

## Research Article

# Análisis de la eficiencia energética de las instalaciones del Edificio Académico del Bloque A de la UTC, Extensión La Maná

## *Energy efficiency analysis of the facilities of the Academic Building of Block A of the UTC, La Maná Extension*

Masapanta-Masapanta,  
Alexander <sup>1</sup><https://orcid.org/0009-0001-8445-2228>[edwinmasapanta7127@utc.edu.ec](mailto:edwinmasapanta7127@utc.edu.ec)

Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador, La Maná

Edwin

Pazuña-Naranjo, William Paul <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-0003-0159-6734>[william.pazuna2@utc.edu.ec](mailto:william.pazuna2@utc.edu.ec)

Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador, La Maná

Corrales-Bonilla, Johnatan Israel <sup>3</sup><https://orcid.org/0000-0003-0843-8704>[johnatan.corrales5518@utc.edu.ec](mailto:johnatan.corrales5518@utc.edu.ec)

Universidad Técnica de Cotopaxi, Ecuador, La Maná

Autor de correspondencia <sup>1</sup>DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v5/n3/206>

**Resumen:** En edificaciones institucionales, suele presentarse una alta demanda de energía eléctrica asociado a sus múltiples funciones, requiere de un monitoreo continuo que permita identificar áreas de optimización. El estudio se realizó con el objetivo de analizar la eficiencia energética del Edificio Académico del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná. Se aplicó una metodología cuantitativa, descriptiva y aplicada. El proceso de levantamiento de información se realizó mediante el analizador de redes marca Fluke 435 instalado en el tablero del edificio, con mediciones continuas durante 31 días, registrando datos a intervalos, en complemento para la descarga se utilizó la interfaz PowerLog Fluke. Se monitorearon parámetros como voltaje y corriente por fase, potencia activa, reactiva y aparente, energía activa acumulada, factor de potencia, así como los desequilibrios de corriente y potencia trifásica. Se concluyó que el sistema eléctrico presentó tensiones estables cercanas a 132 V por fase y un consumo acumulado de 3.18 MWh durante el período de evaluación, se identificaron desequilibrios de corriente de hasta 30 A entre fases y un factor de potencia que descendió en ciertos momentos a 0.70, en esencia, surge la necesidad de aplicar mejoras técnicas para optimizar la eficiencia y prolongar la vida útil de los equipos.

**Palabras clave:** eficiencia energética, consumo, evaluación.

Check for  
updates**Received:** 02/Jun/2025**Accepted:** 08/Jul/2025**Published:** 31/Jul/2025

**Cita:** Masapanta-Masapanta, E. A., Pazuña-Naranjo, W. P., & Corrales-Bonilla, J. I. (2025). Análisis de la eficiencia energética de las instalaciones del Edificio Académico del Bloque A de la UTC, Extensión La Maná. *Journal of Economic and Social Science Research*, 5(3), 63-77. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v5/n3/206>

Journal of Economic and Social Science Research (JESSR)

<https://economicsocialresearch.com>[info@editoriagrupo-aea.com](mailto:info@editoriagrupo-aea.com)

**Nota del editor:** Editorial Grupo AEA se mantiene neutral con respecto a las reclamaciones legales resultantes de contenido publicado. La responsabilidad de información publicada recae enteramente en los autores.

© 2025. Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional**.



## Abstract

In institutional buildings, there is usually a high demand for electrical energy associated with its multiple functions, requiring continuous monitoring to identify areas for optimization. The study was carried out with the objective of analyzing the energy efficiency of the Academic Building of Block A of the Technical University of Cotopaxi, La Maná Extension. A quantitative, descriptive and applied methodology was applied. The information gathering process was carried out using the Fluke 435 network analyzer installed on the building's dashboard, with continuous measurements for 31 days, recording data at intervals, as a complement to the download the Fluke PowerLog interface was used. Parameters such as voltage and current per phase, active, reactive and apparent power, accumulated active energy, power factor, as well as current and three-phase power imbalances were monitored. It was concluded that the electrical system presented stable voltages close to 132 V per phase and an accumulated consumption of 3.18 MWh during the evaluation period, current imbalances of up to 30 A between phases and a power factor that decreased at certain times to 0.70 were identified, in essence, the need to apply technical improvements arises to optimize efficiency and extend the useful life of the equipment.

**Keywords:** energy efficiency, consumption, evaluation.

## 1. Introducción

En la actualidad, según Giuliano & Ortega (2022) el uso racional y eficiente de la energía representa una prioridad global frente a los crecientes desafíos ambientales, el agotamiento de recursos no renovables y la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Acorde a Cheng et al. (2024) algunos países han adoptado políticas y estrategias enfocadas en la transición hacia un modelo energético más sostenible, promoviendo el desarrollo de tecnologías limpias con la optimización del consumo energético en edificaciones.

En este marco, Vallejo et al. (2024) señalan que la eficiencia energética se posiciona como una herramienta determinante para mejorar el desempeño de infraestructuras, reducir costos operativos y contribuir a través de prácticas sostenibles. En América Latina y, particularmente, en Ecuador, tal como indican Castañon et al. (2024) el avance hacia la eficiencia energética ha cobrado relevancia; en el país ha implementado planes y normativas como la Política Energética Nacional y el Plan Nacional de Eficiencia Energética, que buscan promover el uso racional de la energía en sectores productivos, residenciales y públicos.

La prestación del servicio eléctrico por parte de ELEPCO S.A. en la provincia de Cotopaxi adquiere una relevancia aún mayor en el contexto de la reciente crisis energética que afectó al país, evidenciada por los prolongados cortes de luz y la disminución del recurso hídrico. De acuerdo con Velepucha et al. (2024) esta situación pone en evidencia la urgencia de fomentar una cultura de eficiencia energética, especialmente en infraestructuras educativas como las universidades, donde el

consumo eléctrico es elevado debido al uso constante de equipos tecnológicos, iluminación y climatización.

Algunos estudios como el de Romo y Morales (2021) que analizan el consumo energético de una universidad de la ciudad de Azoques, ha identificado el elevado uso de electricidad, y planteó medidas de eficiencia como el cambio a luminarias LED y la instalación de un sistema fotovoltaico, estimando una reducción de 15.573 toneladas de CO<sub>2</sub> al año. Asimismo, se revisa metodologías para evaluar la eficiencia energética en edificaciones universitarias, destacando auditorías, simulaciones y mediciones avanzadas. Señala la necesidad de adaptarlas al contexto académico.

A nivel de instituciones de educación superior, Arróliga & Betanco (2021) exponen que existe mayor complejidad, porque dichas infraestructuras albergan alta densidad de usuarios y equipamiento eléctrico que requiere ser gestionado de forma estratégica. Ladeuth et al. (2021) explican que la aplicación de diagnósticos energéticos en universidades permite detectar oportunidades de mejora, fomentar la cultura del ahorro energético y optimizar el uso de recursos institucionales.

En este sentido, se observa que el Edificio Académico del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC), Extensión La Maná, no cuenta con una evaluación sistemática de su consumo energético ni con estrategias concretas para mejorar su desempeño en este ámbito. A pesar de su constante uso por parte de docentes, estudiantes y personal administrativo, no se dispone de datos actualizados que permitan identificar las áreas de mayor consumo, posibles fugas o ineficiencias, lo que podría estar generando un gasto innecesario de energía y recursos económicos. Tal como indica, Meza et al. (2023) esta situación evidencia una problemática que requiere ser abordada mediante un análisis técnico que permita diagnosticar y mejorar la eficiencia energética del edificio.

Por tanto, el objetivo del estudio es evaluar la eficiencia energética de las instalaciones del edificio académico del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná, mediante el análisis del consumo eléctrico, el uso de equipos y sistemas, y la aplicación de indicadores técnicos, con el fin de identificar oportunidades de mejora y reducción de costos energéticos. En función de los objetivos planteados, se optó por un estudio con enfoque cuantitativo y diseño no experimental, que no contempló alteración de las condiciones del sistema, sino que se observó su comportamiento en la realidad operativa del edificio.

La investigación se desarrolló con un alcance descriptivo y corte transversal, centrado en caracterizar el estado actual del consumo energético durante un período determinado. La toma de datos se efectuó directamente en el sitio, mediante la instalación de un analizador de parámetros eléctricos Power Log en el tablero principal del Bloque A. Esta instrumentación permitió registrar de forma continua, durante 31 días, variables técnicas como tensiones, corrientes, potencias y energía activa. Los registros obtenidos fueron organizados y procesados con apoyo de herramientas digitales, lo que permitió interpretar el comportamiento energético.

## 2. Materiales y métodos

La investigación se desarrolló bajo un diseño metodológico no experimental, con un enfoque cuantitativo y descriptivo, de corte transversal, recolectando datos en un período determinado, sin intervenir sobre el comportamiento de las variables. El levantamiento de información se llevó a cabo in situ, mediante el uso de un analizador de redes trifásico marca Fluke 435, que fue instalado en el tablero general del Edificio Académico del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná.

El equipo permaneció en funcionamiento continuo durante 31 días consecutivos, registrando parámetros eléctricos a intervalos regulares. Una vez concluido el periodo de monitoreo, los datos almacenados en el Fluke 435 fueron extraídos mediante la interfaz PowerLog de Fluke, software especializado que permite la transferencia de información desde el equipo hacia una computadora. Los datos fueron exportados en formato Excel (.xlsx), lo cual facilitó su procesamiento, análisis gráfico y evaluación técnica de las variables eléctricas más relevantes.

El periodo de extracción de los datos tuvo inicio el 08 de mayo hasta el 07 de junio de 2025, cubriendo días laborables y también fines de semana, para registrar un patrón completo del comportamiento eléctrico durante distintos niveles de actividad institucional. La configuración del analizador fue establecida para realizar lecturas continuas con intervalos de 30 segundos, lo que permitió una resolución temporal adecuada para la identificación de variaciones diarias, picos de carga y consumos base. Durante el proceso de medición se registraron las variables eléctricas:

**Tabla 1**  
*Variables de medición*

Variable	Mínimo	Máximo	Promedio	Descripción
Voltaje L1	128.25 V	135.21 V	132.02 V	Nivel de tensión en la fase L1.
Voltaje L2	128.29 V	135.35 V	132.17 V	Nivel de tensión en la fase L2.
Voltaje L3	128.98 V	135.86 V	132.74 V	Nivel de tensión en la fase L3.
Corriente L1	16.90 A	145.50 A	70.18 A	Corriente que circula por la fase L1.
Corriente L2	3.20 A	102.00 A	49.34 A	Corriente que circula por la fase L2.
Corriente L3	9.30 A	157.70 A	79.57 A	Corriente que circula por la fase L3.
Potencia Activa P	3270 W	51690 W	25639.08 W	Energía útil consumida por los equipos.
Potencia Reactiva Q	-840 VAR	2760 VAR	1410.57 VAR	Energía que circula sin ser consumida, asociada a cargas inductivas o capacitivas.
Potencia Aparente S	4620 VA	53160 VA	26757.82 VA	Combinación de la potencia activa y reactiva.
Factor de Potencia	0.70	0.99	0.94	Eficiencia del uso de la energía eléctrica.
Potencia Total				
Corriente Promedio Trifásica			66,37 A.	Promedio de corriente en las tres fases.

*Nota:* La tabla fue elaborada con base a los datos obtenidos de la medición realizada con el analizador de redes trifásico marca Fluke 435 en el tablero general del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi (Autores, 2025).

Estas variables fueron exportadas en formato Excel (.xlsx) y posteriormente organizadas para su análisis estadístico y gráfico. Se descartaron las columnas de

estado automático generadas por el equipo, enfocando el estudio en los valores numéricos medidos.

### 2.1. Procesamiento y análisis de datos

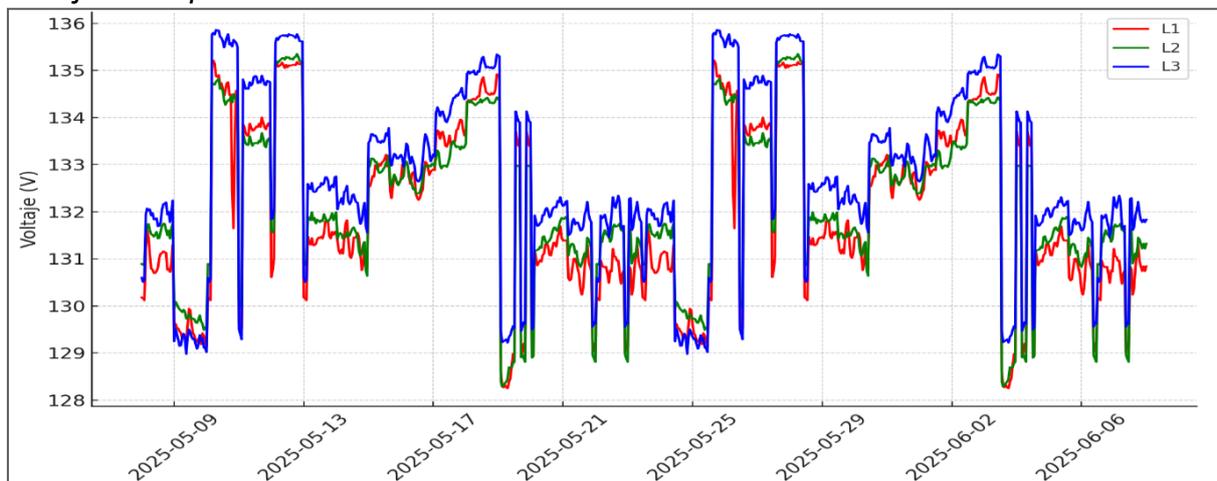
Los datos recolectados fueron tratados mediante herramientas de análisis en Excel, generando gráficos de tendencias para cada variable, así como comparaciones entre fases. Se realizaron cálculos de promedio, máximos, mínimos y variaciones para evaluar el comportamiento energético a lo largo del tiempo. Posteriormente, se elaboraron gráficos de voltaje, corriente, potencia activa y energía acumulada, que fueron interpretados con base a los criterios técnicos normativos 60364 y 1459, emitidos por la *International Electrotechnical Commission IEC (Comisión Electrotécnica Internacional)*, además de prácticas de eficiencia energética en edificaciones institucionales.

## 3. Resultados

El análisis realizado en de las instalaciones del Edificio Académico del Bloque A de la UTC, Extensión La Maná, evidenció aspectos importantes acerca del desempeño del sistema eléctrico, durante el periodo de monitoreo, los voltajes RMS de las tres fases se mantuvieron relativamente estables. El voltaje promedio fue de 132.02 V para L1, 132.17 V para L2 y 132.74 V para L3, con valores mínimos y máximos comprendidos entre 128.25 V y 135.86 V.

**Figura 1**

*Voltaje RMS por fase*



*Nota:* Elaborado a partir de los datos tomados del tablero general del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, 2025 (Autores, 2025).

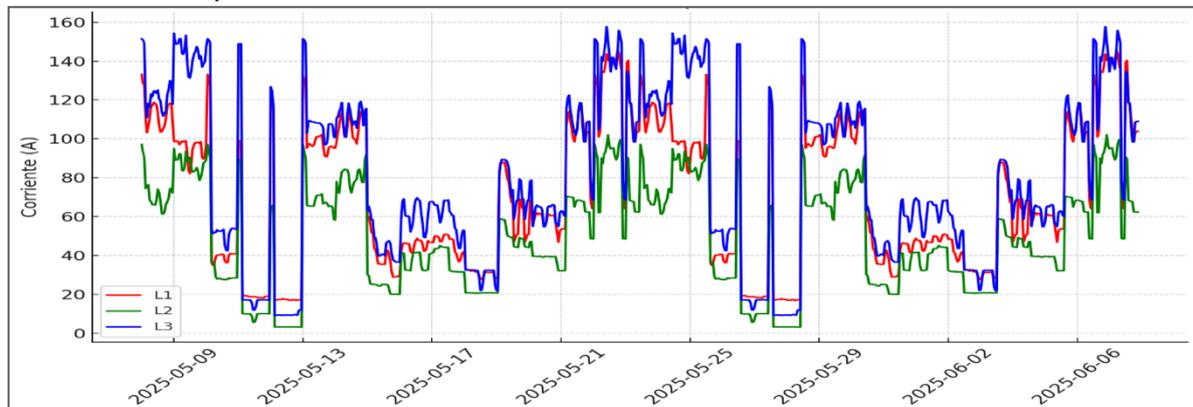
Estas fluctuaciones son comunes en sistemas eléctricos con cargas variables y se mantienen dentro de un margen aceptable para baja tensión. El equilibrio de tensión entre fases indica que no hay fallas evidentes de suministro, lo cual es esencial para preservar la eficiencia de los equipos conectados.

### 3.1. Corriente RMS por fase

En la Figura 2 se registraron diferencias notables entre fases, la corriente promedio fue de 70.18 A para L1, 49.34 A para L2 y 79.57 A para L3, evidenciando desequilibrio. Los máximos alcanzados fueron 145.50 A en L1, 102.00 A en L2 y 157.70 A en L3, lo que indica que L3 es la fase más exigida energéticamente.

#### Figura 2

Corriente RMS por fase



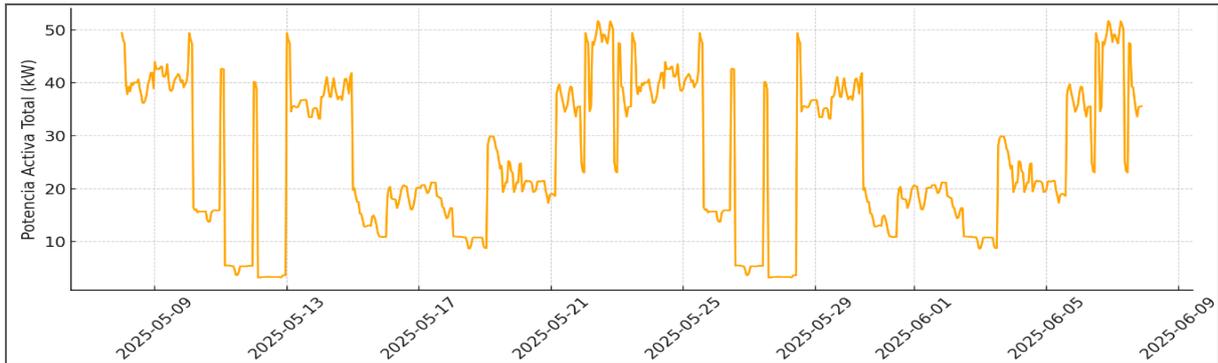
Nota: Elaborado a partir de los datos tomados del tablero general del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, 2025 (Autores, 2025).

Este desequilibrio podría provocar efectos negativos como calentamiento de conductores, activación de protecciones, e incluso daños en equipos trifásicos. Se recomienda redistribuir las cargas de forma más uniforme entre las fases para optimizar la eficiencia del sistema y prolongar la vida útil de los componentes eléctricos.

### 3.2. Potencia activa vs tiempo

La curva de la potencia activa total mostró un comportamiento variable, con un valor promedio de 25.64 kW, alcanzando picos máximos de hasta 51.69 kW y mínimos de 3.27 kW. Estas variaciones reflejan el patrón de uso típico de una instalación institucional, con cargas que se encienden y apagan en diferentes momentos del día.

**Figura 3**  
*Potencia activa vs tiempo*



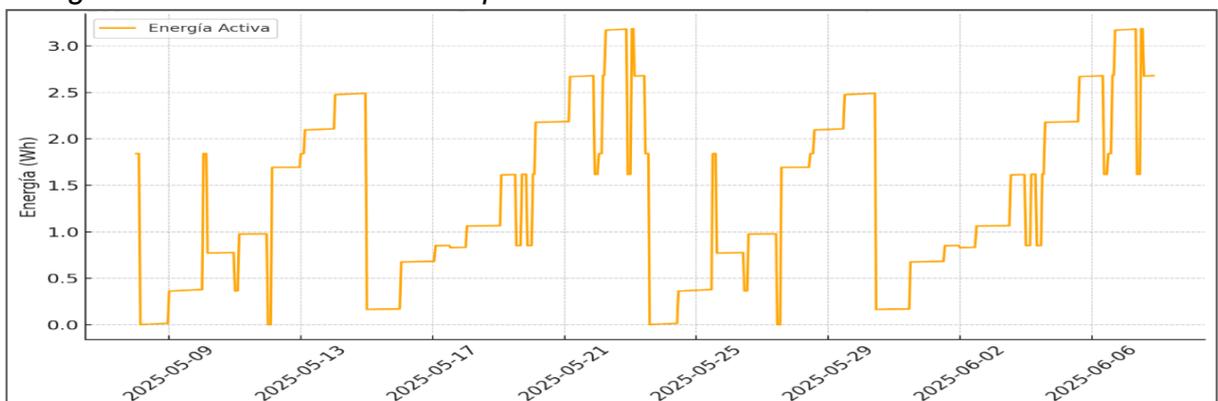
*Nota:* Elaborado a partir de los datos tomados del tablero general del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, 2025 (Autores, 2025).

Se observan claramente picos pronunciados de demanda, que pueden coincidir con momentos de alto uso simultáneo de equipos eléctricos, como computadoras, proyectores, aire acondicionado, iluminación y maquinaria de laboratorio. También hay descensos periódicos que probablemente corresponden a horarios de inactividad como las noches o fines de semana.

**3.3. Energía activa acumulada vs tiempo**

La curva muestra cómo se ha ido acumulando la energía activa consumida por el Bloque B a lo largo del tiempo. El comportamiento es ascendente y constante, lo cual es normal y esperable en un sistema que permanece en operación continua. Los valores registrados van desde 672 Wh al inicio, hasta un máximo de 3.184.831 Wh que es equivalente a 3.18 MWh al final del periodo. Esto indica un consumo progresivo de energía durante todo el mes.

**Figura 4**  
*Energía activa acumulada vs tiempo*

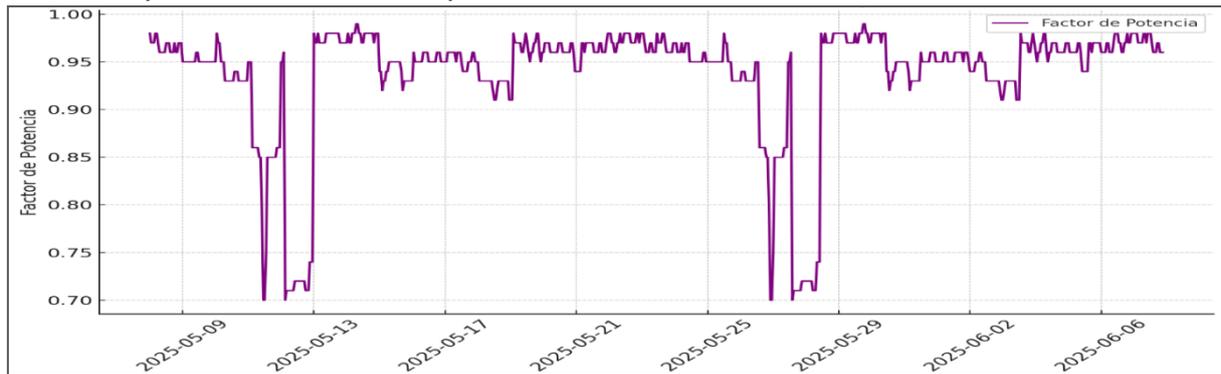


*Nota:* Elaborado a partir de los datos tomados del tablero general del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, 2025.

**3.4. Factor de potencia total vs tiempo**

En factor de potencia *FP* es una medida de eficiencia energética. En la figura 5, se observa que este valor *FP* varía entre 0.70 y 0.99, con un promedio excelente de 0.94. Esto indica que la mayoría de las cargas están bien compensadas.

**Figura 5**  
Factor de potencia total vs tiempo



Nota: Elaborado a partir de los datos tomados del tablero general del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, 2025 (Autores, 2025).

No obstante, el valor mínimo de 0.70 es una alerta que merece atención, ya que implica mayor presencia de potencia reactiva en ese instante. Si estas caídas se repiten con frecuencia, sería conveniente analizar el comportamiento de motores o grandes inductores en esos momentos. Algunas de las posibles causas de las caídas pueden ser:

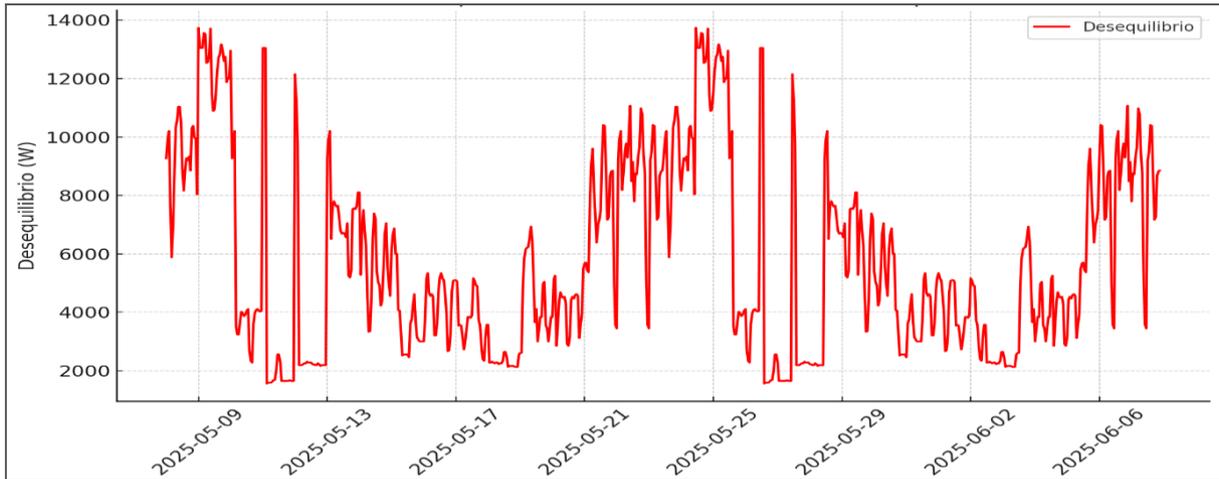
- Arranques de motores de gran potencia sin compensación adecuada.
- Picos de demanda inductiva causados por bombas o compresores.
- Cargas no lineales (variadores, UPS, soldadoras) que introducen armónicos, reduciendo el FP aparente.

### 3.5. Desequilibrio de potencia total vs tiempo

La Figura 6 representa la variación del desequilibrio de potencia total en el sistema trifásico, reflejando diferencias entre las potencias de cada fase. Durante el periodo de análisis, los valores oscilaron entre 1,560 W y 13,740 W, con un promedio de 5,775.69 W.

El rango evidencia fluctuaciones importantes en el balance de potencia, especialmente en momentos de alta demanda o cuando ciertas cargas monofásicas se activan de forma desigual. Estos niveles de desequilibrio pueden provocar ineficiencias energéticas, calentamiento de equipos y una distribución desigual del esfuerzo entre fases.

**Figura 6**  
*Desequilibrio de Potencia Total vs Tiempo*



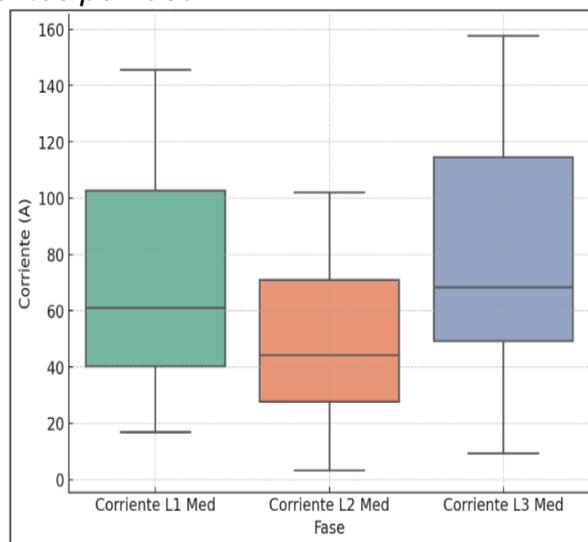
*Nota:* Elaborado a partir de los datos tomados del tablero general del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, 2025 (Autores, 2025).

Aunque no se registran valores extremos, el comportamiento repetitivo sugiere la necesidad de revisar la distribución de carga y, de ser necesario, implementar correcciones de fase o balanceo para optimizar el rendimiento del sistema eléctrico.

**3.6. Comparación de corrientes por fase**

Al comparar las corrientes se aprecian diferencias en la carga entre fases. La fase L3 presenta la mayor corriente promedio con 79.57 A, mientras que la fase L2 es la menos cargada con solo 49.34 A en promedio. Esta diferencia indica un desequilibrio de carga trifásica. El valor máximo más alto también se registra en L3 con 157.7 A, lo cual puede suponer una sobrecarga puntual. Este desequilibrio puede generar pérdidas energéticas y desgaste acelerado de equipos. Se recomienda redistribuir las cargas para balancear el sistema y mejorar su eficiencia.

**Figura 7**  
*Comparativo de corrientes por fase*



*Nota:* Elaborado a partir de los datos tomados del tablero general del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, 2025 (Autores, 2025).

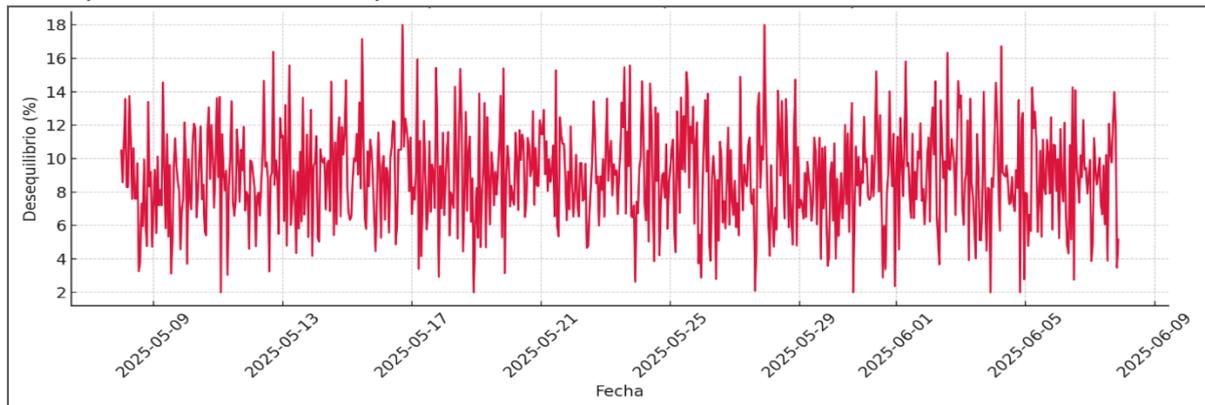
Tal comportamiento puede traducirse en un incremento de las pérdidas por calentamiento, afectación en la vida útil de transformadores y una disminución del factor de potencia. Este análisis refuerza la necesidad de redistribuir las cargas para optimizar el desempeño energético del sistema eléctrico del edificio.

### 3.6. Desequilibrio de corriente por fase

En la figura 8 se muestra el desequilibrio de corriente entre fases en el sistema trifásico del Bloque A. Este desequilibrio se calcula como el porcentaje de diferencia entre la fase más alejada y el promedio de las tres corrientes. Durante el periodo evaluado, los valores de desequilibrio se mantuvieron entre 2% y 18%, con un promedio cercano al 9%, lo cual es aceptable para instalaciones de este tipo.

#### Figura 8

*Desequilibrio de corriente por fase*



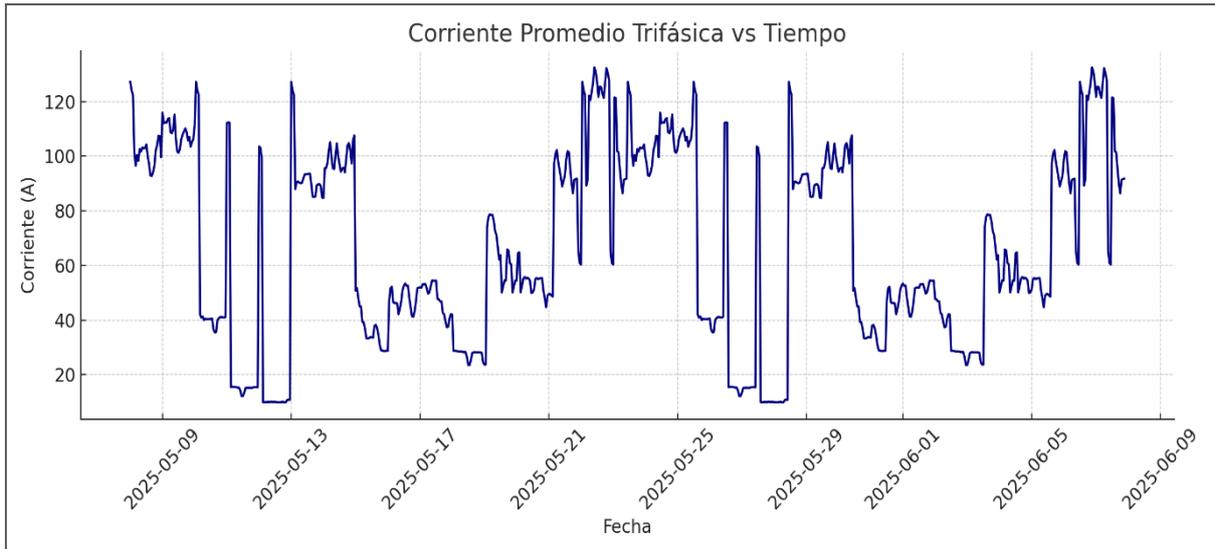
*Nota:* Elaborado a partir de los datos tomados del tablero general del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, 2025 (Autores, 2025).

El comportamiento de la curva revela pequeñas fluctuaciones diarias, posiblemente relacionadas con el encendido o apagado de cargas monofásicas distribuidas de manera desigual. Si bien no se registran valores excesivos, es recomendable mantener el desequilibrio por debajo del 10% para prevenir sobrecargas en una sola fase, evitar pérdidas energéticas y garantizar mayor vida útil de los equipos eléctricos.

### 3.7. Curva de corriente promedio trifásica

La figura 9 presenta la evolución temporal de la corriente promedio trifásica, calculada a partir de las tres fases L1, L2 y L3. Durante el periodo evaluado, los valores oscilaron entre un mínimo de 9.87 A y un máximo de 132.53 A, con un promedio general de 66.37 A. Esta magnitud de corriente es coherente con los niveles de carga eléctrica observados previamente en el edificio, incluyendo equipos de iluminación, computadoras, proyectores y laboratorios.

**Figura 9**  
*Corriente promedio trifásica*



*Nota:* Elaborado a partir de los datos tomados del tablero general del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi Extensión La Maná, 2025 (Autores, 2025).

El comportamiento de la curva refleja con claridad los ciclos de actividad del bloque: picos durante horarios laborales y caídas en horarios nocturnos o fines de semana. La corriente promedio permite tener una visión consolidada del nivel de consumo eléctrico sin entrar en detalles de fase individual. Esta información es muy útil para evaluar la capacidad de los sistemas de protección, dimensionar conductores y establecer estrategias de eficiencia energética.

**3.8. Recomendaciones para el mejoramiento de la eficiencia energética**

Los resultados del análisis eléctrico del bloque académico del Edificio A de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná, evidencian un notable desequilibrio en las corrientes por fase, especialmente en la fase L3, lo que sugiere una distribución inadecuada de las cargas. Se recomienda revisar y redistribuir los circuitos monofásicos para equilibrar el consumo entre fases, reduciendo así las pérdidas eléctricas y mejorando la vida útil de los componentes del sistema (Potscka et al., 2024). En la tabla 2 se sintetizó un conjunto de recomendaciones técnicas específicas diseñadas para abordar de manera directa cada uno de los valores hallazgos detectados.

**Tabla 2**  
*Recomendaciones frente a las deficiencias detectadas*

Ítem	Resultado detectado	Recomendación	Impacto
Distribución de cargas	Desequilibrio moderado entre fases (L3 con mayor carga).	Realizar una redistribución de cargas para equilibrar el consumo entre fases.	Reducción de pérdidas eléctricas y mayor vida útil del sistema.

Consumo fuera de horario	Energía consumida de forma continua, incluso en horas no operativas.	Instalar temporizadores o automatización de iluminación y climatización.	Reducción del consumo en horarios inactivos (noche/fines de semana).
Sistemas de iluminación	Alto consumo energético en horas pico.	Sustituir luminarias fluorescentes por tecnología LED de alta eficiencia.	Ahorro energético de hasta un 40–60% en iluminación.
Climatización	Presunta alta carga asociada a sistemas de aire acondicionado.	Implementar termostatos programables y revisar el aislamiento térmico de aulas y oficinas.	Mejora del confort térmico con menor consumo.
Medición energética	Solo se dispone de un punto de medición general.	Instalar submedidores en zonas específicas (aulas, oficinas, climatización).	Identificación precisa de consumos por área para futuras optimizaciones.
Concienciación	No se evidencian acciones de control de uso de energía por parte de usuarios.	Aplicar campañas de concienciación energética para estudiantes y docentes.	Cambio de hábitos y reducción del uso innecesario de equipos.

*Nota:* (Autores, 2025).

También se observó un factor de potencia con por debajo del nivel esperado en ciertos momentos del periodo analizado; se sugiere implementar un sistema de compensación reactiva mediante bancos de capacitores debidamente dimensionados. El establecimiento de un sistema de monitoreo permanente permitiría registrar con precisión el comportamiento de las variables eléctricas, detectar anomalías de forma temprana y garantizar una operación más eficiente y segura de la instalación.

#### 4. Discusión

El estudio realizado en el sistema eléctrico del Edificio Académico del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná, permitió identificar patrones de comportamiento esperados en una instalación educativa, así como algunas áreas críticas que requieren atención. El voltaje RMS por fase se mantuvo estable, con promedios de alrededor de 132 V, lo que indica un suministro adecuado y dentro del rango permitido para baja tensión. Esta estabilidad es fundamental para proteger los equipos conectados y garantizar un funcionamiento seguro (Duarte y Freire, 2021).

Por otro lado, el análisis de la corriente por fase reveló un desequilibrio notable, siendo la fase L3 la más cargada, con una corriente promedio de 79.57 A, en contraste con solo 49.34 A en L2. Este desbalance puede causar pérdidas por efecto Joule, reducir la vida útil de equipos trifásicos y activar protecciones de forma no deseada (Romo y Morales, 2021). Tal como lo afirman Meza et al. (2023), mantener el equilibrio de fases es clave para asegurar eficiencia operativa en instalaciones eléctricas institucionales.

La potencia activa total, con un promedio de 25.64 kW y picos de hasta 51.69 kW, sigue una dinámica coherente con los horarios académicos, reflejando el uso intensivo de cargas en horas pico. Este comportamiento coincide con lo reportado por Castañón et al. (2024), quienes indican que los bloques universitarios presentan perfiles de demanda cíclicos que deben ser gestionados adecuadamente para evitar sobredemanda y penalizaciones tarifarias.

En cuanto al factor de potencia, si bien el promedio general fue adecuado con un 0.94, se detectaron valores mínimos de hasta 0.70, lo cual indica presencia de carga reactiva no compensada en ciertos momentos. Según Guayllas y Morocho (2024), aquel aspecto puede ser corregido mediante bancos de capacitores o estrategias de corrección automática, lo que también mejora la eficiencia energética global.

El análisis del desequilibrio de potencia arrojó un valor promedio de 5.775 W, con máximos de hasta 13.740 W, lo cual, según Velepucha et al. (2024) aunque no resulta crítico, puede impactar negativamente la eficiencia del sistema y generar sobrecarga en una o más fases. Este fenómeno está íntimamente relacionado con la distribución desigual de cargas, como se evidenció también en la curva de corriente promedio trifásica, que mostró un comportamiento oscilante entre 9.87 A y 132.53 A según los ciclos de uso del edificio.

## 5. Conclusiones

El estudio de eficiencia energética realizado en el Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi permitió evidenciar un sistema eléctrico con tensiones estables, con valores promedio de voltaje por fase cercanos a 132 V, lo cual se encuentra dentro de los rangos aceptables según normativas internacionales. No obstante, el análisis reveló un desequilibrio considerable en las corrientes trifásicas, siendo la fase L3 la más cargada con una diferencia de hasta 30 A respecto a L2. Esta condición, sostenida en el tiempo, puede generar sobrecalentamiento en conductores, disparos de protecciones y menor vida útil de los equipos.

El monitoreo continuo durante el periodo de evaluación arrojó un consumo acumulado de energía activa de 3.18 MWh, cifra que refleja el comportamiento típico de una instalación educativa en operación regular. Este valor sirve como una línea base energética confiable, fundamental para comparar el impacto de futuras estrategias de eficiencia energética, así como para establecer políticas de uso racional de la energía y planificación presupuestaria.

En cuanto a la calidad de la energía, si bien el factor de potencia promedio fue favorable (0.94), se detectaron momentos en los que descendió a niveles tan bajos como 0.70, indicando una presencia significativa de carga inductiva no compensada. Además, el sistema registró desequilibrios de potencia de hasta 13.740 W, lo cual es indicativo de un desbalance estructural en la distribución de cargas. Estos hallazgos hacen necesario implementar acciones correctivas específicas, como la instalación de sistemas de compensación de energía reactiva, balanceo de cargas monofásicas y auditorías eléctricas periódicas para preservar la eficiencia y estabilidad del sistema eléctrico del bloque.

## CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.

## Referencias Bibliográficas

- Arróliga, S., & Betanco, J. (2021). Eficiencia energética: una tarea para las universidades. *Revista Científica de FAREM*, 10(1), 166- 178. <https://doi.org/10.5377/farem.v0i0.11617>
- Castañón, M., Ravelo, A., Hernández, J., & Jiménez, A. (2024). Análisis de eficiencia energética en una institución educativa en Baja California. *Tendencias en Energías Renovables y Sustentabilidad (TERYS)*, 3(1), 45-49. <https://doi.org/10.56845/terys.v3i1.178>
- Cheng, C., Martínez, J., & Muñoz, A. (2024). Transición energética y el papel de las políticas públicas. *Tecnociencia*, 26(1), 231-249. <https://doi.org/10.48204/j.tecno.v26n1.a4667>
- Duarte, F., & Freire, C. (2021). *Evaluación de las normativas de calidad de energía eléctrica*. [Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Archivo digital. <https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/56350/1/T-112730%20Duarte%20-%20Freire.pdf>
- Giuliano, G., & Ortega, M. (2022). Diagnóstico energético en la Universidad Nacional de Santiago del Estero, Argentina. *Anales de Investigación en Arquitectura*, 12(2), 1- 13. <https://doi.org/10.18861/ania.2022.12.2.3253>
- Guayllas, B., y Morocho, J. (2024). *Análisis para la eficiencia energética de un sistema de iluminación del edificio Guillermo Mensi mediante un sistema fotovoltaico de la Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca*. [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana]. Archivo digital. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/27842/4/UPS-CT011402.pdf>
- Ladeuth, Y., López, D., & Socarrás, C. (2021). Diagnóstico del consumo de energía eléctrica en la planificación de un sistema de gestión y norma técnica de calidad ISO 50001:2011. *Revista Tecnológica*, 32(1), 101-113. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000100101>

- Meza, B., Alemán, M., & Herrera, M. (2023). Implementación de un sistema de gestión energético para institutos de educación superior. *evista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación.*, 6(12). <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/157>
- Potscka, J., Mazzoletti, M., Oliveira, M., & Brazzola, R. (2024). Análisis de Eficiencia Energética en Instalaciones de Educación Tecnológica Mediante la Medición de Variables Eléctricas y Ambientales. *Ingenio Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 5(2), 54-69. <https://doi.org/10.36995/j.masingenio.2024.05.02.005>
- Romo, D., & Morales, D. (2021). Eficiencia Energética en la Universidad Católica sede Azogues un enfoque de implementación técnico - económico basado en energía solar. *Revista Técnica Energía*, 17(2), 44-54. <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rte/v17n2/2602-8492-rte-17-02-00044.pdf>
- Vallejo, C., Godoy, L., Vásquez, F., Villacreses, G., Orozco, M., & Navarro, S. (2024). Estrategias para Mejorar la Eficiencia Energética en Edificios de servicios públicos, en una Zona Climática Calurosa y Húmeda: Caso de Estudio en Guayaquil, Ecuador. *Revista Técnica "Energía"*, 21(1), 133-142. <https://doi.org/10.37116/revistaenergia.v21.n1.2024.651>
- Velepucha, J., Zambrano, J., Hidrovo, D., & Zevallos, J. (2024). Estudio de la eficiencia energética en edificios de un campus universitario en la ciudad de Portoviejo. *MQR Investigar Revista Multidisciplinaria*, 8(1), 1360–1370. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.1.2024.1360-1370>