,0	224,8	-0,2	1,1	1,97
	A	270,0	269,8	-0,2	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,2	-0,8	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	897,9	-2,1	5,1	1,97
	A	1000,1	997,9	-2,2	5,7	1,97

Tabla 6. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
30	A	22,50	22,40	-0,10	0,41	1,97
	A	27,00	26,90	-0,10	0,42	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
300	A	75,00	74,95	-0,05	0,56	1,97
	A	150,0	149,8	-0,20	0,79	1,97
	A	225,0	224,8	-0,2	1,1	1,97
	A	270,0	269,8	-0,2	1,3	1,97
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
3000	A	300,0	299,5	-0,5	1,7	1,97
	A	600,0	598,6	-1,4	3,4	1,97
	A	900,0	897,6	-2,4	5,1	1,97
	A	1000,1	997,6	-2,5	5,7	1,97

Tabla 7. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A. Entrada I3 C.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,60	0,010	0,035	1,98
	V	0,045	127,39	127,39	0,000	0,077	1,98
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,68	-0,010	0,097	1,98
	V	0,045	255,5	255,5	0,00	0,15	1,97
	V	0,045	350,3	350,3	0,00	0,21	2,01
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,4	0,00	0,56	2,05

Tabla 8. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L1 A.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,60	0,010	0,035	1,99
	V	0,045	127,39	127,40	0,010	0,077	1,99
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,64	-0,050	0,097	1,98
	V	0,045	255,5	255,5	0,00	0,15	2,03
	V	0,045	350,3	350,3	0,00	0,21	2,01
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,4	0,00	0,56	2,05

Tabla 9. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L2 B.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7404

Fecha de emisión: 2025-10-02.

Medición de tensión eléctrica C.A.							
Rango	Unidad	Frecuencia	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
50 A 136	V	0,045	58,59	58,57	-0,020	0,035	1,98
	V	0,045	127,39	127,34	-0,050	0,077	1,99
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
137 A 374	V	0,045	160,69	160,66	-0,030	0,097	1,99
	V	0,045	255,5	255,4	-0,10	0,15	1,97
	V	0,045	350,3	350,2	-0,10	0,21	1,97
V	----	kHz	-----	----	-----	-----	-----
375 A 1000	V	0,045	937,4	937,3	-0,10	0,56	2,01

Tabla 10. Calibración de la función de medición de tensión eléctrica C.A Entrada L3 C.

5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a la red eléctrica.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de medición de frecuencia se realizó con el equipo en la configuración de 50 Hz, por lo tanto, se tiene en cuenta estos rangos.
- Todas las tablas marcadas con "*" y sus valores allí contenidos no están dentro del alcance acreditado con ONAC.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Fecha de emisión: 2025-10-02. 7404 Página 6 de 6

7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

Encargado(s) de la calibración:	Laura Milena Velandia R.			
Supervisor:	Rafael Zamudio Ayala.			
Personal adicional:	Ninguno.			
Código de muestra:	12214.			
Fecha de recepción	2025-09-29.			
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	22,2 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	54,9 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	9:12	*Hora Final*	11:02

Tabla 11. Información adicional de la calibración.

8. RESPONSABLES.

Elaboro	Aprobado
Paula Andrea Cardenas Dueñas.	Elena P. Prieto Rodríguez.
Metrólogo del laboratorio.	Coordinador del laboratorio.

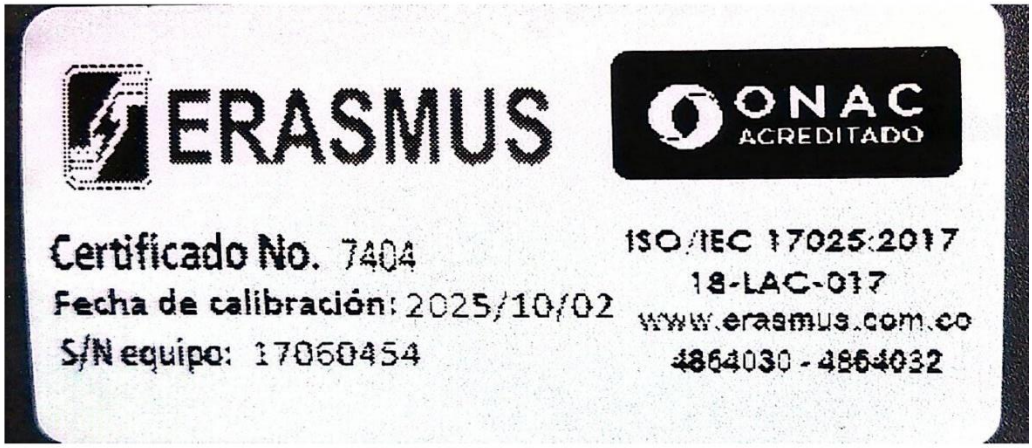
- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S**.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

Final del certificado.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7404
Fecha de calibración: 2025/10/02
S/N equipo: 17060454
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

Certificado de calibración de telurómetro METREL MI 3123

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

Cliente: ***CORPORACION EMA***
Carrera 24 No. 36 – 63 Oficina 102, Bogotá, Teléfono: 310 873 55 66.
NIT: 900.298.527.

Instrumento calibrado: Telurómetro.
Fabricante: METREL.
Modelo: MI 3123.
Número de Serie: 17360533.

Fecha de Calibración: Septiembre 22 del 2025.

Lugar de calibración: Laboratorio de Erasmus Carrera 17 No 39 – 58, Bogotá - Colombia.

1. METODO DE CALIBRACIÓN.

El método de calibración empleado es de comparación de las mediciones del instrumento a calibrar con el patrón, de acuerdo con los procedimientos:

- *LC-MT-007 método para la calibración de telurómetros Versión 3 del 2019-01-28.*
- *SIT/Tec-014/06. "Linea guida per la taratura di pinze amperometriche". Revisione 0 (2006-04-03).*

2. EQUIPOS UTILIZADOS EN LA CALIBRACIÓN.

EQUIPO	NÚMERO DE SERIE	CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN	FECHA DE CALIBRACIÓN	EMITE
Calibrador Fluke 5502A	5440806	CG3301−25	2025-01-15	Set y Gad. S.A.S.
Termohigrómetro Testo 175-H1	40326218	CLH 147624 CLT 366124	2024-12-24 2024-12-27	Conamet.
Década de resistencia CS-3000	19510092	E-24-0038	2024-01-10	Metrel d.o.o.

Tabla 1. Equipos utilizados en la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – ***Pagina Web:*** www.erasmus.com.co

3. TRAZABILIDAD METROLÓGICA.

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a patrones nacionales o internacionales, los cuales realizan las unidades de medida de acuerdo con el sistema internacional de unidades SI.

4. RESULTADOS DE LA MEDICIÓN.

La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura k y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.

Medición de Resistencia de Tierra - 4 – Hilos.						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
0,00 A 19,99	Ω	0,50	0,52	0,020	0,011	1,97
	Ω	1,00	1,00	0,000	0,010	1,96
	Ω	19,04	19,01	-0,003	0,013	1,98
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
20,0 A 199,9	Ω	99,8	100,2	0,40	0,24	1,97
	Ω	190,3	190,8	0,50	0,18	1,99
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
200 A 1999	Ω	1003	1005	2,0	2,6	1,97
	Ω	1902	1903	1,0	1,3	1,99
Ω	-----	-----	-----	-----	-----	-----
2000 A 9999	Ω	10012	9945	-67	18	1,97

Tabla 2. Calibración de la función de medición de resistencia de tierra a 4 hilos.

Medición de corriente eléctrica C.A. (45 Hz)						
Rango	Unidad	Valor de referencia	Valor leído	Error de la lectura	Incertidumbre expandida	k (Adimensional)
A	-----	-----	-----	-----	-----	-----
1,00 A 19,99	A	5,00	4,88	-0,120	0,029	1,97
	A	10,00	9,78	-0,220	0,029	1,97
	A	15,00	14,68	-0,320	0,029	1,97
	A	18,00	17,63	-0,370	0,030	1,97

Tabla 3. Calibración de la función de medición de corriente eléctrica C.A.

5. PRUEBAS REALIZADAS PREVIAS A LA CALIBRACIÓN.

- *Inspección visual*
- *Desmagnetización de la pinza*
- *Repetibilidad*
- *Posicionamiento de la pinza*
- *Efecto de la carga sobre el generador*

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

2 de 4

ERASMUS ONAC ACREDITADO

ISO/IEC 17025: 2017
18-LAC-017

CERTIFICADO DE CALIBRACION
No. 7365

Fecha de emisión: 2025-09-24.

6. OBSERVACIONES.

- La calibración se realiza con conexión a una fuente de tensión eléctrica C.C. externa.
- La incertidumbre de medición reportada fue estimada teniendo en cuenta las contribuciones debidas a la trazabilidad, especificaciones del instrumento patrón, resolución del instrumento bajo prueba, repetibilidad, posicionamiento de la pinza, y efecto de carga sobre el generador.
- La calibración de la función de resistencia de tierra se realizó a una frecuencia de: 125 Hz.

7. INFORMACIÓN ADICIONAL DE LA CALIBRACIÓN.

Encargado(s) de la calibración:	Laura Milena Velandia R. (Sesión 1) – Paula Cardenas Dueñas (Sesión 2).			
Supervisor:	Rafael Zamudio Ayala.			
Personal adicional:	Ninguno.			
Código de muestra:	12129.			
Fecha de recepción	2025-09-16.			
Sesión 1.				
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	21,9 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	58,6 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	11:22	*Hora Final*	11:28
Sesión 2.				
Condiciones ambientales	*Temperatura (°C)*	23,7 ± 0,2	*Humedad relativa (%)*	57,9 ± 1,5
Intervalo de tiempo de la prueba	*Hora Inicial*	16:59	*Hora Final*	17:07

Tabla 4. Información adicional de la calibración.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.

ERASMUS S.A.S.
Dirección: Carrera 17 No. 39-58, Bogotá, Laboratorio de calibración.
Teléfono: (57) (1) 4864030 Ext. 1112
Correo electrónico: laboratorio@erasmus.com.co – *Pagina Web:* www.erasmus.com.co

Fecha de emisión: 2025-09-24. 7365 Página 4 de 4

8. RESPONSABLES.

Elaboro	Aprobado
S. Gamez	
Esneyder Gamez González Metrólogo del laboratorio.	Elena P. Prieto Rodríguez. Coordinador del laboratorio.

- Los resultados de calibración, medidas y declaración de conformidad solo se refieren al instrumento bajo prueba.
- Este certificado de calibración expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas y no podrán ser adulteradas ni manipuladas por personas ajenas a **ERASMUS S.A.S**.
- Los resultados contenidos en el presente certificado se refieren en el momento y condiciones en el que se realizaron las mediciones.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la mala manipulación de los instrumentos calibrados o por los resultados que se obtengan por alguna persona o entidad a partir del uso del contenido de este certificado de calibración.
- **ERASMUS S.A.S.** no realiza ningún tipo de muestreo en las calibraciones realizadas.
- **ERASMUS S.A.S.** no se responsabiliza por la información y/o datos entregados por el cliente. (Esta información estará identificada en letra Cambria 11 en forma cursiva).
- **ERASMUS S.A.S.** no autoriza en ninguna circunstancia el uso del símbolo de acreditado de ONAC a sus clientes.

Final del certificado.

PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL DE ESTE DOCUMENTO SIN PREVIA AUTORIZACIÓN.


ERASMUS
ONAC
ACREDITADO
Certificado No. 7365
Fecha de calibración: 2025/09/22
S/N equipo: 17360533
ISO/IEC 17025:2017
18-LAC-017
www.erasmus.com.co
4864030 - 4864032

Certificado de calibración de analizador FLUKE TI10

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION CERTIFICATE

NÚMERO: **CTE772**
Number

LABORATORIO *Laboratory*	:	TEMPERATURA / TEMPERATURE
INSTRUMENTO *Instrument*	:	CÁMARA TERMÓGRAFICA / THERMAL CAMERA
FABRICANTE *Manufacturer*	:	FLUKE
MODELO *Model*	:	Ti10
(a) **NÚMERO DE SERIE/ CÓD. DE IDENT.** *Serial number*	:	11030423
(a) **IDENTIFICACIÓN CLIENTE** *Customer Identification*	:	SIN // Without Customer Identification
(a) **PARTE NÚMERO** *Part Number*	:	SIN // Without Customer Identification
RESOLUCIÓN *Resolution*	:	0,1 °C
(a) **SOLICITANTE** *Customer*	:	**CORPORACIÓN PARA LA ENERGÍA Y EL MEDIO AMBIENTE - CORPOEMA**
(a) **DIRECCIÓN** *Address*	:	Carrera 62 No 98B - 22 Oficina 402 / Bogotá D.C. - Colombia
FECHA DE RECEPCIÓN *Date of reception*	:	2025-10-22
FECHA DE CALIBRACIÓN *Date of calibration*	:	2025-10-23
(a) **PRÓXIMA FECHA DE CALIBRACIÓN** *Next suggested calibration date*	:	No Aplica
NÚMERO DE PÁGINAS *Number of pages*	:	3

FIRMAS AUTORIZADAS:
Authorized signatures

Calibrado por / Calibrated by

JUAN CAMILO RODRÍGUEZ M.

Autorizado por / Authorized by

Radicación : **0100103066 / 76560**
File number

Fecha de Emisión: **2025-10-24**
Date of issue

Este certificado expresa fielmente el resultado de las mediciones realizadas. No puede ser reproducido parcialmente, excepto con autorización del laboratorio que lo emite. Los certificados de calibración sin firma no son válidos.
This certificate is an accurate record of the performed measurements results. This certificate may not be reproduced other than in full except with the permission of issuing laboratory. Calibration certificates without signature are not valid.
Los resultados contenidos en este certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones. El laboratorio que lo emite, no se responsabiliza de los perjuicios por el uso inadecuado de los instrumentos calibrados o de este certificado.
The results of this certificate refer to the moment and conditions under which the measurements were made. The issuing laboratory assumes no responsibility to the misuse of the calibrated instruments or this certificate.

El usuario es responsable de establecer los intervalos de calibración de sus instrumentos de medida.
The user is responsible for having his instruments calibrated at appropiated intervals.

Carrera 29 N° 73 - 01 / Bogotá DC, Colombia. PBX: +601 311 83 54 laboratorio@sumincol.net / www.sumincol.net

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

LABORATORIO DE TEMPERATURA
(Temperature Laboratory)
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
(Calibration Certificate Number)

DATOS Y RESULTADOS DE CALIBRACIÓN
CALIBRATION DATA AND RESULTS

Trabajo Realizado:
Work done
CALIBRACION
Calibration

Método Utilizado:
Method Used
La calibración se realiza por el método de comparación directa, midiendo la radiación térmica emitida por el patrón a una distancia determinada a un rango espectral de 8 µm a 14 µm y una emisividad de 0,95, midiendo el punto central
Calibration is performed by the direct comparison method, measuring the thermal radiation emitted by the standard at a given distance at a spectral range of 8 µm to 14 µm and an emissivity of 0.95, measuring the central point.

Procedimiento Interno utilizado:
Internal procedure used:
LAB-PT-CTE-02 Basado en la ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers
LAB-PT-CTE-02 Based on the ASTM E2847 – 21 Standard Test Method for Calibration and Accuracy Verification of Wideband Infrared Thermometers

CONDICIONES AMBIENTALES
ENVIRONMENTAL CONDITIONS

	MÁXIMO // MAXIMUM	MÍNIMO // MINIMUM
Temperatura ambiente: *Temperature*	27,7 ºC	21,4 ºC
Humedad Relativa: *Relative Humidity*	58 %hr	45 %hr

Unidades de medida:
Measurement units:
Sistema Internacional de Unidades (SI) Basado NIST sp-811:2008
International System of Units (SI) Based NIST sp-811:2008
Equivalencia *// Equivalence:* 1 °C = 273,15 K

Datos del instrumento a calibrar:
Instrument data to be calibrated:

Emisividad [Ɛ]: Fija *fixed Emissivity [Ɛ]:*	0,95
Banda Espectral: *Spectral Band:*	7,5 µm a 14 µm
Distance de medición *Distance Measure*	112,5 mm a 1 m
Distancia de Calibración: *Calibration Distance:*	90 cm
CDVI (resolución espacial): *CDVI (spatial resolution):*	2,50 mrad
Intervalo de medida: *Measuring range*	-20 °C a 250 °C

Configuración: *Setting:* **Manual**

Intervalo de Calibración *Calibration interval*	**Valor aplicado** *Applied value*	**Resultados** *Results*			
	Temperatura Generada *Generated Temperature*	**Valor medido*** *Measured value**	**Corrección** *Correction*	**Factor De Cobertura** *Coverage Factor k*	**Incertidumbre** *Uncertainty ±U*
35 °C a 250 °C	35 °C	35,2 °C	-0,24 °C	2,0	0,71 °C
	150 °C	146,7 °C	3,32 °C	2,0	0,77 °C
	250 °C	246,9 °C	3,2 °C	2,0	1,0 °C

** Resultado del promedio de la medición de 10 lecturas por punto // * Result of the average of the measurement of 10 readings per point.*

Nota: La incertidumbre expandida de la medición reportada se establece como la incertidumbre estándar de medición multiplicada por el factor de cobertura "k" y la probabilidad de cobertura, la cual debe ser aproximada al 95% y no menor a este valor.
Note: *The expanded measurement uncertainty reported is established as the standard measurement uncertainty multiplied by the coverage factor "k" and the coverage probability, which should be close to 95% and not less than this value.*

***** FIN TOMA DE DATOS *****
**** END OF DATA COLLECTION ****

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com

SUMINCOL
Suministros Industriales de Colombia S.A.S.

ONAC ACREDITADO
ISO/IEC 17025:2017
13-LAC-003

ilac-MRA

LABORATORIO DE TEMPERATURA
(Temperature Laboratory)
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
(Calibration Certificate Number)

TRAZABILIDAD METROLOGICA *// METROLOGICAL TRACEABILITY*:
El laboratorio asegura la trazabilidad de las mediciones y de sus patrones de referencia al Sistema Internacional de Unidades S.I., por medio de la calibración de sus equipos patrón a intervalos definidos con un laboratorio acreditado por organismos que hacen parte del Acuerdo de Mutuo Reconocimiento.
The laboratory ensures the traceability of measurements and their reference standards to the International System of Units S.I., through the calibration of their standard equipment at defined intervals with an accredited laboratory.

EQUIPOS PATRÓN UTILIZADOS PARA LA CALIBRACIÓN
STANDARD EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION

PATRÓN UTILIZADO: ***Standard Used:***	PRECISION INFRARED CALIBRATOR	**EQUIPO DE APOYO:** ***Support Equipment:***	HUMIDITY AND TEMPERATURE RECORDER
Modelo: *Model:*	4181	Modelo: *Model:*	RHT20
Numero de Serie: *Serie Number:*	B56286	Numero de Serie: *Serie Number:*	A21114570
Codigo Interno: *Internal code:*	LMCCO-091	Codigo Interno: *Internal code:*	LMCCO-084
Certificado de Calibración: *Calibration certificate:*	TLM-T-3826	Certificado de Calibración: *Calibration certificate:*	TE-9801-25 HR-5401-25
Fecha de calibración: *Date Calibration:*	2025-07-24	Fecha de calibración: *Date Calibration:*	2025-05-02
Fecha de Vencimiento: Due *Date:*	2027-07-24	Fecha de Vencimiento: Due *Date:*	2026-05-02
Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:*	TESLA / ONAC	Certificado Emitido por / Acreditado por: *Certificate Issued by / Accredited by:*	VALMET L&M / ONAC

OBSERVACIONES:
Observations:

1. Los Certificados de calibración sin firma no tienen validez.
1. Unsigned Calibration Certificates are invalid.
2. Los datos contenidos en este certificado, sólo se refieren al instrumento bajo prueba.
2. The data contained in this certificate only refer to the instrument under test.
3. La próxima calibración del instrumento será de acuerdo al programa de Aseguramiento Metrológico establecido por el usuario.
3. The next instrument calibration will be according to the Metrological Assurance program established by the user.
4. el valor ε = 0.95 se configura para efectos de la calibración que sea igual a la emisividad del radiador patrón.
4. the value ε = 0.95 is set for calibration purposes to be equal to the emisivity of the standard radiator.
5. Los resultados antes y después de cualquier ajuste o reparación serán entregados en el certificado de calibración siempre y cuando el instrumento pueda ser calibrado (de lecturas) antes de ser intervenido.
5. The results before and after any adjustment or repair will be delivered in the calibration certificate as long as the instrument can be calibrated (readings) before being operated on.
6. Los puntos calibrados fueron previamente acordados con el cliente.
6. The calibrated points were previously agreed with the client .
7. El diametro durante la medición usada del patrón fue de 2 in
7. The diameter during the measurement used of the standard was 2 in
8. El instrumento se configura la medición en el valor central de los pixeles de la pantalla contrastado con los conceptos de CDVI dados por los fabricantes de estos equipos.
8. The instrument is configured to measure the central value of the pixels of the screen contrasted with the CDVI concepts given by the manufacturers of this equipment.
9. **(a) Información suministrada por el cliente**. Sumincol no se hace responsable de dicha informacion.
(b) Descargo de Responsabilidad: Sumincol no se hace responsable cuando la informacion proporcionada por el cliente puede afectar la validez de los resultados.

FIN DE ESTE DOCUMENTO. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN NÚMERO: CTE772
END OF THIS DOCUMENT. CALIBRATION CERTIFICATE NUMBER: CTE772

LAB-FT-CTE-50-02
2025-07-11

CORPOEMA
Carrera 62 # 98B - 22 of. 402, Bogotá, Colombia
corpoema@corpoema.net
www.corpoema.net

SinergIA Energía Solar
SINERGÍA PROYECTOS SOSTENIBLES S.A.S
Cra. 15b N 52-16. Montería, Colombia
+57 300 7864522
www.sinergiaenergy.com