



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS
INGENIERÍA EN ELECTROMECAÁNICA

**SISTEMA DE MONITOREO DE DEMANDA ENERGÉTICA Y ANÁLISIS
DE PATRONES DE CONSUMO MEDIANTE MODELOS ESTADÍSTICOS
EN EL BLOQUE A DE LA UTC.**

PROPUESTA TECNOLÓGICA PREVIO A LA OBENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
ELECTROMECAÁNICO.

AUTORES:

Cristian German Culchac Yandun
Brandon Joao Lopez Luna

TUTOR:

Ing. Luis Rolando Cruz Panchi

LATACUNGA, JULIO 2025

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

“Nosotros, Cristian German Culchac Yandun y Brandon Joao López Luna declaramos ser autores de la presente propuesta tecnológica: **“SISTEMA DE MONITOREO DE DEMANDA ENERGETICA Y ANALISIS DE PATRONES DE CONSUMO MEDIANTE MODELOS ESTADISTICOS EN EL BLOQUE A DE LA UTC”**, siendo el ing. MSc. Luis Rolando Cruz Panchi tutor del presente trabajo; y eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Latacunga, agosto 2025



Culchac Yandun Cristian German

CC: 1003772389



López Luna Brandon Joao

CC: 1727659987



AVAL DEL TUTOR DE PROYECTO DE TITULACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título: “**SISTEMA DE MONITOREO DE DEMANDA ENÉRGICA Y ANALISIS DE PATRONES DE CONSUMO MEDIANTE MODELOS ESTADISTICOS EN EL BLOQUE A DE LA UTC**”, de Culchac Yandun Cristian German y López Luna Brandon Joao, estudiantes de la carrera de Ingeniería Electromecánica, considero que dicho informe investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.

Latacunga, agosto 2025

Ing. Luis Rolando Cruz Panchi M.sc.

CC: 050259517-6

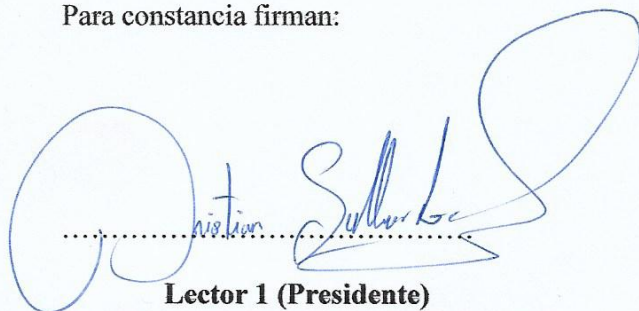
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y por la FACULTAD de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes: Cuclac Yandun Cristian German y López Luna Brandon Joao con el título de Proyecto de titulación: **“SISTEMA DE MONITOREO DE DEMANDA ENERGETICA Y ANALISIS DE PATRONES DE CONSUMO MEDIANTE MODELOS ESTADISTICOS EN EL BLOQUE A DE LA UTC”**, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de Sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, agosto 2025

Para constancia firman:



Lector 1 (Presidente)

Ing. Cristian Fabian Gallardo Molina M.Sc.
Dr.c.

CC: 0502847692



Lector 2

Ing. Héctor Laurencio Alfonso

CC: 1758367252



Lector 3

Ing. Enrique Torres Tamayo




CC: 1757121940

CERTIFICACIÓN DE INFORME DE SIMILITUD

En mi calidad de Tutor del Proyecto de Propuesta Tecnológica con el tema: **“Sistema de monitoreo de demanda energética y análisis de patrones de consumo mediante modelos estadísticos en el bloque A de la UTC”**, de los estudiantes Culchac Yandun Cristian German y López Luna Brandon Joao, de la carrera de Ingeniería Electromecánica, remito la captura de pantalla del reporte del sistema de reconocimiento de texto Turnitin, con un porcentaje de coincidencias del 8 %; y, expreso una vez más, mi conformidad en cuanto a la dirección del trabajo de titulación.

Cristian Culchac

Teis rev1

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Universidad Técnica De Cotopaxi

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid::1:3309191396

85 Páginas

Fecha de entrega
6 ago 2025, 10:20 a.m. GMT-5

19.189 Palabras

Fecha de descarga
6 ago 2025, 10:36 a.m. GMT-5

101.838 Caracteres

Nombre de archivo
TESIS_SISTEMA_DE_MONITOREO.pdf

Tamaño de archivo
2.3 MB



8% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...




Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

Exclusiones

- ▶ N.º de coincidencias excluidas

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 1%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Latacunga, julio de 2025.

Firma

Ing. Luis Rolando Cruz Panchi M.sc.
C.C.: 050259517-6



UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE
COTOPAXI



CENTRO
DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN


En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que:

La traducción del resumen al idioma Inglés de la propuesta tecnológica cuyo título versa: **“SISTEMA DE MONITOREO DE DEMANDA ENERGÉTICA Y ANÁLISIS DE PATRONES DE CONSUMO MEDIANTE MODELOS ESTADÍSTICOS EN EL BLOQUE A DE LA UTC”**, presentado por los estudiantes **Culchac Yandun Cristian German**, y **López Luna Brandon Joao**, egresados de la Carrera de: **Ingeniería Electromecánica**, perteneciente a la **Facultad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a los peticionarios hacer uso del presente aval para los fines académicos legales.

Atentamente,

Latacunga, agosto del 2025



MBA. Wilmer Collaguazo
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 1722417571



CENTRO
DE IDIOMAS

AGRADECIMIENTO

Deseo expresar mi más profundo agradecimiento a mis padres, familiares y amigos, cuyo apoyo incondicional ha sido fundamental a lo largo de este proceso.

Sus palabras de aliento, su confianza constante y su presencia, ya sea directa o indirecta, han sido pilares esenciales en la realización de esta tesis.

Agradezco infinitamente a mi hermano, Geovani, por ser mi inspiración por brindarme su apoyo constante a lo largo de este viaje académico. Mi gratitud se extiende hacia mi enamorada, Diana, y a su familia por haberme extendido su apoyo.

A todos ustedes, mi sincera gratitud y reconocimiento por acompañarme en este camino de esfuerzo y aprendizaje. A mi tutor, le agradezco sinceramente por dedicar su tiempo y conocimientos en guiarme a lo largo del proceso de mi proyecto de tesis.

Cristian Culchac.

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la culminación de esta tesis.

En primer lugar, agradezco a Dios por darme la fuerza, la salud y la perseverancia necesarias para alcanzar este logro.

A mi familia, por su amor incondicional, su apoyo constante y por ser mi mayor motivación durante este proceso. Gracias por creer en mí incluso en los momentos más difíciles.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi y sus docentes de manera especial a mi tutor de tesis el Ing. Luis Cruz por su colaboración activa y consejos valiosos en el análisis de datos energéticos. También agradecer a mis compañeros y amigos que de cierta manera formaron parte de este proceso académico.

Brandon López.

DEDICATORIA

Con sincera gratitud y profundo respeto, dedico este trabajo a mis padres, cuyo respaldo constante y amor incondicional han sido el cimiento de cada paso que he dado. Su ejemplo, su sacrificio y su fe inquebrantable en mí han sido la guía silenciosa pero firme que me ha sostenido en los momentos más desafiantes.

A mi familia, que ha estado presente en cada etapa de mi vida, les agradezco por su apoyo incondicional, por sus palabras oportunas y por el afecto que siempre me ha rodeado. Su presencia ha sido una fuente de consuelo, inspiración y fuerza.

A mis amigos, compañeros de este viaje, les extiendo un agradecimiento especial. Su cercanía, comprensión y alegría han sido una luz constante en los días difíciles y una celebración en los logros alcanzados. Cada conversación, cada risa y cada gesto de aliento ha dejado una marca imborrable en este proceso.

Este trabajo no es solo un resultado académico, sino también el reflejo del amor, la paciencia y el acompañamiento que he recibido de todos ustedes.

Cristian Culchac.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo con todo mi corazón a quienes han sido mi fuerza y mi inspiración a lo largo de este camino.

A mis padres Jorge y Irlanda, por su amor incondicional, por enseñarme el valor del esfuerzo y la perseverancia, y por ser el pilar fundamental en cada etapa de mi vida, este logro también es suyo.

A mi familia, por creer en mí, por cada palabra de aliento y por acompañarme con paciencia y cariño en cada momento.

Brandon López.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

TÍTULO: SISTEMA DE MONITOREO DE DEMANDA ENERGÉTICA Y ANÁLISIS DE PATRONES DE CONSUMO MEDIANTE MODELOS ESTADÍSTICOS EN EL BLOQUE A DE LA UTC.

Autores:

RESUMEN

La propuesta tecnológica se basó en implementar un sistema de monitoreo de demanda energética y comprender los patrones de consumo mediante modelos estadísticos en el bloque A de la UTC, primero se examinó las condiciones eléctricas del bloque académico y se confirmó que presenta un sistema trifásico de distribución de energía a 4 hilos con voltajes de 220 V entre líneas y 127 V entre fase y neutro, junto con una corriente estimada de alrededor de 350 A. Se implementó un sistema de monitoreo continuo con un medidor EKM y un receptor conectado a internet, instalado el 17 de junio y en funcionamiento hasta el 21 de julio, proporcionando datos detallados sobre la demanda energética. Los datos fueron analizados por separado para días laborales y fines de semana, utilizando estadística descriptiva, generación de histogramas y la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de la distribución. Al rechazarse la hipótesis de normalidad ($p\text{-valor} < 0.05$), se ajustaron los datos para definir las curvas de demanda. La tabla de estadísticas descriptivas evidenció una notable diferencia en el consumo: los picos de demanda en días laborables alcanzaron entre 54,41 y 64,5 kWh, mientras que el consumo promedio de fin de semana se mantuvo en 8,88 kWh. Esta alta variabilidad demuestra que una gran cantidad de carga se activa de forma simultánea, creando picos de demanda significativos.

Palabras clave: sistema trifásico, monitoreo, demanda, estadística, energía

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF ENGINEERING AND APPLIED SCIENCES

TITLE: ENERGY DEMAND MONITORING SYSTEM AND CONSUMPTION PATTERN ANALYSIS USING STATISTICAL MODELS IN BLOCK A OF THE UTC.

Authors:

ABSTRACT

The technological proposal was based on implementing an energy demand monitoring system and analyzing consumption patterns using statistical models in block A of the UTC. First, the electrical conditions of the academic block were examined, and it was confirmed that it has a three-phase, four-wire power distribution system with voltages of 220 V between lines and 127 V between phase and neutral, along with an estimated current of around 350 A. A continuous monitoring system was implemented with a high-precision EKM meter and an internet-connected receiver, installed on June 17 and in operation until July 21, providing detailed data on energy demand. The data was analyzed separately for weekdays and weekends, using descriptive statistics, histogram generation, and the Kolmogorov-Smirnov test to assess the normality of the distribution. Since the normality hypothesis was rejected ($p\text{-value} < 0.05$), the data were adjusted to define the demand curves. The maximum values recorded were 31.59 kWh and 11.09 kWh, the average values were 29 kWh and 8.65 kWh, and the minimum values were 27.2 kWh and 7 kWh for weekdays and weekends, respectively. These detailed results provide a deep understanding of energy consumption patterns in block A, facilitating more efficient and effective management of the building's energy resources.

Keywords: three-phase system, monitoring, demand, statistics, energy

INDICE

1. INFORMACIÓN GENERAL.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1. Situación Problemática	2
2.2. Formulación del problema	3
2.3. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN.....	3
2.3.1. Objeto de estudio	3
2.3.2. Campo de acción	3
2.4. BENEFICIARIOS	3
2.4.1. Beneficiarios directos	3
2.4.2. Beneficiarios indirectos	4
2.5. JUSTIFICACIÓN	4
2.6. OBJETIVOS	5
2.6.1. General:	5
2.6.2. Específicos:.....	5
2.6.3. Sistema de tareas	5
3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	7
3.1. Antecedentes de la investigación.....	7
3.2. Demanda energética.....	8
3.2.1. Conceptos fundamentales de demanda energética	8
3.2.2. Importancia de la demanda energética	9
3.3. Sistemas de Monitoreo de Demanda Energética	9
3.3.1. Conceptos y Componentes de un Sistema de Monitoreo	9
3.3.2. Sensores y medidores de energía (inteligentes, analógicos/digitales).....	10
3.4. Arquitecturas de Sistemas de Monitoreo	13

3.4.1.	Funcionalidades y Beneficios del Monitoreo	14
3.5.1.	Identificación de consumos anómalos y picos de demanda	16
3.6.	Análisis de Patrones de Consumo Energético	16
3.6.2.	Visualización de datos	17
3.7.	Modelos Estadísticos para el Análisis de Consumo.....	17
3.7.1.	Estadística descriptiva	17
3.7.2.	Pruebas de Normalidad.....	19
4.	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS	20
4.1.	Variables del proyecto	21
4.1.1.	Variable independiente	21
4.1.2.	Variable dependiente	22
4.2.	Información del lugar de estudio	22
4.3.	Caracterización actual del sistema eléctrico del bloque A	23
4.3.1.	Descripción del tablero de distribución del bloque A	24
4.4.	Diseño del sistema de monitoreo y adquisición de datos eléctricos	25
4.4.1.	Selección del Medidor	26
4.4.2.	Transformador de corriente	28
4.4.3.	Adquisición de datos	29
4.4.4.	Elementos adicionales	29
4.4.5.	Conexión de los equipos.....	30
4.4.6.	Implementación del equipo de medición y adquisición de datos	31
4.4.7.	Ubicación del tablero de control y medición.....	32
4.5.	Funcionamiento del sistema de medición y adquisición de datos	32
4.5.1.	Software estadístico	34
5.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	37
5.1.	Adquisición de datos.....	37

5.2.	Análisis de demanda de consumo en jornada laboral	42
5.2.1.	Curva de demanda de consumo en jornada laboral	45
5.2.2.	Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la jornada laboral	47
5.2.3.	Conversión de datos de la jornada laboral	48
5.2.4.	Datos con normalidad	49
5.3.	Análisis de demanda de consumo para fines de semana	50
5.3.1.	Curva de demanda de consumo para fines de semana	52
5.3.2.	Prueba de Shapiro Wilk para datos del fin de semana	54
5.3.3.	Conversión de datos para el fin de semana.	55
5.3.4.	Análisis de la demanda del consumo datos originales vs datos transformados..	55
5.4.	Presupuesto	57
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
7.	REFERENCIAS	61

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 Porcentaje de demanda en el Ecuador.....	9
Figura 3.2 Medidor analógico	11
Figura 3.3 Medidor digital.....	11
Figura 3.4 Medidor inteligente	12
Figura 3.5 Arquitectura centralizada	13
Figura 3.5 Arquitectura descentralizada.....	13
Figura 4.1 Diagrama de flujo metodológico.....	20
Figura 4.2 Bosquejo de diseño del sistema.....	21
Figura 4.3 Transformador de 300 kVA	23
Figura 4.4 Diagrama unifilar	24
Figura 4.5 Tablero de distribución del bloque A.....	25
Figura 4.6 Conexión de los equipos	30
Figura 4.7 Implementación de los equipos al tablero de control y medición.....	31
Figura 4.8 Ubicación del tablero de control y medición	32
Figura 4.9 Conexión de los TCs y entradas de voltaje	32
Figura 4.10 Medición de datos eléctricos.....	33
Figura 4.11 Funcionamiento del equipo EKM Push3	33
Figura 4.12 Software adquisición de datos.....	34
Figura 4.13 Diagrama de flujo del análisis estadístico	35
Figura 5.1 Consumo eléctrico 17/junio – 22/junio	38
Figura 5.2 Consumo eléctrico 23/junio – 29/junio	39
Figura 5.3 Consumo eléctrico 30/junio – 06/julio.....	40
Figura 5.4 Consumo eléctrico 7/julio – 13/julio.....	41
Figura 5.5 Consumo eléctrico 14/julio – 21/julio.....	42
Figura 5.6 Curva de consumo medio por jornada laboral	43
Figura 5.7 Perfil típico de consumo medio por jornada laboral	45
Figura 5.8 Histograma de la jornada laboral	47
Figura 5.9 Curva de consumo transformada para la Jornada Laboral.....	50
Figura 5.10 Curva de consumo medio los fines de semana.....	51
Figura 5.11 Curva de consumo medio los fines de semana por horas.....	52
Figura 5.12 Gráfica de frecuencia para cada hora del fin de semana.....	54

Figura 5.13 Comparación de datos originales vs datos transformados para el sábado	56
Figura 5.14 Comparación de datos originales vs datos transformados para el domingo	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Área del conocimiento.....	1
Tabla 2.1 Sistema de tareas por objetivos	5
Tabla 3.1 Componentes de un sistema de monitoreo	10
Tabla 3.2 Componentes de un sistema de monitoreo	14
Tabla 3.3 Ventajas de un sistema de monitoreo	15
Tabla 3.4 Causas de consumo	16
Tabla 4.1 Variable independiente.....	22
Tabla 4.2 Variable dependiente	22
Tabla 4.3 Criterios a considerar en la selección del medidor inteligente	26
Tabla 4.4 Tabla comparativa en la selección del medidor inteligente	26
Tabla 4.5 Características a considerar en la selección del medidor inteligente	27
Tabla 4.6 Características del TC.....	29
Tabla 5.1 Datos del consumo eléctrico 17/junio – 29 junio	37
Tabla 5.2 Datos del consumo eléctrico 30/junio – 13/julio.....	39
Tabla 5.3 Datos del consumo eléctrico 14/julio – 21/julio.....	41
Tabla 5.4 Consumo eléctrico en jornada laboral del Bloque A.....	43
Tabla 5.5 Estadística descriptiva de la demanda por horas en jornada laboral	46
Tabla 5.6 Prueba de normalidad Kolmogorov Smirnov.....	48
Tabla 5.7 Datos transformados a la curva de normalidad	48
Tabla 5.8 Datos semanales totales transformados a la curva de normalidad	49
Tabla 5.9 Valores máximos, mínimo y media pro día.....	50
Tabla 5.10 Datos transformados a la curva de normalidad	52
Tabla 5.11 Estadística descriptiva para fines de semana.....	53
Tabla 5.12 Prueba de normalidad Shapiro Wilk.....	54
Tabla 5.13 Datos diarios totales transformados a la curva de normalidad	55
Tabla 5.14 Valores máximos, medios y mínimos para el día sábado.....	56
Tabla 5.15 Valores máximos, medios y mínimos para el día domingo	57
Tabla 5.16 Materiales directos.....	57
Tabla 5.17 Materiales indirectos	58
Tabla 5.18 Total del presupuesto.....	58

1. INFORMACIÓN GENERAL.

Tema del proyecto: Sistema de monitoreo de demanda energética y análisis de patrones de consumo mediante modelos estadísticos en el bloque a de la UTC.

Modalidad de titulación:

Propuestas Tecnológicas

Proyectos de Investigación

Trabajo de Titulación Vinculada al Proyecto:

DIRGI-CP2021-008 Sistema de monitoreo de demanda energética y análisis de patrones de consumo mediante modelos estadísticos en el bloque a de la UTC.

Equipo de trabajo de titulación:

Cristian German Culchac Yandun

Brandon Joao Lopez Luna

Ing. Cruz Panchi Luis Rolando

Área de Conocimiento:

Tabla 1.1 Área del conocimiento

Área del conocimiento	Subárea del conocimiento	Subárea específica del conocimiento
07 Ingeniería, Industria y Construcción	071 Ingeniería y Profesiones Afines	0713 Electricidad y energía

Línea de investigación: Energías alternativas y renovables, eficiencia energética y protección ambiental.

Sublínea de investigación de la Carrera: Energética en sistemas electromecánicos y uso de fuentes renovables de energía.

2. INTRODUCCIÓN

2.1. Situación Problemática

A nivel mundial la energía eléctrica a través del paso de los años se vuelve cada vez más necesaria para el desarrollo de las actividades de la población mundial, tanto así que se ha dado paso a actividades que dependen netamente de ella para su desarrollo, pero con ella conlleva el acelerado consumo energético que año con año alcanza niveles nunca antes vistos es así que se tiene un incremento del 4.3% de la demanda de electricidad global en el año 2024 esto impulsado por desarrollos tecnológicos y cambios climáticos que afectan a la temperatura de varias regiones, esto genera preocupación sobre la sostenibilidad y la emisiones de carbono que de igual manera no han parado de aumentar.[1]

En América Latina la falta de inversión en energías renovables y los desarrollos inmobiliarios desordenados contribuyen sin duda a una distribución poco eficiente de la energía, esto sumado a la falta de sistemas de registros de consumo limitan de gran manera al uso eficiente de la energía, la implementación de sistemas de monitoreo son necesarios para dar ese paso a la eficiencia energética es así que en Honduras se implementó un diseño y plataforma digital para acceder a los datos de consumo de una institución como Zamorano y para lo cual se evidenció una mejora significativamente en la gestión energética.[2]

En Ecuador a pesar que los entes reguladores hacen un esfuerzo para reducir el consumo energético, con la implementación de sistemas de monitoreo implementados al sistema nacional de transmisión y programas de eficiencia energética del ministerio de energía[3], un porcentaje bastante amplio de la energía eléctrica consumida por las áreas residenciales, comerciales, industriales, educativas y de gobierno no es utilizada de manera eficiente, es así que el incremento de la demanda energética en el país sigue una tendencia bastante marcada y esto por ciertos aspectos sociales, económicos y demográficos, el Ecuador actualmente presenta una brecha bastante significativa que en base con Cenace, Ecuador tiene un déficit de 921 megavatios. [4], lo cual ha llevado a dejar muchas zonas sin el acceso a la energía eléctrica y en el peor de los casos se ha tenido que enfrentar racionamientos de energía afectando a las actividades de las industrias y de la población, es así que actualmente se enfrenta a un desafío urgente que es de optimizar los recursos energéticos, según el balance energético nacional el consumo de energía eléctrica aumentó un 28.8% entre 2013 y 2023. [5],

De igual manera la falta o casi nula implementación de sistemas de monitoreo en las instituciones de educación contribuyen de manera negativa a la eficiencia energética ya que no se posee información necesaria para la toma de decisiones de gestión energética y más aún en los centros de educación ya que por su naturaleza son infraestructuras grandes que inciden en la demanda de la energía ya que en los mismos se emplean dispositivos electrónicos de toda clase, deben de contar con espacios bien iluminados, usos de aparatos de climatización, servidores, equipos de laboratorio, bibliotecas y más.

2.2. Formulación del problema

Caracterización de la demanda del consumo energético del bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

2.3. OBJETO Y CAMPO DE ACCIÓN

2.3.1. Objeto de estudio

Consumo de energía en el Bloque A

2.3.2. Campo de acción

3300 Ciencias Tecnológicas

3306 Ingeniería y Tecnologías Eléctricas

3306.02 Aplicaciones eléctricas

2.4. BENEFICIARIOS

2.4.1. Beneficiarios directos

El proyecto beneficiará a la comunidad universitaria, a los estudiantes y docentes les permite acceder a información real y de primera mano de la demanda eléctrica del bloque A permitiendo ser parte del estudio de temas de eficiencia energética.

La infraestructura se beneficia de manera que se podrá determinar comportamientos anormales en el funcionamiento de la red eléctrica y determinar posibles fallos.

De manera administrativa se beneficia permitiendo el acceso oportuno a información de los patrones de consumo y con ello se puede dar paso a la toma de decisiones para la reducción de costos económicos por un alto consumo.

2.4.2. Beneficiarios indirectos

Beneficiará al sector eléctrico ya que al poder acceder a la información de la demanda se podrá implementar estrategias de gestión energética para contribuir a la disminución del ya acelerado crecimiento de la demanda y con ello el aumento del uso responsable y sostenible de la energía.

2.5. JUSTIFICACIÓN

El incremento de la demanda energética en el país sigue una tendencia bastante marcada y esto por ciertos aspectos sociales, económicos y demográficos, el Ecuador actualmente presenta una brecha bastante significativa que en base con Cenace, Ecuador tiene un déficit de 921 megavatios. [1]. lo cual ha llevado a dejar muchas zonas sin el acceso a la energía eléctrica y en el peor de los casos se ha tenido que enfrentar racionamientos de energía afectando a las actividades de las industrias y de la población, es así que actualmente se enfrenta a un desafío urgente que es de optimizar los recursos energéticos, según el balance energético nacional el consumo de energía eléctrica aumentó un 28.8% entre 2013 y 2023. [2]. El paso a la eficiencia energética debe de provenir de todos los actores del sistema nacional eléctrico promoviendo una cultura de consumo responsable, sin embargo, el déficit de información sobre los patrones de demanda energética y con ello el déficit de análisis robustos limita la gestión eficiente de los mismos. De igual manera la falta o casi nula implementación de sistemas de monitoreo en las instituciones de educación contribuyen de manera negativa a la eficiencia energética ya que no se posee información necesaria para la toma de decisiones de gestión energética y más aún en los centros de educación ya que por su naturaleza son infraestructuras grandes que inciden en la demanda de la energía ya que en los mismos se emplean dispositivos electrónicos de toda clase, deben de contar con espacios bien iluminados, usos de aparatos de climatización, servidores, equipos de laboratorio, bibliotecas y más.

Dentro de la propuesta tecnológica se expone la implementación de un sistema de monitoreo de la demanda energética y análisis de los patrones de consumo en el bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi y se justifica con la finalidad de promover una gestión energética eficiente en base a información real obtenida por el sistema de monitoreo para identificar los patrones de consumo, periodos de ineficiencia, áreas de ahorro energético para una posterior toma de decisiones en pro de la eficiencia energética del bloque A de la universidad, apegado en el marco de normativas nacionales e internacionales que promueven la eficiencia energética y la sostenibilidad ambiental. En Ecuador, la Ley Orgánica de Eficiencia Energética y su Reglamento, contribuyendo a la reducción de costos operativos, económicos y ambientales.

2.6. OBJETIVOS

2.6.1. General:

Implementar un sistema de monitoreo de demanda energética para comprender los patrones de consumo eléctrico en bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi mediante el uso de modelos estadísticos.

2.6.2. Específicos:

- Realizar un estudio de las condiciones eléctricas que presenta el bloque A de la UTC para determinar el tipo de sistema de monitoreo a implementarse.
- Establecer las herramientas estadísticas para procesar y modelar la información obtenida comprendiendo la distribución de datos de consumo eléctrico.
- Analizar los perfiles de consumo horario y las curvas de demanda promedio para interpretar picos de demanda eléctrica.

2.6.3. Sistema de tareas

Tabla 2.1 Sistema de tareas por objetivos

Objetivos específicos	Actividades (tareas)	Resultados esperados	Técnicas, Medios e Instrumentos
Realizar un estudio de las condiciones eléctricas que presenta el bloque A de la UTC para determinar el tipo de sistema de monitoreo a implementarse.	Inspección del sistema eléctrico del bloque A de la UTC.	Características sobre la distribución de la energía eléctrica en los tableros principales.	Revisión bibliográfica
	Sistema de monitoreo continuo para registrar los datos de la demanda de consumo de energía del bloque A de la UTC	Documentación sobre los niveles de voltaje y el consumo de corriente eléctrica	Investigación de campo

<p>Establecer las herramientas estadísticas para procesar y modelar la información obtenida comprendiendo la distribución de datos de consumo eléctrico.</p>	<p>Implementación del medidor de energía eléctrica con sus transformadores de corriente en el tablero de energía eléctrica del bloque A</p>	<p>Acceso a la plataforma de registro de los datos eléctricos del sistema principalmente el de la demanda.</p>	<p>Software estadístico</p>
	<p>Recolección de datos de demanda a través de los medidores instalados en el Bloque A de la UTC</p>	<p>Datos filtrados y extraídos provenientes del sistema de medición.</p>	<p>Plataforma de registro de datos</p>
<p>Analizar los perfiles de consumo horario y las curvas de demanda promedio para interpretar picos de demanda eléctrica.</p>	<p>Descripción de los modelos estadísticos a utilizar para la normalización de datos obtenidos.</p>	<p>Selección de un modelo estadístico</p>	<p>Modelo estadístico</p>
	<p>Identificación de los valores máximos, medios y mínimos de la curva de demanda del consumo de energía</p>	<p>Valores establecidos dependiendo de la jornada laboral y fines de semana</p>	<p>Software estadístico</p> <p>Visualización de datos</p>

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. Antecedentes de la investigación

En la revista científica ASADES incorporó un proyecto referente a la caracterización de los patrones de consumo eléctrico para la inserción de sistemas fotovoltaicos en dos edificios de la Universidad Nacional de La Plata, en donde se instalaron dos contadores trifásicos de clase 1 según la norma IEC-62053-2 modelo CIRWATT 410-QD1A-A0B10 de la marca Circutor, este equipo cuenta con comunicaciones RS232 y Ethernet, su rango de medida es 3x230/400V y soporta corrientes de hasta 100A. En el análisis de los patrones de consumo anuales, se destacó que en los dos bloques mostraron picos de demanda en invierno, siendo más marcada en el bloque designado para investigación, presentando picos de consumo de hasta 18 kW, mientras que el bloque de aulas alcanza los 9 kW. [1].

En Colombia se presentó un estudio relacionado con el monitoreo de consumo energético en equipos de climatización, en donde se diseñó un sistema de control y monitoreo de consumo energético utilizando una placa de Arduino Mega, conectando a ella los sensores de corriente y temperatura, estos datos obtenida se transmitieron por el Monitor Serial del IDE Arduino y luego es capturada para su respectivo procesamiento, en el entorno de desarrollo de Matlab r2018b. La aplicación web utilizó una plataforma en el software PHP alojado en un servidor en la nube con dominio propio que facilitó el almacenamiento de los datos históricos. [2].

En Cuba se presentó un sistema que monitorea el consumo de energía eléctrica en tiempo real en donde se destacó la medición, el registro, la visualización y el análisis de su comportamiento, así como también su costo. Se diseñó un divisor de tensión contactado con Arduino Nano para acoplar un transformador de corriente HWCT004 con una relación de transformación de 50A / 50 mA. Se desarrolló un programa con el empleo de Programming/Wiring para el Arduino y C# en el entorno de desarrollo Visual Studio Community 2019 para producir una aplicación de escritorio con una interfaz de usuario intuitiva, ligera, portable y aplicable, tanto a computadoras personales, como a portátiles en el sistema operativo Windows. La comparación del equipo se realizó utilizando el instrumento de precisión Fluke 376 en donde resultó en alta coincidencia, por lo que se demostró la validez de las mediciones realizadas con el sistema de monitoreo desarrollado. [3].

En el artículo científico denominado Sistema de monitoreo para la gestión del consumo eléctrico empleando servicios en redes AD-HOC e IOT, se realizó la implementación de una

red de sensores inalámbricos para monitorear el consumo energético mediante servicios en redes Ad-Hoc e Internet de las Cosas. Esta red se desarrolló con dos nodos router que transmiten los valores eficaces de voltaje y amperaje detectados por sus sensores integrados ACS712, utilizando el protocolo ZigBee2, hacia una estación base. Además, se conectó a un servidor de telemetría con MySQL y PHP encargado de almacenar la información de la red Ad-Hoc, permitiendo a los usuarios acceder a través de una interfaz web. El proyecto se implementó en las oficinas de la empresa Alfabet Sucursal Quevedo, para recopilar datos sobre el consumo de varios equipos de telecomunicaciones proporcionados por la empresa. [4].

En la Escuela Politécnica del Litoral se presentó un proyecto relacionado con los sistemas de monitoreo del consumo de energía eléctrica, en donde se desarrolló un sistema de monitoreo del consumo eléctrico que combina un equipo físico con una plataforma web. El equipo de monitoreo, basado en la placa electrónica ESP32, permite medir voltaje y corriente a través de sensores locales, mostrando los datos en tiempo real en una pantalla OLED y en una página web mediante el protocolo MQTT. La modularidad del equipo facilitó su uso en diferentes entornos, con fácil actualización y reemplazo de componentes. Se implementó un entorno de trabajo visual basado en NODE-RED para la gestión de datos. El sistema demostró su funcionamiento con mediciones precisas, mostrando una mejora en costos respecto a la competencia. Este enfoque buscó promover el uso de dispositivos de monitoreo para mejorar la eficiencia energética en diversas aplicaciones. [5].

3.2. Demanda energética.

3.2.1. Conceptos fundamentales de demanda energética

La demanda energética se refiere a la cantidad de energía requerida para satisfacer las demandas de una población o sector específico. Esta energía puede derivarse de diversas fuentes, como la electricidad el gas natural el petróleo y la energía solar, entre otras. [6].

Tipos de demanda energética:

- Demanda final: energía que utilizan consumidores de (hogares, industrias, transporte)
- Demanda primaria: energía en su forma original antes de ser transportada (petróleo, crudo, gas natural)
- Demanda máxima (pico): Máximo nivel de consumo energético en un periodo determinado.
- Demanda base: Consumo constante y mínimo a lo largo del tiempo.

- Unidades de medida (kWh, kW, etc.)

En la figura 3.1 se puede observar un gráfico circular que ilustra la distribución porcentual de la demanda de energía entre varios sectores. El sector residencial representa la mayor parte de esta demanda, con un 34.58%, seguido de cerca por el sector industrial, que consume el 24.84% de la energía. El consumo comercial ocupa el tercer lugar con un 16.38%, mientras que la categoría "Otros" y el sector SAPG (Servicio de Alumbrado Público General) tienen demandas significativamente menores, con 10.66% y 6.35% respectivamente. En resumen, la imagen destaca que los hogares y la industria son los principales consumidores de energía, acaparando la mayor parte de la demanda total. [7].

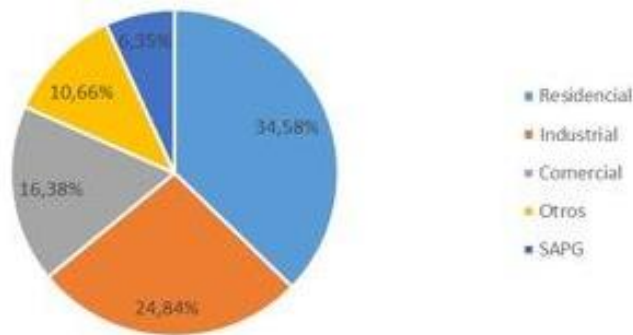


Figura 3.1 Porcentaje de demanda en el Ecuador [8].

3.2.2. Importancia de la demanda energética

La necesidad de energía es esencial para la planificación del suministro, asegurar el crecimiento económico y social, fomentar la eficiencia energética y disminuir el efecto en el medio ambiente. Su estudio facilita la elaboración de políticas públicas, promover las energías renovables y garantizar un suministro fiable que promueva el crecimiento sostenible y la calidad de vida de los habitantes. [4].

3.3. Sistemas de Monitoreo de Demanda Energética

3.3.1. Conceptos y Componentes de un Sistema de Monitoreo

Un sistema de monitoreo consiste en un conjunto de herramientas y tecnologías creadas para observar, registrar y analizar, en tiempo real, el estado y comportamiento de un proceso, maquinaria o sistema. Su finalidad es identificar fallas, mejorar operaciones y asegurar la eficacia y la seguridad. [9].

Tabla 3.1 Componentes de un sistema de monitoreo [10].

Componente	Función
Sensores o Dispositivos de Medición	Detectan parámetros físicos (como temperatura, presión, corriente, voltaje, flujo, entre otros) y los convierten en señales eléctricas o digitales.
Unidades de Adquisición de Datos (DAQ)	Obtienen las señales de los sensores y las transforman en datos digitales. A veces se integran con controladores o PLCs.
Sistema de Comunicación	Envía los datos desde los sensores o las DAQ a una unidad central. Utiliza protocolos como Modbus, Ethernet, Wi-Fi, ZigBee, LoRa, entre otros.
Unidad de Procesamiento o Servidor	Recibe, procesa, analiza y almacena la información. Puede ser una computadora local, un servidor en la nube o un sistema embebido.
Software de Monitoreo	Muestra los datos a través de gráficos, alertas, informes y paneles. Facilita el análisis histórico, la previsión y la toma de decisiones.
Almacenamiento de Datos	Consiste en bases de datos (locales o en la nube) donde se conserva la información recolectada. Es fundamental para el análisis histórico y la trazabilidad.

3.3.2. Sensores y medidores de energía (inteligentes, analógicos/digitales)

Los medidores inteligentes son aparatos electrónicos que cuantifican y registran el uso de electricidad, gas o agua en tiempo real, enviando los datos a las compañías de servicios.

A diferencia de la medición convencional, que requiere que un lector tome lecturas a mano, la medición inteligente ofrece información de consumo precisa y al día, lo que facilita a las compañías de servicios y a los usuarios controlar y manejar el uso de energía de forma más eficiente.

Los medidores inteligentes son fundamentales para desarrollar una red de infraestructura inteligente: un sistema de energía eléctrica actualizado que emplea tecnología digital para optimizar la confianza y la sostenibilidad en la distribución del consumo de electricidad.

Medidores Analógicos: Son los medidores tradicionales que utilizan un disco metálico que gira a una velocidad proporcional al consumo de energía. El consumo se registra mediante un sistema de engranajes que mueve las agujas en un dial. Son conocidos por su durabilidad, pero

su lectura debe hacerse de forma presencial, son susceptibles a manipulaciones y no permiten aplicar tarifas horarias. [6].

Características principales:

- Operan mediante mecanismos electromecánicos.
- Indican el consumo en una escala con manecillas o discos que giran.
- Limitaciones: no guardan datos, precisión limitada, carecen de comunicación a distancia.



Figura 3.2 Medidor analógico [11].

Medidores Digitales: Estos dispositivos electrónicos, a diferencia de los analógicos, muestran el consumo de energía en una pantalla digital (LCD). Son más precisos y menos propensos a errores de lectura. Permiten una lectura más exacta y en algunos casos pueden ofrecer información más detallada del consumo. Sin embargo, no todos los modelos tienen la capacidad de comunicarse a distancia. [4].

Características principales:

- Emplean componentes electrónicos para la medición de energía.
- Presentan la información en pantallas de tecnología LCD o LED.
- Tienen una mayor precisión en comparación con los analógicos.



Figura 3.3 Medidor digital [6].

Medidores Inteligentes: Representan la evolución de los medidores digitales. Cuentan con capacidad de comunicación bidireccional, lo que significa que pueden enviar datos de consumo a la empresa eléctrica y recibir información de esta. Esto permite la lectura remota, la detección de fraudes y cortes de energía, y la aplicación de tarifas diferenciadas por tramos horarios. Además, facilitan la gestión de la energía y pueden integrarse con otras tecnologías de hogar inteligente para ofrecer a los usuarios un control más detallado sobre su consumo.

Características principales:

- Realizan mediciones de energía activa, reactiva, voltaje, corriente y frecuencia en tiempo real.
- Incluyen funciones de comunicación remota (Wi-Fi, ZigBee, LoRa, NB-IoT).



Figura 3.4 Medidor inteligente [9].

3.3.3. Tecnologías de comunicación (IoT, Modbus, Ethernet, inalámbricas)

Las tecnologías de comunicación como IoT, Modbus, Ethernet e inalámbricas son medios y protocolos que permiten la transmisión de datos entre dispositivos, especialmente en sistemas de automatización, monitoreo y control industrial o doméstico. [5].

- IoT (Internet of Things): Tecnología que conecta objetos físicos a Internet para recopilar, intercambiar y procesar datos en tiempo real.
- Modbus: Protocolo de comunicación utilizado para el intercambio de datos entre dispositivos electrónicos, especialmente en entornos industriales.
- Ethernet: Tecnología de red por cable que permite la transmisión de datos entre dispositivos en una red local (LAN).
- Tecnologías inalámbricas: Métodos de comunicación que transmiten datos sin cables, utilizando ondas electromagnéticas como WiFi, Bluetooth o LoRa.

3.4. Arquitecturas de Sistemas de Monitoreo

Las arquitecturas de los sistemas de supervisión difieren según el tipo de sistema y los propósitos de la vigilancia, pero por lo general incluyen la recolección de información, su transmisión, procesamiento y exhibición. Se pueden dividir en sistemas de tipo centralizado y descentralizado, teniendo diferentes elementos como sensores, puertas de enlace, redes de comunicación y programas de análisis. [12].

Arquitecturas Comunes:

- Centralizada:

Un componente principal recoge información de varios sensores y la envía a un programa de supervisión.

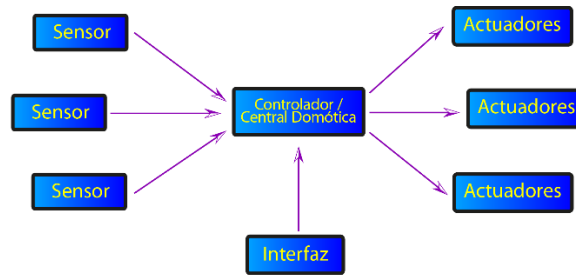


Figura 3.5 Arquitectura centralizada [2].

- Descentralizada:

Sensores inteligentes (IEDs) envían la información directamente al programa, eliminando la necesidad de un punto central.

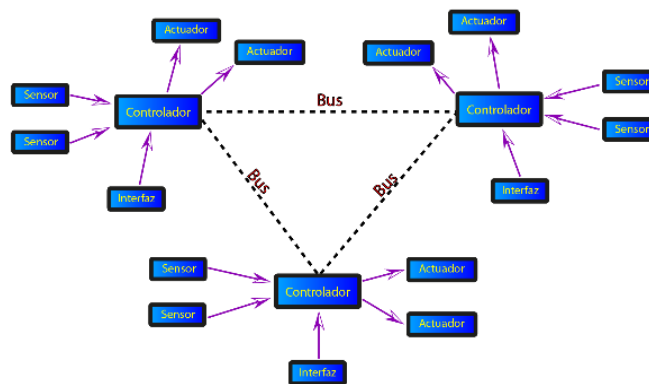


Figura 3.6 Arquitectura descentralizada [13].

Componentes relevantes

- Dispositivos de Monitoreo: Elementos como sensores, IEDs, puertas de enlace, etc. , que recogen la información.
- Redes de Comunicación: Conexiones entre los dispositivos y los sistemas de procesamiento (ya sean redes alámbricas o inalámbricas).
- Plataformas de Monitoreo: Programas que reciben, procesan y muestran los datos.
- Aplicaciones de Análisis: Programas que examinan la información para crear informes, alertas y facilitar decisiones.

Tipos de Monitoreo:

- Monitoreo de Infraestructura y Nube: Vigilancia del rendimiento de servidores, redes y servicios basados en la nube.
- Monitoreo de Aplicaciones: Observación del rendimiento de las aplicaciones, detectando problemas de funcionamiento y errores.
- Monitoreo de Redes e Internet: Supervisión del tráfico de la red, así como de su disponibilidad y rendimiento.

3.4.1. Funcionalidades y Beneficios del Monitoreo

El monitoreo, tanto de procesos como de sistemas, ofrece múltiples funcionalidades y beneficios para las organizaciones. Permite detectar problemas a tiempo, mejorar la eficiencia, reducir costos, y asegurar la calidad y seguridad de productos y servicios. Adicionalmente, facilita la toma de decisiones informadas, promueve la mejora continua y ayuda a cumplir con regulaciones. [14].

Tabla 3.2 Componentes de un sistema de monitoreo [10].

Categoría	Beneficios del Monitoreo
Mejora de la calidad	Permite la identificación y corrección de problemas en los procesos y productos, garantizando así su calidad.
Reducción de costos	Reduce los costos operativos y de mantenimiento al identificar problemas a tiempo y optimizar los procesos.
Mayor eficiencia	Facilita la identificación de cuellos de botella y áreas de mejora en los procesos, lo que se traduce en una mayor eficiencia.

Toma de decisiones informada	Proporciona datos y análisis en tiempo real, lo que ayuda a tomar decisiones informadas y estratégicas.
Mayor agilidad	Permite a las organizaciones adaptarse con rapidez a las condiciones cambiantes del mercado y a las necesidades de los clientes.
Cumplimiento de regulaciones	Ayuda a las organizaciones a cumplir con las regulaciones y normativas que exigen el monitoreo de procesos y sistemas.

Tabla 3.3 Ventajas de un sistema de monitoreo [10].

Categoría	Descripción
Mejora de la calidad	Garantiza la calidad al permitir la identificación y corrección de problemas en los procesos y productos.
Reducción de costos	Reduce costos operativos y de mantenimiento al identificar problemas a tiempo y optimizar procesos.
Mayor eficiencia	Permite identificar cuellos de botella y áreas de mejora en los procesos, lo que lleva a una mayor eficiencia.
Toma de decisiones informada	Proporciona datos y análisis en tiempo real, lo que facilita la toma de decisiones informadas y estratégicas.
Mayor agilidad	Permite a las organizaciones adaptarse rápidamente a las condiciones cambiantes del mercado y a las necesidades de los clientes.
Cumplimiento de regulaciones	Ayuda a las organizaciones a cumplir con regulaciones y normativas que requieren monitoreo de procesos y sistemas.

3.5. Recopilación de datos en tiempo real y datos históricos

La obtención de información implica un método organizado para juntar y evaluar datos de diferentes orígenes con el objetivo de conseguir una visión clara y correcta de un área de interés. La recolección de datos capacita a una persona o empresa para contestar preguntas pertinentes, analizar los resultados y prever de manera más efectiva las posibilidades y las tendencias venideras. La precisión en la recopilación de datos es crucial para asegurar la validez de un estudio, tomar decisiones empresariales acertadas y mantener la calidad. [15].

3.5.1. Identificación de consumos anómalos y picos de demanda

La identificación de consumos anómalos y picos de demanda es crucial para optimizar el uso de energía y reducir costos, tanto para empresas como para hogares. Un consumo anómalo se refiere a un patrón de uso de energía que se desvía significativamente de lo esperado, mientras que los picos de demanda son aumentos repentinos y temporales en el consumo de energía. Estos picos pueden resultar en tarifas más altas, ya que muchas tarifas eléctricas penalizan los momentos de mayor demanda. [7].

Tabla 3.4 Causas de consumo [10].

Causa de Consumo Anómalo	Descripción
Robo de energía	Conexiones ilegales o alteraciones en los medidores que buscan reducir el consumo facturado.
Defectos en la medición	Fallas en los medidores o en los sistemas de medición que resultan en un registro incorrecto del consumo.
Pérdidas técnicas	Ineficiencias en la infraestructura eléctrica que provocan fugas de energía.
Errores en la instalación o conexiones ilegales	Problemas en la instalación eléctrica o conexiones no autorizadas que generan consumos inesperados.
Ataques cibernéticos	En sistemas inteligentes, ataques que pueden alterar el consumo o el control de la energía.

3.6. Análisis de Patrones de Consumo Energético

El consumo eléctrico de las edificaciones depende de la ocupación, de los equipos que se utilicen y de los hábitos de las personas. Los patrones de consumo energético se refieren a la forma en que se utiliza la energía en diferentes contextos, incluyendo la cantidad de energía consumida, el tipo de energía utilizada y el momento en que se consume. [12].

Los edificios requieren aproximadamente un 40-45% de la energía global (Tathagat y Dod, 2015), por lo tanto, reconocer los patrones de consumo es muy importante y crucial para poner en práctica medidas de eficiencia energética y la integración de energías renovables [1].

3.6.1. Variabilidad temporal (horaria, diaria, semanal, estacional)

Se define como una estimación a corto plazo cuando, el periodo de anticipación abarca desde horas, días, hasta semanas. Su propósito se centra en la planificación eficiente del despacho de las unidades generadoras. [1].

- Horario: Variedad del uso de energía a distintas horas del día (por ejemplo, mayor durante las horas laborales y menor en las horas nocturnas)
- Diario: Cambios en la utilización de energía de un día para otro (por ejemplo, fines de semana frente a días de trabajo).
- Por semana: Distinciones en el uso entre semanas sucesivas (por ejemplo, semanas con mayor actividad en comparación con semanas de descanso por actividades)

3.6.2. Visualización de datos

La implementación de gráficos que visualizan datos sobre el uso de energía puede influir favorablemente en su disminución, dado que estas representaciones pueden tratar el aspecto más crucial en la cadena de suministro de electricidad: el factor humano. Con el crecimiento acelerado y la expansión de la tecnología, los dispositivos móviles han pasado a ser esenciales en la vida cotidiana de las personas y son empleados para diversas aplicaciones lo que implica mayor consumo energético. [12].

3.7. Modelos Estadísticos para el Análisis de Consumo

La técnica estadística radica en una serie de pasos para el tratamiento y evaluación tanto de información cualitativa como cuantitativa en una investigación. Se describe las diversas fases que integran la técnica estadística: recopilación, conteo, exhibición, resumen y evaluación. Cada una de estas fases es crucial para lograr una comprensión profunda de los datos y para generar conclusiones relevantes a partir de ellos. [13].

3.7.1. Estadística descriptiva

La **media** se calcula al sumar todos los números de un grupo y después dividir el total entre el número completo de elementos. Refleja el punto medio de la información y es beneficioso para captar la dirección media del grupo. La siguiente ecuación se determina la media muestral

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad (3.1)$$

- Donde x_i son los valores individuales y n es el número total de datos en la muestra

La media poblacional se determina con la ecuación 3.2.

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (3.2)$$

- Donde x_i son los valores individuales y N es el número total de datos en la población.

La **mediana** se define como un valor intermedio cuando un grupo de datos se organiza en orden ascendente. A su vez permite dividir el conjunto en dos mitades iguales, lo que facilita el manejo valores extremos que podrían influir en la media. [11].

La **moda** es el valor más frecuente en un conjunto de datos. Ayuda a identificar tendencias y patrones prevalentes. Es una medida de tendencia central útil en el análisis de datos. La moda es un concepto estadístico que permite entender qué valor es más común en un conjunto de datos. [14].

La **varianza** permite captar cuán amplia o dispersa es la información en comparación con su promedio. Una varianza elevada significa que los números suelen estar más lejos de la media, lo que indica una mayor variación en los datos, es un recurso fundamental en el examen estadístico, puesto que nos proporciona datos significativos acerca de la distribución uniforme de los datos. [6].

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1} \quad (3.3)$$

- Se utiliza $n-1$ en el denominador (grados de libertad) para obtener una estimación insesgada de la varianza poblacional.

La varianza poblacional se determina con la ecuación 3.4:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N} \quad (3.4)$$

La **desviación estándar**. Se refiere a una raíz cuadrada positiva de la varianza. La desviación mide el grado en que los valores individuales se dispersan en relación con la media. Una desviación estándar baja señala una menor dispersión, mientras que una desviación estándar

alta indica mayor variabilidad en los datos. La desviación estándar muestral se determina por la ecuación 3.5

$$s = \sqrt{s^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}} \quad (3.5)$$

La desviación estándar poblacional se determina por la ecuación 3.6

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}} \quad (3.6)$$

Curtosis: señala la elevación de la curva con respecto a la forma de distribución normal y es importante para evidenciar la existencia de valores atípicos en la variable de la demanda de electricidad.

Asimetría: para determinar si los datos estadísticos sobre la demanda de electricidad se presentan de manera equilibrada o con asimetría negativa y positivo mediante la visualización de las gráficas.

3.7.2. Pruebas de Normalidad

Las pruebas de normalidad son herramientas estadísticas diseñadas para evaluar si un conjunto de datos sigue un patrón que se asemeja a una distribución normal, también llamada gaussiana o de campana. Confirmar esto es fundamental, ya que muchos análisis estadísticos parten de la base de que los datos cumplen con esta forma particular. Si se pasa por alto la verificación de la normalidad, podría aplicar métodos incorrectos, llevando a interpretaciones erróneas. [1].

En una prueba de normalidad, se establecen dos hipótesis principales: la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_a o H_1). La **hipótesis nula (H_0)** sostiene que la muestra de datos proviene de una población con una distribución normal. Por otro lado, la **hipótesis alternativa (H_a)** establece lo contrario: que la muestra de datos no sigue una distribución normal. El objetivo de la prueba es determinar, con un cierto nivel de significación, si hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula en favor de la alternativa, lo que indicaría que la distribución de los datos no es normal. La elección entre H_0 y H_a se basa en el valor p que se obtiene de la prueba estadística. Si el valor p es menor que el nivel de significación predefinido (α), se rechaza H_0 ; de lo contrario, no se rechaza H_0 . [10].

4. MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS

Los métodos y procedimientos para determinar la demanda de consumo energético del Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi presenta una serie de etapas de manera secuencial tal como se esquematiza en el diagrama de flujo de la figura 4.1.

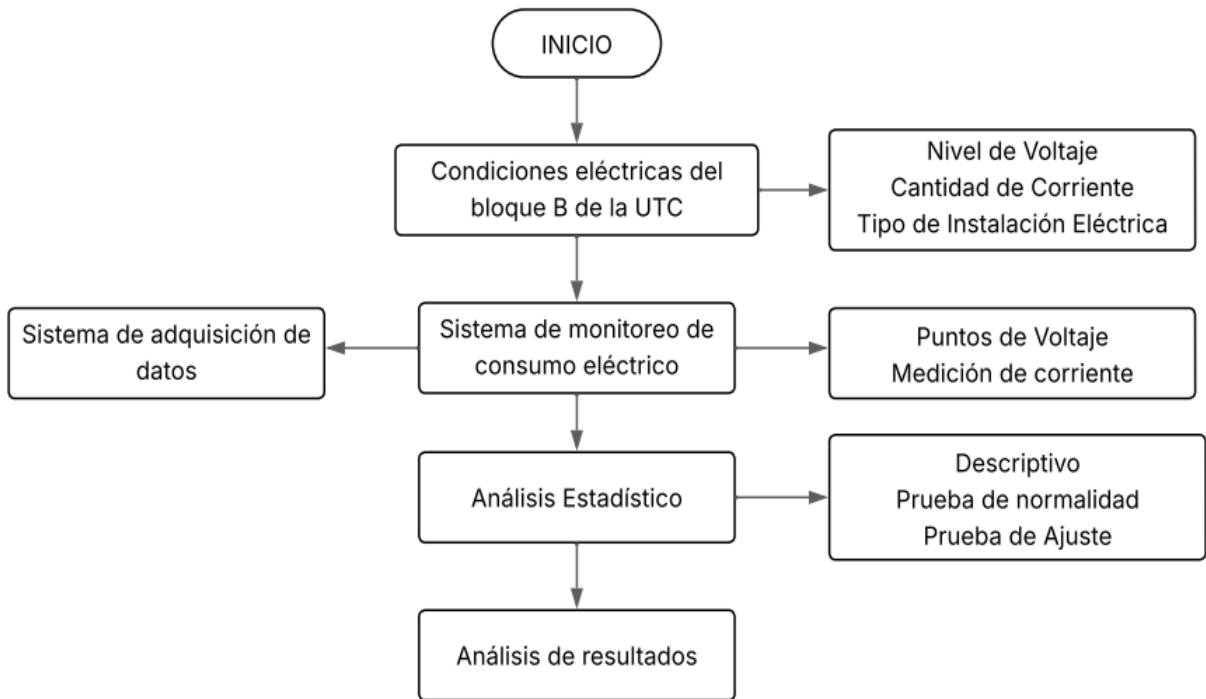


Figura 4.1 Diagrama de flujo metodológico

Durante la planificación se realizó un bosquejo detallado en la figura 4.2 que establece diferentes trayectos de ejecución de la propuesta tecnológica. El bosquejo inicia con el estudio de las condiciones eléctricas que presenta el bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en base a la información obtenida sobre niveles de tensión, cantidad de corriente eléctrica que consume el bloque A y el tipo de sistema eléctrico. Con la información obtenida se procede a definir las características que debe tener el sistema de monitoreo del consumo eléctrico, así como también el sistema de adquisición de datos. Esta fase se complementa con la implementación de los equipos de medición para enviar los datos recopilados por los equipos de medición hacia una plataforma en la nube. Una vez obtenidos los datos eléctricos de interés a disponibilidad es necesario conocer el tipo de análisis estadístico necesario para determinar la demanda del consumo eléctrico en el edificio universitario, en esa fase es importante señalar el uso de softwares relacionados con la estadística.

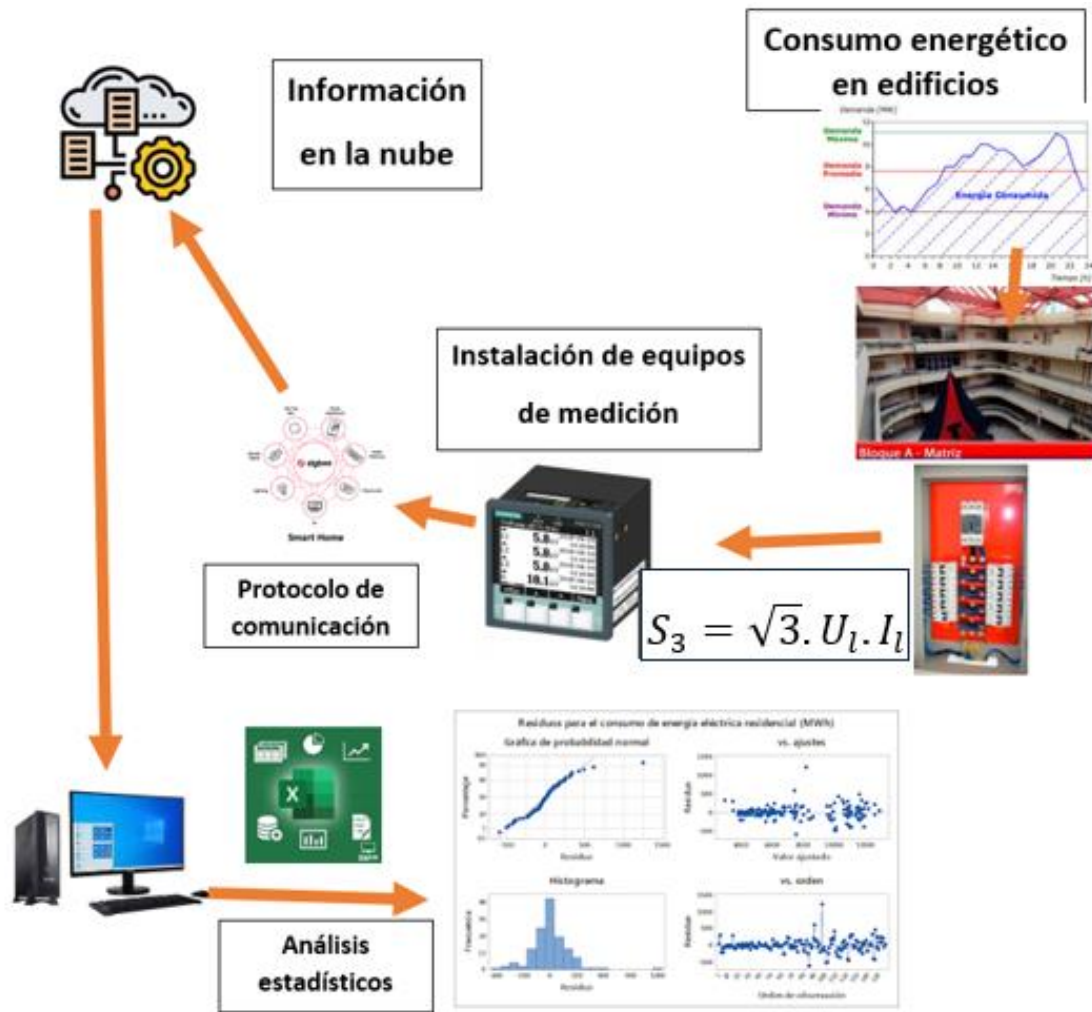


Figura 4.2 Bosquejo de diseño del sistema.

4.1. Variables del proyecto

A continuación, se realiza una descripción de las variables que se utilizan dentro de la propuesta tecnológica, estas variables se dividen en independiente y dependiente.

4.1.1. Variable independiente

Como variables independientes se tiene los diferentes parámetros eléctricos que son necesarios para determinar y analizar el consumo de energía en el bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi. Cada variable presenta su unidad de medición, la técnica con la que se obtendrá su valor y el instrumento a utilizar. Estos parámetros, que incluyen el voltaje, la corriente eléctrica, la potencia activa, la potencia reactiva, la potencia aparente y el factor de potencia, son descritos en la tabla 4.1

Tabla 4.1 Variable independiente

Variables	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Voltaje	V	Medición	Medidor de Parámetros Eléctricos
Corriente eléctrica	A		
Potencia Activa	kW		
Potencia Reactiva	kVAR		
Potencia Aparente	kVA		
Factor de Potencia	-		

4.1.2. Variable dependiente

Por otra parte, la variable dependiente representa la cantidad de energía eléctrica utilizada por el edificio universitario en un período de tiempo específico y se convierte en un factor determinante para el desarrollo del análisis estadístico y de los patrones de consumo como se describe en la tabla 4.2, en donde se tiene la variable, su unidad de medida, la técnica de medición y los instrumentos a utilizarse.

Tabla 4.2 Variable dependiente

Variable	Ítem	Técnicas	Instrumentos
Consumo Energético	kWh	Medición Computación	Medidor de Parámetros Eléctricos Software estadístico

4.2. Información del lugar de estudio

El bloque A se encuentra situado en la matriz principal de la Universidad Técnica de Cotopaxi ubicado en la ciudad de Latacunga, parroquia Eloy Alfaro, sector de San Felipe, este edificio universitario alberga las instalaciones de la Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas, la biblioteca, diferentes oficinas para la parte administrativa, entre otros. En la figura 4.3 se puede observar el Bloque A de la UTC.

4.3. Caracterización actual del sistema eléctrico del bloque A

En el Bloque A de la institución, la energía eléctrica es suministrada desde un transformador trifásico de la marca “INATRA” que tiene una capacidad de potencia aparente de 300 kVA como se observa en la figura 4.3.



Figura 4.3 Transformador de 300 kVA

El suministro eléctrico proveniente del transformador se dirige hacia el Bloque A a través de un tablero de distribución eléctrica que gestiona la alimentación para todo el edificio. Este tablero cuenta con una protección eléctrica principal tipo caja moldeada de 350 A, la cual actúa como salvaguarda ante sobrecargas y cortocircuitos en el sistema.

Además, el tablero de distribución presenta múltiples derivaciones eléctricas, cada una equipada con su propia protección eléctrica específica. Estas protecciones individuales aseguran la correcta distribución y protección de la energía eléctrica a lo largo de las diferentes secciones y equipos dentro del Bloque A.

El diagrama unifilar, representado en la Figura 4.4, ilustra de manera clara las conexiones eléctricas desde la red de media tensión hasta el transformador, la protección principal y las derivaciones que alimentan el tablero de distribución del Bloque A. Esta infraestructura eléctrica garantiza un suministro confiable y seguro de energía para las operaciones cotidianas en el edificio.

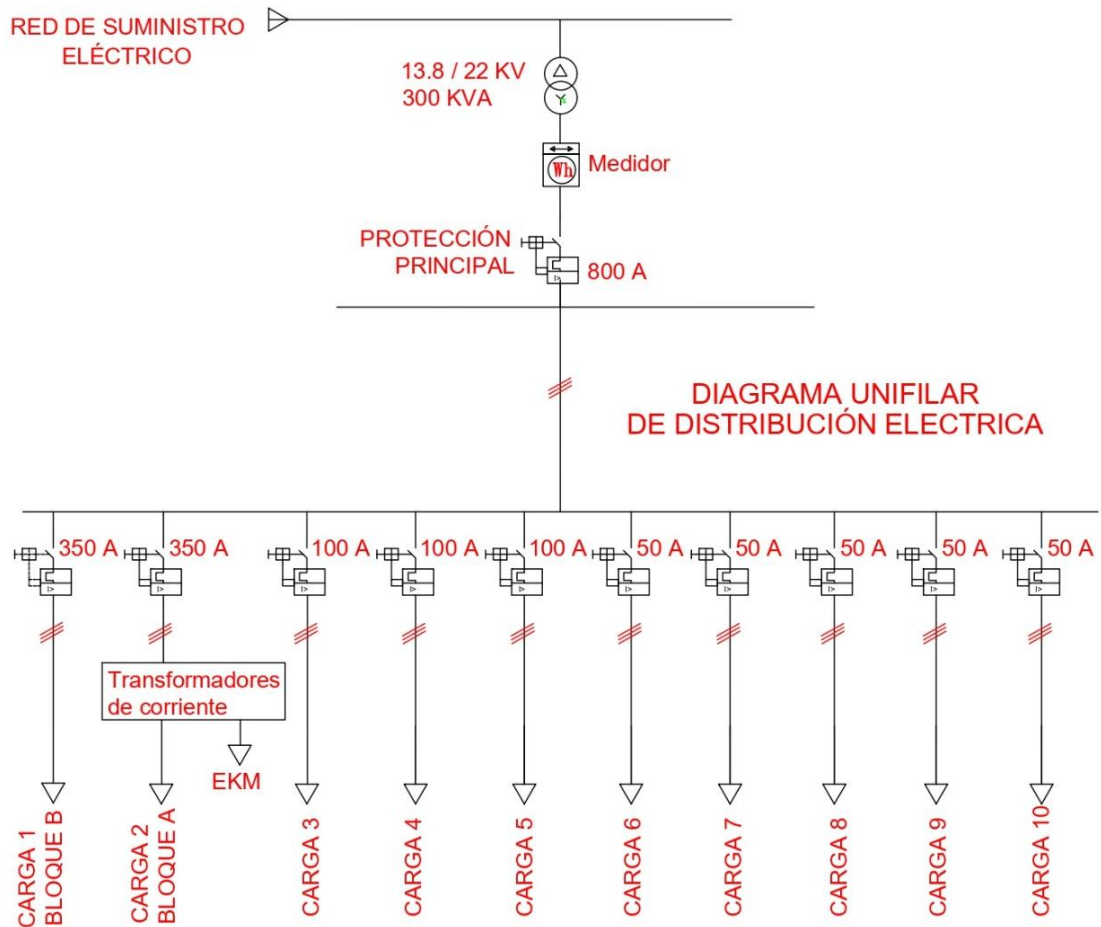


Figura 4.4 Diagrama unifilar

4.3.1. Descripción del tablero de distribución del bloque A

En el Bloque A de la UTC, el tablero de distribución eléctrica está equipado con componentes de protección eléctrica de tipo caja moldeada que garantizan la seguridad y el funcionamiento adecuado del sistema eléctrico dentro del edificio. Como protección eléctrica principal se tiene un interruptor termomagnético trifásico de 350 A, esta protección asegura la integridad del sistema y responde ante sobrecargas y cortocircuitos, salvaguardando la infraestructura eléctrica del edificio.

Cada una de estas protecciones eléctricas cumple la función de protección de los circuitos independientes que son derivados para: laboratorios, aulas y oficinas que están presentes en el Bloque A, asegurando un suministro eléctrico confiable y seguro.

En la figura 4.5 se puede observar el tablero de distribución eléctrica en donde la protección principal radica en un termomagnético de 800 A, también se puede observar las protecciones para los dos bloques principales de le UTC, el de interés en la propuesta tecnológica es la

protección de 350 A del bloque A. Adicional se conoce que el tipo de instalación eléctrica es trifásica a 4 hilos

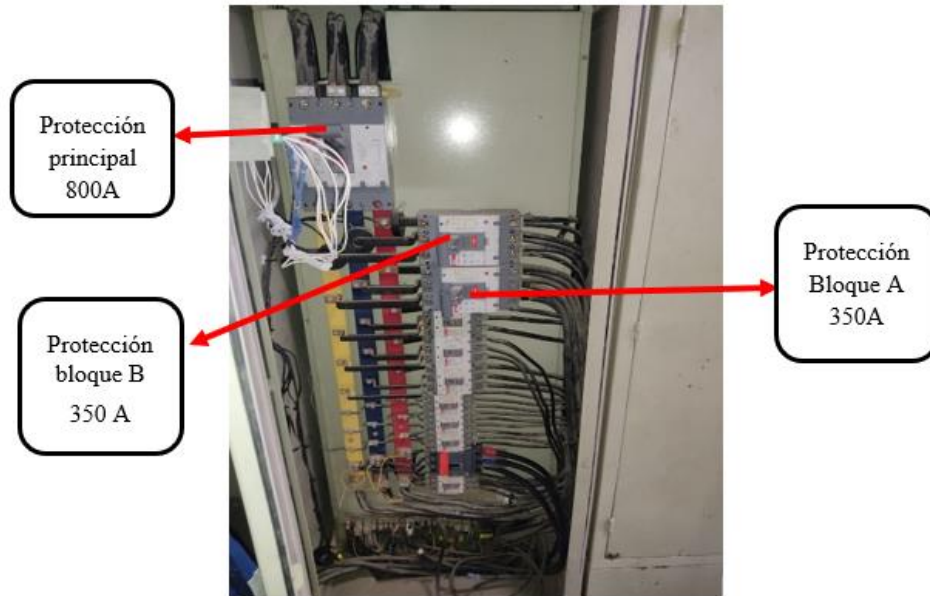


Figura 4.5 Tablero de distribución del bloque A

4.4. Diseño del sistema de monitoreo y adquisición de datos eléctricos

Para realizar el diseño del sistema de monitoreo de consumo eléctrico para el bloque A de la UTC es necesario conocer ciertos criterios iniciales como son:

- Parámetros principales

Los parámetros fundamentales para realizar obtener los valores de consumo eléctrico en el edificio universitario son: voltaje, corriente eléctrica, frecuencia y considerar el número de fases del sistema eléctrico. Para lo cual, es importante que el medidor seleccionado tenga compatibilidad con estas especificaciones.

- Precisión del equipo de medición

El equipo que se seleccione debe cumplir con la normativa ANSI C12.1-2024 en donde indica 3 tipos de clase en la precisión para equipos de medición que se detalla a continuación:

La Clase de Precisión 0.1: utilizada en laboratorios industriales y de investigación.

La Clase de Precisión 0.2: se adapta a aplicaciones comerciales e industriales de mediana y alta exigencia.

Clase de Precisión 0.5: una clase estándar para aplicaciones residenciales, comerciales y pequeñas empresas.

- Facilidad en adquisición de datos

Además, es fundamental que el medidor de energía eléctrica tenga la facilidad de adquisición de datos, lo que implica una interfaz de usuario amigable y un software eficiente. La combinación de estos requisitos mejora la experiencia de monitoreo y control del consumo eléctrico. En la tabla 4.3 se presentan los criterios a considerarse en la selección del medidor inteligente.

Tabla 4.3 Criterios a considerar en la selección del medidor inteligente

Criterio	Descripción
Parámetros Principales	Voltaje, corriente, frecuencia y número de fases del sistema eléctrico.
Precisión del Medidor	Debe cumplir con los estándares de precisión establecidos por la normativa ANSI.
Sistema de Medición Inteligente	Evaluación de la interfaz de usuario, opciones de comunicación y precios del medidor para facilitar la adquisición de datos.

4.4.1. Selección del Medidor

En base a los criterios iniciales que debe tener el sistema de medición es importante mencionar la selección de dos equipos que cumplen con los requisitos iniciales, estos equipos han sido utilizados en varios proyectos eléctricos en donde se necesita el monitoreo y la adquisición de datos, por lo tanto, se ha realizado un cuadro comparativo descrito en la tabla 4.4. Este cuadro indica las características de cada equipo y un puntaje sobre 10 para conocer la funcionalidad en la propuesta tecnológica.

Tabla 4.4 Tabla comparativa en la selección del medidor inteligente

Característica	EKM Omnimeter (Puntaje)	Sentron Pac (Puntaje)
Facilidad de Instalación	9/10	7/10
Integración y Comunicación	9/10	8/10
Funcionalidades de Monitoreo	8/10	9/10

Precisión de Medición	8/10	9/10
Costo Total (Hardware + Software)	10/10	7/10
Escalabilidad	9/10	8/10
Soporte Técnico y Comunidad	8/10	7/10
Conclusión General (Puntaje Total)	61/70	55/70

En base a los criterios calificados de la tabla 4.4 se determina que el equipo para realizar la medición dentro de la propuesta tecnológica es el “EKM” Omnimeter. Este equipo destaca por su versatilidad al adaptarse a una amplia gama de voltajes y configuraciones de sistema, incluyendo sistemas monofásicos y trifásicos. Además, sus funcionalidades avanzadas de conteo de pulsos y control de relés permiten un monitoreo preciso y la automatización de dispositivos eléctricos, brindando un mayor control en aplicaciones que requieren una gestión detallada.

Está equipado con comunicaciones RS-485 que facilita la integración con sistemas de monitoreo más amplios, simplificando la adquisición y gestión de datos energéticos. Su capacidad de medición en corriente eléctrica es de hasta 5000 amperios validando su utilidad para entornos industriales y comerciales de gran escala, asegurando la monitorización de cargas eléctricas. Adicional dentro de la tabla 4.5 y en el Anexo C se observan las características más importantes que presenta el equipo.

Tabla 4.5 Características a considerar en la selección del medidor inteligente

Característica	Detalles
Descripción	Universal, Conteo de Pulsos, Control de Relés, Medidor Inteligente
Funciones	Conteo de Pulsos y Control de Relés
Voltaje	120 voltios, 120/240 voltios, 120/208 voltios, 230 voltios, 277 voltios, 480 voltios
Amperaje	Hasta 5000 amperios
Tipo	CT Externo, 50 o 60 Hz
Sistema	Monofásico, 3-Fases 3-Hilos, o 3-Fases 4-Hilos
Datos	Comunicaciones RS-485

4.4.2. Transformador de corriente

Para dimensionar el transformador de corriente es necesario determinar la corriente eléctrica que el bloque A consume, para ello primero se va a determinar la corriente eléctrica total del sistema mediante la siguiente ecuación:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V} \quad (4.1)$$

Donde:

- S: Potencia del transformador (kVA)
- V: Voltaje del sistema (V)

Conociendo que el transformador de la Universidad Técnica de Cotopaxi es de 300 kVA y que el voltaje del sistema es de 220 Vac se puede determinar la cantidad de corriente eléctrica del sistema.

$$I = \frac{300 \text{ kVA}}{\sqrt{3} \cdot 220 \text{ V}}$$

$$I = 787,29 \text{ A}$$

La capacidad del transformador fue dimensionada para la carga eléctrica el bloque A y B de la universidad, para lo cual se considerará solamente la cantidad de corriente eléctrica para un solo bloque, por lo tanto:

$$I = \frac{787,29 \text{ A}}{2 \text{ Bloques}}$$

$$I = 393,64 \text{ A} \approx 400 \text{ A}$$

Se selecciona un transformador de corriente "TC" de 400 A.

Otro parámetro importante para la selección de estos elementos de medición son la forma física, es importante indicar que no se puede interrumpir el suministro eléctrico de ninguno de los bloques universitarios para realizar la medición, por lo tanto, los TCs de núcleo partido permiten una instalación sencilla sin interrumpir el circuito principal.

En el caso de un sistema eléctrico trifásico, como el del bloque A, es necesario utilizar tres transformadores de corriente para cada una de las fases. Cada transformador de corriente se

encarga de medir la corriente en una fase específica del sistema eléctrico. En la tabla 4.6 y en el Anexo B se pueden observar las características del transformador de corriente seleccionado.

Tabla 4.6 Características del TC

Característica	Detalles
Tipo de CT	Núcleo Partido
Máx. Amperaje	400 Amperios
Diámetro Interior	43x32 mm o 0,98 pulgadas
Diámetro Exterior	70 mm o 2,76 pulgadas
Espesor	18 mm o 0,71 pulgadas
Modelo	ESCT-043x032-400 #C6
Calibre del Cable	Para uso en cable de hasta 400 MCM

4.4.3. Adquisición de datos

Para la adquisición de datos es importante indicar un equipo que sea directamente compatible con el medidor “Omnimeter”, este equipo de la misma marca “EKM” se denomina “Push3 Cloud Data System” es un equipo diseñado para la adquisición de parámetros eléctricos y enviarlos directamente hacia la nube mediante internet, la configuración es mediante los puertos ethernet directamente hacia el router. Sus características se encuentran en el Anexo A.

Una de sus características principales es que los datos eléctricos adquiridos se pueden observar y gestionar en la nube, ofreciendo un servicio completamente gratuito. El equipo facilita el envío instantáneo de datos a la nube o su registro local, con soporte para conexiones Ethernet o Wi-Fi, asegurando que los parámetros eléctricos estén siempre accesibles.

4.4.4. Elementos adicionales

Dentro de la parte de las protecciones eléctricas es importante mencionar que para realizar la medición de voltaje en cada línea se coloquen fusibles, uno por cada línea, el fabricante recomienda que por cada línea sea colocado un fusible de 1A para salvaguardar la integridad del equipo. Por otra parte, es necesario adquirir borneras para su conexión directa tanto para la parte del voltaje como para los transformadores de corriente

Estos elementos y equipos seleccionados deben incluirse en un tablero o gabinete de control eléctrico y según su tamaño físico se selecciona un gabinete que tiene las dimensiones de 600

x 400 x 200 unidades milimétricas. Esta implementación es fundamental para garantizar la operatividad segura y coordinada de los componentes eléctricos en una infraestructura.

La selección de canaletas ranuradas para el paso de los conductores eléctricos también es importante por el cuidado estético la organización de los elementos dentro del tablero, así como también el riel din para la sujeción de los mismos.

4.4.5. Conexión de los equipos

En la figura 4.6 se puede observar la conexión física de los equipos a ser utilizados para la medición y adquisición de los datos eléctricos del bloque A de la UTC. Se puede observar el sistema de 4 hilos comprendido por las 3 líneas de color negro, rojo y amarillo, seguidamente del conductor banco correspondiente al neutro. En las 3 líneas se identifican los transformadores de corriente que están directamente conectados hacia el medidor “Omnimeter”. En el mismo equipo se puede observar el ingreso de los 4 conductores para la medición del voltaje, cabe recalcar que los mismos ingresos de voltaje son los encargados de energizar a dicho equipo. Se observa también al equipo que adquiere los datos “EKM Push3” con su alimentación a 12Vdc y su conexión directa a internet por medio del cable de red Ethernet, así como también su conexión directa RS 485 con el “Onmimeter” mediante cable trenzado 22 AWG, como se muestra en el anexo D.

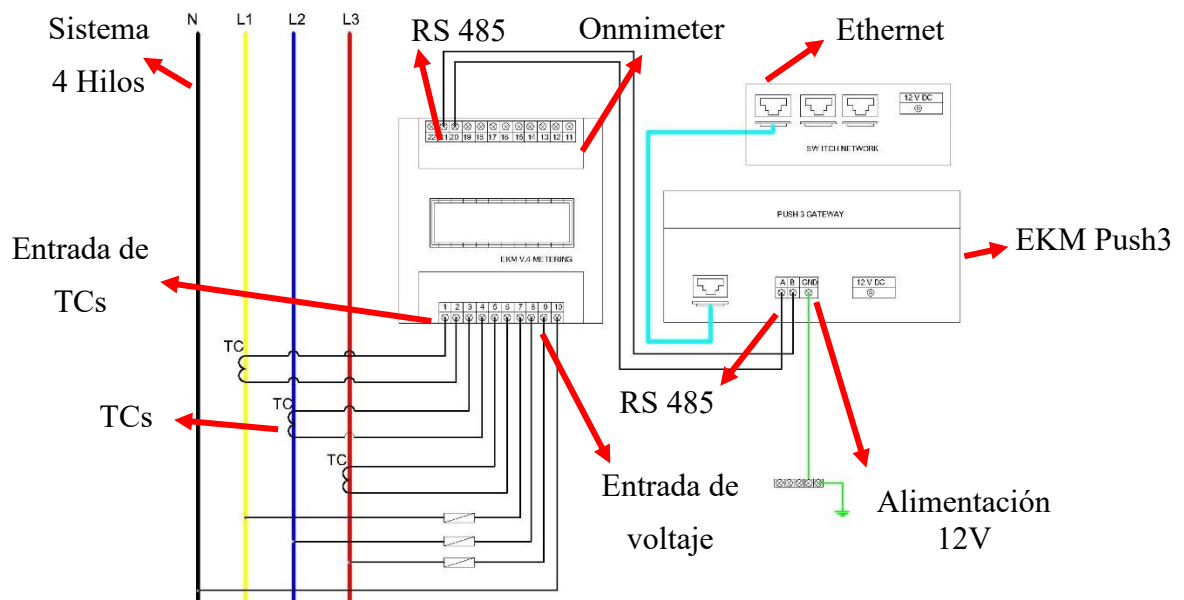


Figura 4.6 Conexión de los equipos

4.4.6. Implementación del equipo de medición y adquisición de datos

Para la implementación de los equipos y elementos seleccionados en el tablero de control y medición, internamente se dividió el tablero en 3 partes como se observa en la figura 4.7, en la primera parte se colocó un switch de distribución de internet por medio del cable ethernet, seguidamente de los fusibles de 1A que es para la protección del equipo de medición y finalmente se colocó el equipo de adquisición de datos “EKM Push3”.

Para la segunda parte de la distribución interna del tablero de control y medición se realizó la implementación de los equipos de medición “EKM Omnimeter”, dentro de la figura 4.7 se encuentran 3 equipos de los cuales solamente uno pertenece a la presente propuesta tecnológica, los otros equipos que se pueden observar mencionan otros puntos de medición distintos a los del bloque A, uno perteneciente al bloque B y el otro perteneciente a la medición de los dos bloques en conjunto.

Finalmente, en la tercera parte se han colocado las diferentes borneras la una conexión segura conjuntamente con un tomacorriente donde están conectadas las fuentes de alimentación una para el switch de internet y una para el EKM Push3.

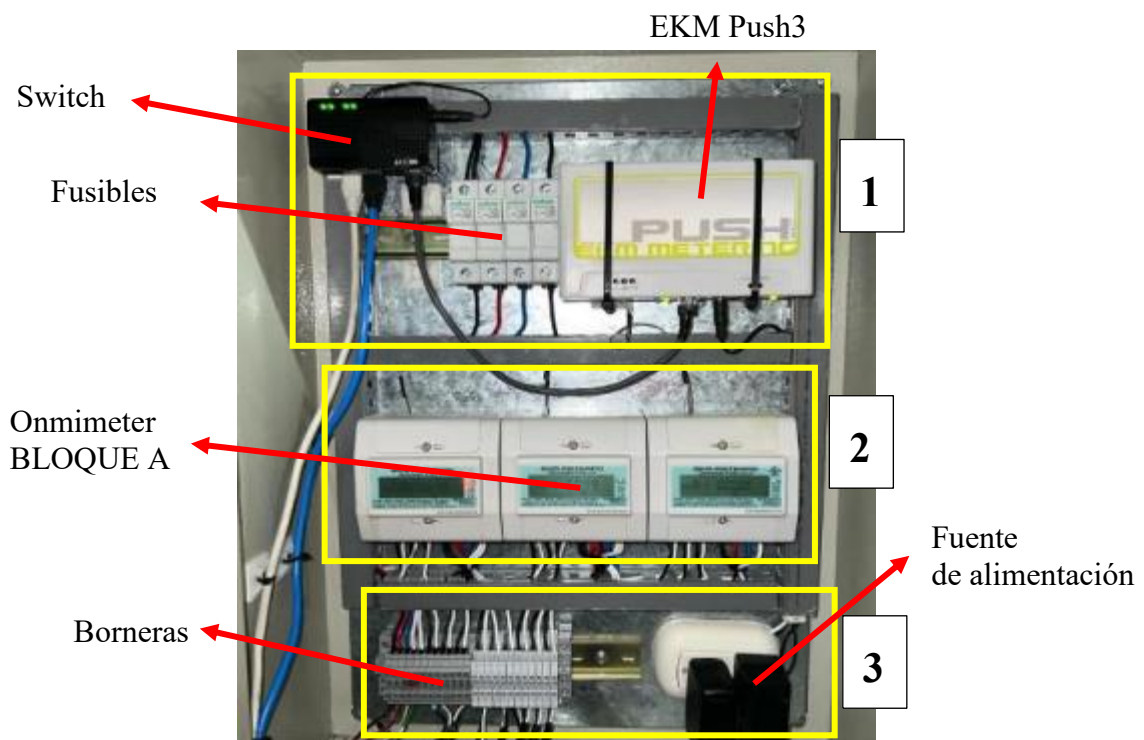


Figura 4.7 Implementación de los equipos al tablero de control y medición

4.4.7. Ubicación del tablero de control y medición

Para la implementación del tablero de control y medición, se consideró la disposición del entorno del cuarto de distribución eléctrica que tiene la Universidad Técnica de Cotopaxi, precisamente al lado derecho del tablero principal como se observa en la figura 4.8. El gabinete se colocó a una altura de 1,6 metros a nivel del suelo.

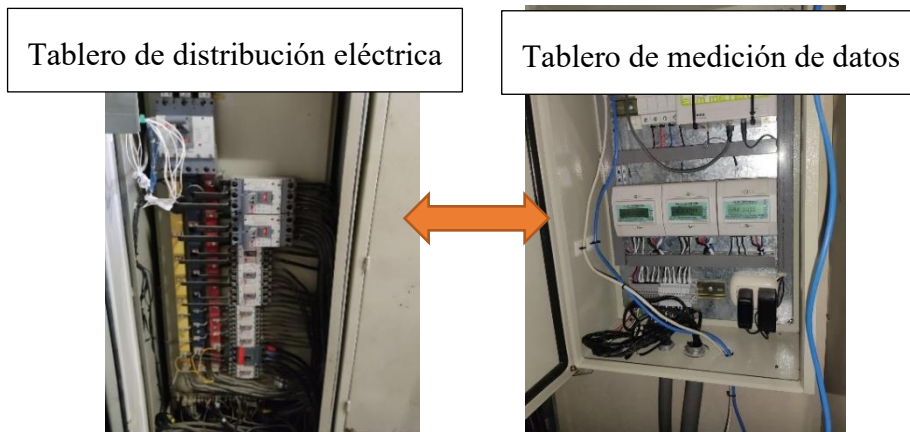


Figura 4.8 Ubicación del tablero de control y medición

4.5. Funcionamiento del sistema de medición y adquisición de datos

Se debe realizar las conexiones de los transformadores de corriente y de las entradas de voltaje (3 líneas y neutro) desde el tablero de distribución principal de energía eléctrica hacia el tablero de control y medición de datos como se observa en la figura 4.9 y en el Anexo D.

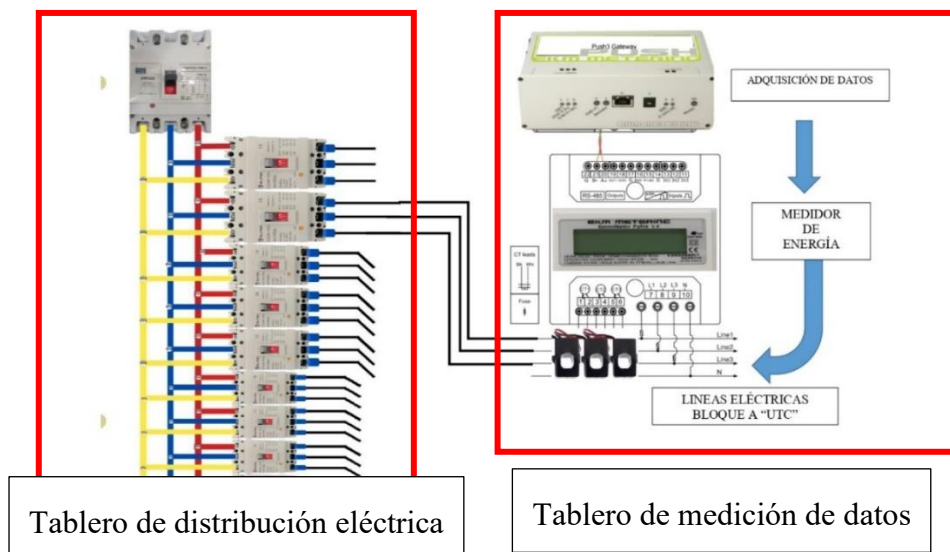


Figura 4.9 Conexión de los TCs y entradas de voltaje

Inmediatamente al momento de realizar la conexión el medidor “Omnimeter”, este empieza a registrar los valores de voltaje en las tres líneas, corriente eléctrica, frecuencia, factor de potencia y las diferentes potencias eléctricas como se observa en la figura 4.10

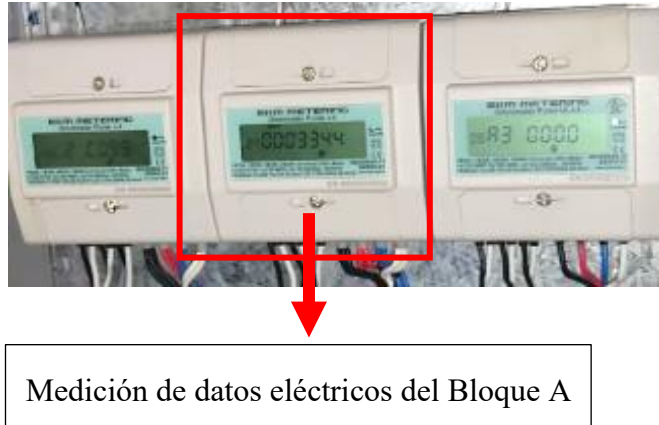


Figura 4.10 Medición de datos eléctricos

Mediante la comunicación RS 485 el equipo “Onmimeter” envía los datos eléctricos al equipo EKM Push, en la figura 4.11 se puede observar la comunicación existente entre estos equipos por sus lucen encendidas que indican que la comunicación ha sido exitosa.



Figura 4.11 Funcionamiento del equipo EKM Push3

Estos datos que adquiere el equipo “EKM Push3” son enviados mediante una conexión de internet hacia una plataforma propia de la marca EKM para tener un registro en tiempo real, un almacenamiento de esta información, tiene la capacidad de generar informes por correo electrónico, crear archivos CSV para lectura de datos, también puede crear gráficos y hojas de cálculo. El entorno de la plataforma se puede observar en la figura 4.12 en donde se presentan diferentes gráficas en base al parámetro seleccionado. Adicional, esta plataforma es gratuita y

su comunicación con el equipo se basa en agregar una numeración proveniente de los equipos EKM.

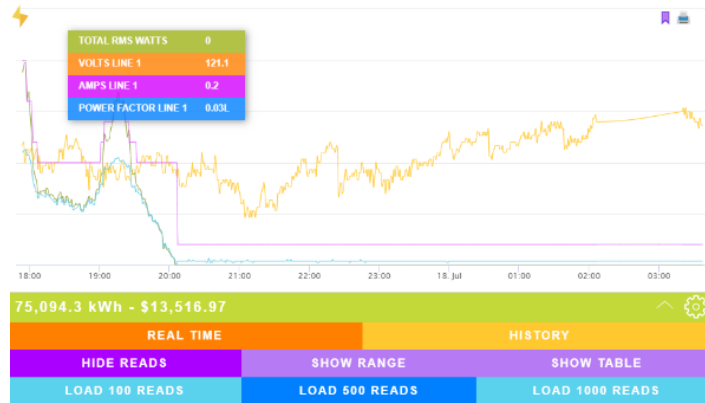


Figura 4.12 Software adquisición de datos

4.5.1. Software estadístico

Para la fase estadística de la investigación, el análisis de los datos de consumo energético se llevará a cabo utilizando un enfoque variado de herramientas de software. Se empleará IBM SPSS Statistics para la ejecución de pruebas estadísticas avanzadas, como las pruebas de normalidad (Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk), el cálculo de estadísticos descriptivos detallados (media, mediana, moda, asimetría, curtosis, etc.), y la implementación de transformaciones de datos cuando sea necesario para cumplir con los supuestos de los modelos.

Complementariamente, se utilizará Microsoft Excel para la organización inicial de los datos, la realización de cálculos básicos y la creación de gráficos descriptivos que faciliten la visualización y el análisis preliminar de los patrones de consumo.

4.5.2. Procedimiento del análisis estadístico

Se realizó un diagrama de flujo detallado en la figura 4.13 que indica el procedimiento a seguir del análisis estadístico. Con el registro de datos de la plataforma EKM Dash es importante considerar que adquirir esos datos se realizaron bajo el formato de CSV, lo que conllevó a una conversión para utilizarlos en el software estadístico Excel.

1. Adquisición de Datos

La adquisición de datos se realizará utilizando el software EKM Dash. Se obtendrán los datos de consumo eléctrico del Bloque A de la UTC, provenientes del medidor instalado. Los datos

se organizarán para identificar patrones de consumo, con criterios que distinguen la jornada laboral (días de semana) de los fines de semana (sábado y domingo).

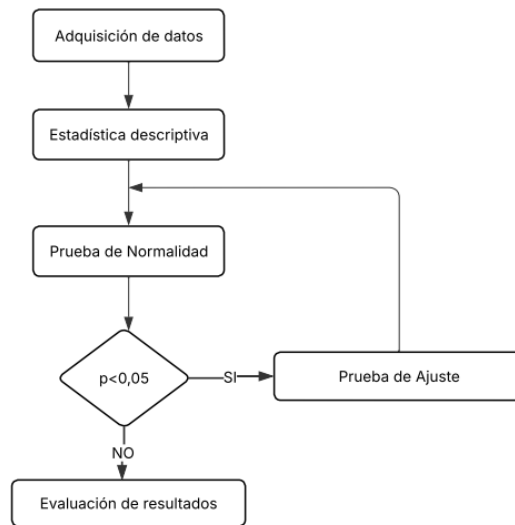


Figura 4.13 Diagrama de flujo del análisis estadístico

2. Estadística Descriptiva

Una vez que los datos estén organizados, se procederá a un análisis de estadística descriptiva, en este apartado el análisis se desarrolló utilizando el software SPSS Statistics. Se calcularán parámetros como la media, la moda, la mediana, la asimetría y la curtosis. El análisis de estos parámetros, en particular la asimetría y la curtosis, servirá como un indicio inicial para determinar si los datos tienen una distribución normal.

3. Prueba de Normalidad

Para confirmar los indicios de la estadística descriptiva, se aplicará una prueba de normalidad. La elección de la prueba, ya sea Kolmogorov-Smirnov (K-S) o Shapiro-Wilk, dependerá del número de datos en el conjunto. Se evaluará el valor de p (valor p) resultante de la prueba de normalidad.

4. Criterio de Decisión y Prueba de Ajuste

Si el valor p es menor a 0,05 ($p < 0,05$), se rechaza la hipótesis nula de que los datos siguen una distribución normal. En este caso, se procederá a realizar una prueba de ajuste y transformación de los datos para que sigan una distribución normal.

Si el valor p no es menor a 0.05 ($p \geq 0.05$), se acepta la hipótesis nula, lo que significa que los datos sí siguen una distribución normal.

5. Re-evaluación (si aplica)

Después de la prueba de ajuste y transformación, se volverá a realizar una prueba de normalidad a los datos ya ajustados. Si el nuevo valor de p es mayor a 0.05 ($p \geq 0.05$), se acepta la hipótesis nula y se concluye que los datos siguen una distribución normal.

6. Evaluación de Resultados

Una vez que se ha determinado si los datos originales o transformados siguen una distribución normal, se procede a la evaluación de los resultados para obtener conclusiones del estudio, como el análisis de los picos y valles de consumo.

5. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El presente capítulo se dedica a la interpretación de los resultados obtenidos a partir del sistema de monitoreo que se implementó en el tablero de distribución de energía eléctrica perteneciente al Bloque A de la Universidad Técnica de Cotopaxi. El equipo fue instalado el día martes 17 de junio hasta el lunes 21 de julio, en el cual se procedió a la organización de los mismos.

5.1. Adquisición de datos

En la tabla 5.1 se puede observar los datos del consumo eléctrico del Bloque A de la UTC en la que se obtuvo datos por cada hora del día, se procedió a realizar un análisis de datos primero agrupándolos de manera semanal para verificar el comportamiento de la gráfica por cada día de la semana de la instalación del equipo, realizada el lunes 17 de junio, se ha llevado a cabo una continua adquisición de datos.

Tabla 5.1 Datos del consumo eléctrico 17/junio – 29 junio

HORA	Martes 17-jun	Miércoles 18-jun	Jueves 19-jun	Viernes 20-jun	Sábado 21-jun	Domingo 22-jun	Lunes 23-jun	Martes 24-jun	Miércoles 25-jun	Jueves 26-jun	Viernes 27-jun	Sábado 28-jun	Domingo 29-jun
0	7,5	8	8	8	7	6,5	7	6,8	7	7	7	7	8,5
1	7,5	8	8	8	7,5	6,5	7	6,8	7	7	7	7	8,5
2	7,5	8	8	8	6,5	7,3	7	6,8	7	7	7	7	8,5
3	7,5	8	8	8	7,3	6,8	7	6,8	6,5	6,5	7	7	8,5
4	7,5	8	8	8	7	6,8	7	6,8	7	6,5	7	7	8,5
5	7,5	8	8	8	6,8	6,8	7	6,8	7	6,5	7	7	8,5
6	10,6	13	13	13	7	7	11,5	11,5	11,5	10,5	11,5	8	12
7	20,5	29	28	29	7	7,2	23	24	29	25	24	10	26
8	32,3	45	42	41	7,3	7,8	41,5	42	46	40,5	38	14	10
9	36,0	50	47	43	10,5	8,3	47	48	51,5	43	43	14,5	10
10	37,8	56	54	43	12,5	8,2	52	50	48,5	44	44	14	10
11	37,2	50	53	43	13,2	8,2	53	50	45	41	45	13,5	10
12	35,9	50	54	44	11,3	8,2	50	49	45,5	40	45,5	13,5	10
13	34,2	47	53	44	10,2	8,2	49	45	45	40	47	10	10
14	35,5	47	55	46	8,8	7,8	51	47	50,5	45	49	9,5	10
15	35,0	49	53	48	8	7,5	52	46	50	45,5	44	9	9,5
16	32,2	54	51	49	7,8	7,5	48	45	46,5	42,5	36	9	9,5
17	45	55	47	46	9,2	9,5	47	46	47	44	40	11,5	9,5
18	45	50	47	45	9,5	10	46	46	48	41	42	11,5	11,5
19	40	47	39	39	9	10	41	38	43	37	36	11	11,5
20	38	40	35	35	9,2	10	36	35	38	30	29	10,5	11,5
21	32	28	26	22	9	10	26	26	29	26	24	9,5	10,5
22	18	16	20	14	8,8	8,8	15	14	16	15,5	16	9	9,5
23	9	8	8	8	7,3	7,3	6,5	6,5	9	8,5	8,5	8,5	8

La figura 5.1 presenta un gráfico de barras que ilustra el consumo eléctrico diario, segmentado por horas, correspondiente a la primera semana de adquisición de datos. Las barras están codificadas por colores. Se observa claramente un patrón de consumo: las horas tempranas de la mañana (aproximadamente de 0 a 5 AM) muestran un consumo bajo y relativamente estable, que oscila alrededor de los 5 a 10 unidades de consumo. A partir de las 6 o 7 AM, el consumo comienza a aumentar significativamente, alcanzando sus picos máximos en las horas centrales del día, aproximadamente entre las 10 AM y las 5 PM, donde los valores superan consistentemente las 40 unidades y en algunos días alcanzan o superan las 50 unidades. Durante

la tarde y noche, el consumo tiende a disminuir progresivamente, aunque se mantiene por encima de los niveles de la madrugada hasta aproximadamente las 22 o 23 horas, momento en el que el consumo vuelve a descender a sus niveles más bajos. Este patrón sugiere una demanda eléctrica diurna más elevada, posiblemente asociada a actividades laborales o de mayor uso durante el día.

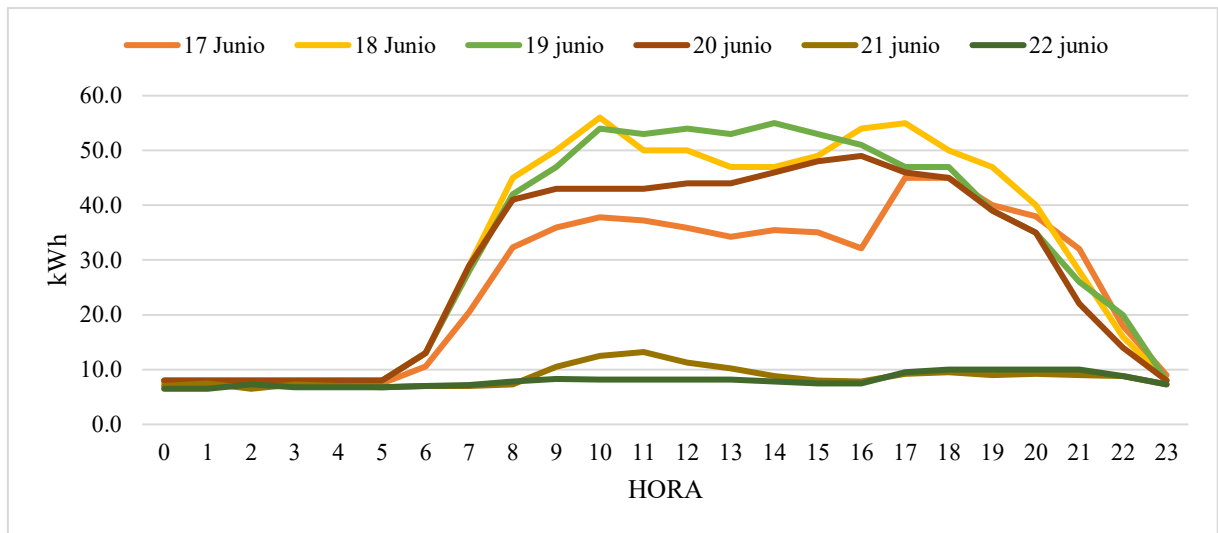


Figura 5.1 Consumo eléctrico 17/junio – 22/junio

La figura 5.2 muestra un gráfico de barras que representa el consumo eléctrico horario de la segunda semana de registro, abarcando los días del 23 al 29 de junio. Durante las horas de la madrugada (0 a 5 AM), el consumo se mantiene en niveles bajos y estables. A partir de las 6 o 7 AM, el consumo comienza a ascender de manera notable, indicando el inicio de actividades.

Los picos de mayor consumo se registran consistentemente durante las horas centrales del día, entre las 9 AM y las 5 PM. Posteriormente, a partir de las 5 o 6 PM, el consumo tiende a disminuir gradualmente a lo largo de la tarde y la noche.

Los días de semana (lunes a viernes) presentan un patrón de consumo elevado durante las horas diurnas, con picos marcados que reflejan la ocupación y actividad del Bloque A. Las variaciones entre estos días pueden deberse a diferencias en la carga académica. Por otra parte, los fines de semana (sábados y domingos) muestran un consumo eléctrico significativamente reducido y estable, sin los picos diurnos, lo que indica un uso mínimo del edificio.

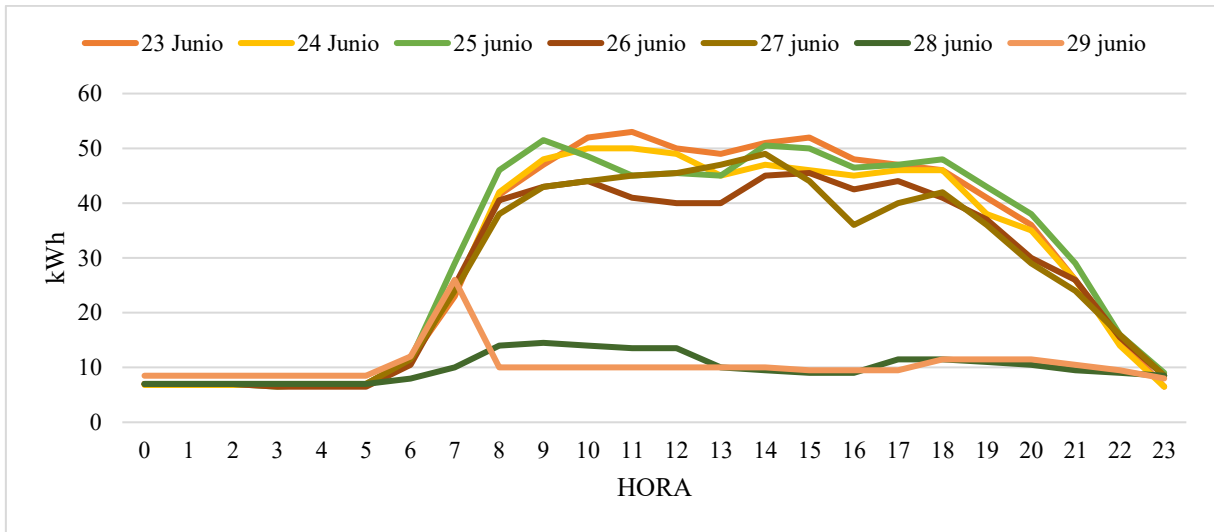


Figura 5.2 Consumo eléctrico 23/junio – 29/junio

En la tabla 5.2 se presentan los datos por dos semanas del 30 de junio al 13/julio, de igual manera estos datos están organizados por cada hora del día.

Tabla 5.2 Datos del consumo eléctrico 30/junio – 13/julio

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
30-jun	1-jul	2-jul	3-jul	4-jul	5-jul	6-jul	7-jul	8-jul	9-jul	10-jul	11-jul	12-jul	13-jul
8,5	7	7	8	7,5	6,2	6,8	7	7	8	8	8	7	7
8,5	7	7	8	7,5	6,5	6,2	7	7	8	8	8	7	7
8,5	7	7	8	7,5	6,3	6,5	7	7	8	8	8	7	7
8,5	7	7	7,5	7,5	6,2	6,5	7	7	8	8	8	7	7
8,5	7	7	7,5	7,5	6,3	6,3	7	7	8	8	8	7	7
8,5	7	7	7,5	7,5	6,3	6,3	7	7	8	8	8	7	7
12,5	11,5	12	11,5	11	6,3	6,5	10	10	12	12	12	7	7
26	24	27	24	26	6,8	7	22,5	20,5	27	24	25	15,5	7
46	42	48	42	46	7,3	7,2	47	39	47	43	46	18	7
49	46	54	47	48	7,8	7,5	52,5	45	50	50	51	17	7
52	50	52	50	52	7,5	7,5	54	50	51	52	53	17	7
48	47	51	49	48	7,3	7,3	50,5	52	49	51	51	16,5	7
47	45	48	47	34	7,2	7,3	49	49	48	50	50	7,5	7
46	45	46	48	28	7,3	7	49	46	56	43	45	7	7
47	50	46	48	23	7	7	53	50	57	40	47	7	7
49	51	42	47	17	6,8	6,8	53	51	54	42	47	7	7
43	48	38	43	17	6,8	6,8	51	51	50	42	40	7	7
45	46	45	39	22	8,3	8,8	46	46	52	40	40	8,5	9
44	44	46	41	23	8,8	9,2	46	45	48	38	39	8,5	8,5
38	42	41	36	20	8,8	9,2	42	41	42	34	35	8,5	9
30	39	37	30	19	8	9,2	38	37	37	32	31	8,5	9
25	30	29	24	15	8	9,2	28	28,5	29	27	23	8	9
14	16	15	14	10	7,5	8	16	15,5	6	16	15	7,5	8
7,5	8	8	7	7	6,5	6,5	8	8	0,5	8	7	6,5	6,5

La figura 5.3 representa el consumo eléctrico horario a lo largo de la tercera semana, abarcando desde el lunes 30 de junio hasta el domingo 6 de julio. Los datos muestran, de manera consistente, un patrón de demanda diaria. En la madrugada se sigue manteniendo un consumo bajo y estable. Al inicio de las actividades universitarias se incrementa nuevamente que se eleva progresivamente hasta alcanzar sus picos más altos durante las horas centrales del día, específicamente entre las 9 AM y las 5 PM. La demanda eléctrica comienza un descenso gradual

desde la tarde hasta la noche, manteniendo niveles intermedios hasta las 22 o 23 horas, cuando retorna a los valores mínimos de la madrugada.

Para los fines de semana se presenta un consumo bajo durante las 24 horas del día, a diferencia de los días lunes a viernes, no se observa un aumento significativo del consumo en las horas de oficina o clase. El consumo se mantiene generalmente por debajo de los 10 kWh durante la mayor parte del día.

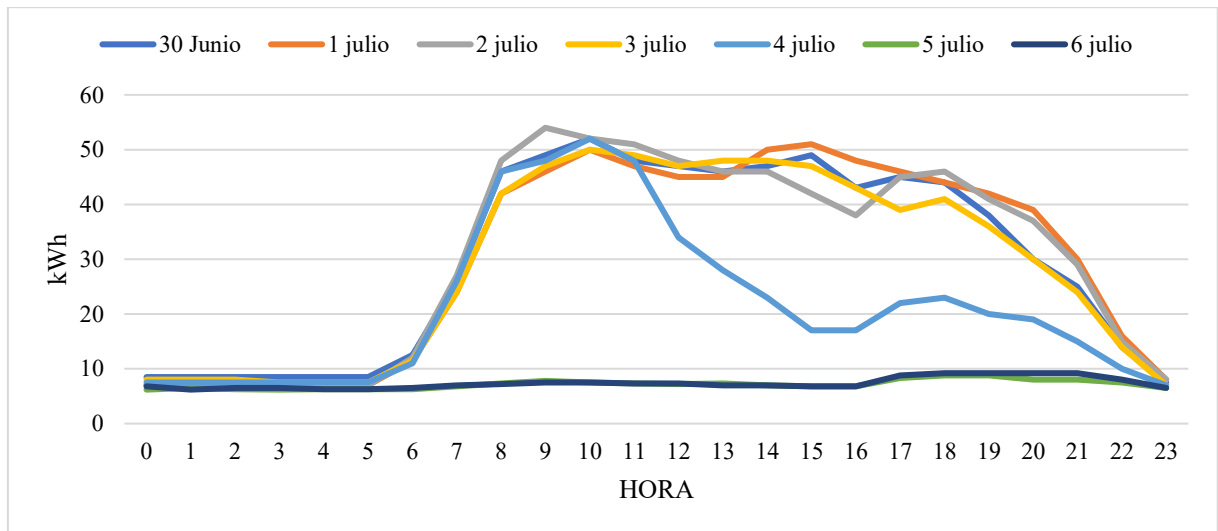


Figura 5.3 Consumo eléctrico 30/junio – 06/julio

Los días laborables (lunes a viernes) presentan un patrón de consumo eléctrico con picos diurnos elevados que reflejan la actividad académica y administrativa del Bloque A de la UTC como se ha presentado en todos los días que se adquirieron los datos de medición y esto nuevamente se ve reflejado en la figura 5.4 del 7 al 11 de julio que son fechas correspondientes a la jornada laboral.

Los fines de semana (sábados y domingos) de igual manera, presentan un patrón de consumo radicalmente más bajo y estable, sin los picos diurnos significativos. El consumo en estos días representa principalmente la carga base del edificio y alguna actividad mínima o puntual. La ligera subida observada el sábado 12 de julio es notable, pero no altera el patrón general de baja demanda de fin de semana.

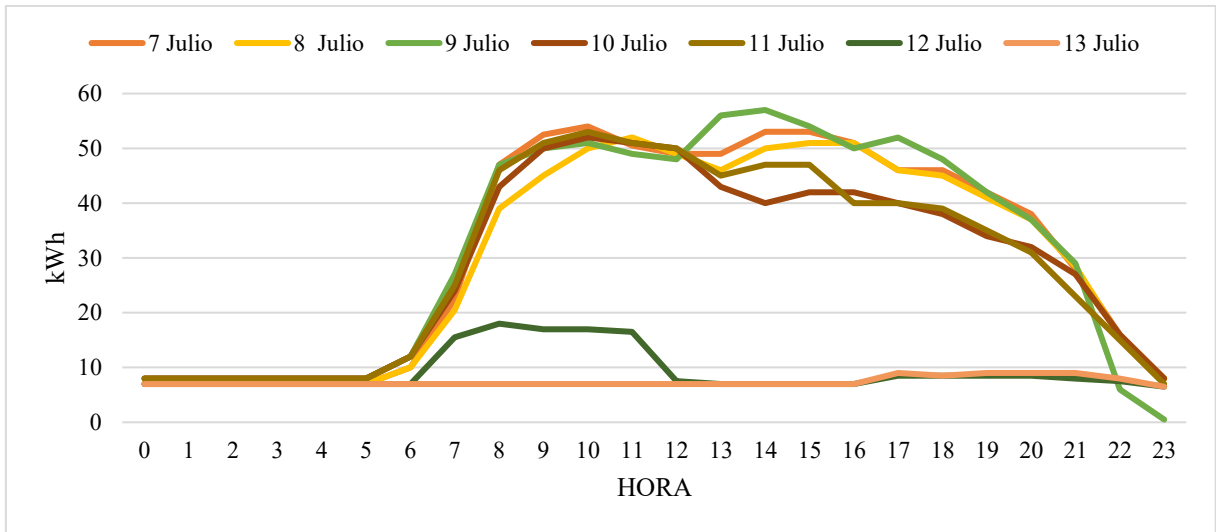


Figura 5.4 Consumo eléctrico 7/julio – 13/julio

En la tabla 5.3 se presentan los datos generados por la última semana y un día de medición, es decir del lunes 14 de junio al lunes 21 de julio, de igual manera estos datos están organizados por cada hora del día.

Tabla 5.3 Datos del consumo eléctrico 14/julio – 21/julio

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Lunes
14-jul	15-jul	16-jul	17-jul	18-jul	19-jul	20-jul	21-jul
7	10	8	8	8	8	8	8
7	10	8	8	8	8	8	8
7	10	8	8	8	8	8	8
7	10	8	8	8	8	8	8
7	10	8	8	8	8	8	8
7	10	8	8	8	8	8	8
14	10	12	12	12	8	8	12
15	15	27	24	25	8	9	25
18	23	47	45	45	9	9	41
20	40	51	52	48	9	9	46
20	52	52	53	49	9	9	50
19	48	49	52	48	9	9	52
19	47	46	49	44	9	9	52
19	48	48	49	44	9	9	49
21	49	53	52	44	9	8	55
20	51	55	51	42	8	8	54
20	49	49	49	38	8	8	8
22	43	46	45	39	10	11	8
25	42	46	42	37	10	11	8
22	39	44	38	31.5	10	10	8
22	34	38	37	26.5	10	10	8
15	25	34	34	22.5	9	9	8
14	15	16	27	15	8	8	8
10	8	8	8	7	7	7	7

La figura 5.5 muestra el patrón típico de un día laborable, nuevamente el consumo es bajo en la madrugada asciende a partir del inicio de las actividades alcanzando un pico alrededor de 50 kWh entre las 9:00 y 10:00 am. Se mantiene en niveles altos durante las horas centrales del día, con un segundo pico en la tarde (alrededor de 45 kWh a las 14:00 y 15:00 pm), para luego descender hacia la noche.

El sábado y el domingo muestran el patrón de fin de semana. El consumo se mantiene consistentemente en niveles muy bajos durante las 24 horas, generalmente por debajo de los 10 kWh. No hay picos de consumo significativos como en los días laborables. Por otra parte, el día lunes 21 de Julio el patrón de consumo de esta línea es idéntico al del sábado y domingo a partir de las 16:00 pm ya que su consumo se mantiene en niveles que rodean los 10 kWh.

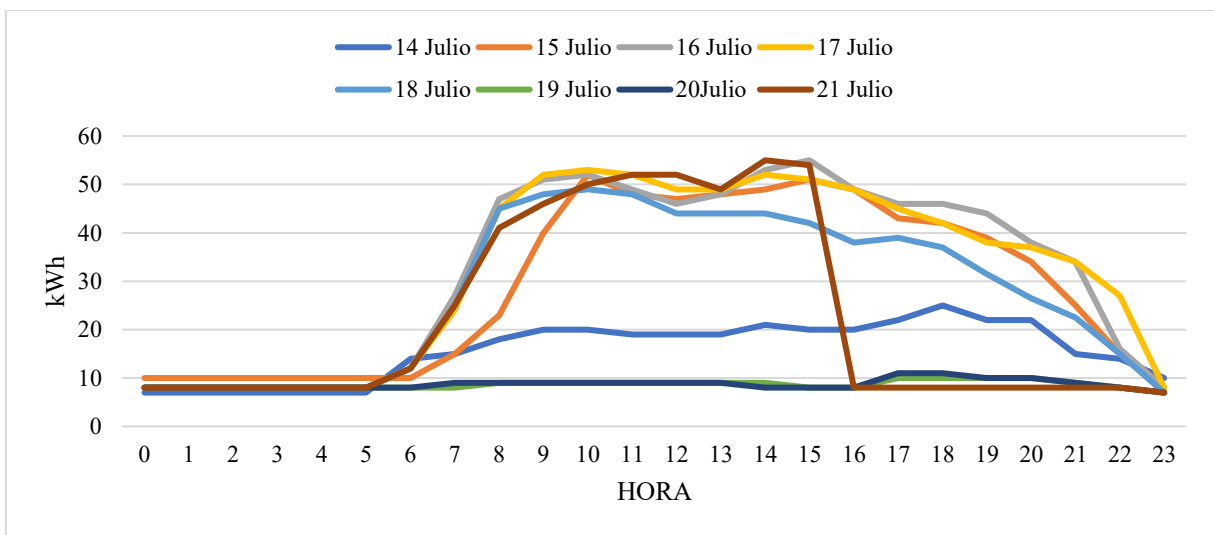


Figura 5.5 Consumo eléctrico 14/julio – 21/julio

Los días laborables reflejan el funcionamiento normal de una institución educativa, con la presencia de estudiantes, docentes y personal administrativo, uso de aulas, laboratorios, oficinas, iluminación, equipos electrónicos, etc. Esto se traduce en un consumo de energía significativamente más alto. Los fines de semana, por el contrario, la actividad es mínima o nula, lo que reduce el consumo a una "carga base" del edificio. Para lo cual se dividió el análisis de cada jornada.

5.2. Análisis de demanda de consumo en jornada laboral

Durante las 5 semanas de adquisición de datos, se realizó la organización de los mismos en función de la jornada laboral considerando los días (lunes, martes, miércoles, jueves y viernes),

para ello se determinó las medias de la demanda de consumo por cada uno de los días como se indica en la siguiente tabla. Estos datos fueron recolectados desde el

Tabla 5.4 Consumo eléctrico en jornada laboral del Bloque A

DÍA/HORA	Lunes (kWh)	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
0	7,50	7,66	7,60	7,80	7,70
1	7,50	7,67	7,60	7,80	7,70
2	7,50	7,67	7,60	7,80	7,70
3	7,50	7,66	7,50	7,60	7,70
4	7,50	7,66	7,60	7,60	7,70
5	7,50	7,66	7,60	7,60	7,70
6	12,00	10,71	12,10	11,80	11,90
7	22,30	20,80	27,80	25,00	25,80
8	38,70	35,66	46,60	42,50	43,20
9	42,90	42,99	51,30	47,80	46,60
10	45,60	47,96	51,90	50,60	48,20
11	44,50	46,85	48,80	49,20	47,00
12	43,40	45,18	47,50	48,00	43,50
13	42,40	43,65	48,40	46,60	41,60
14	45,40	46,30	50,70	48,00	41,80
15	45,60	46,81	50,00	47,70	39,60
16	34,00	45,03	47,50	45,50	36,00
17	33,60	45,20	49,00	43,00	37,40
18	33,80	44,40	47,60	41,80	37,20
19	30,20	40,00	43,40	36,80	32,50
20	26,80	36,60	38,00	32,80	28,50
21	20,40	28,30	29,80	27,40	21,00
22	13,40	15,70	13,80	18,50	14,00
23	7,80	7,90	6,70	7,90	7,50

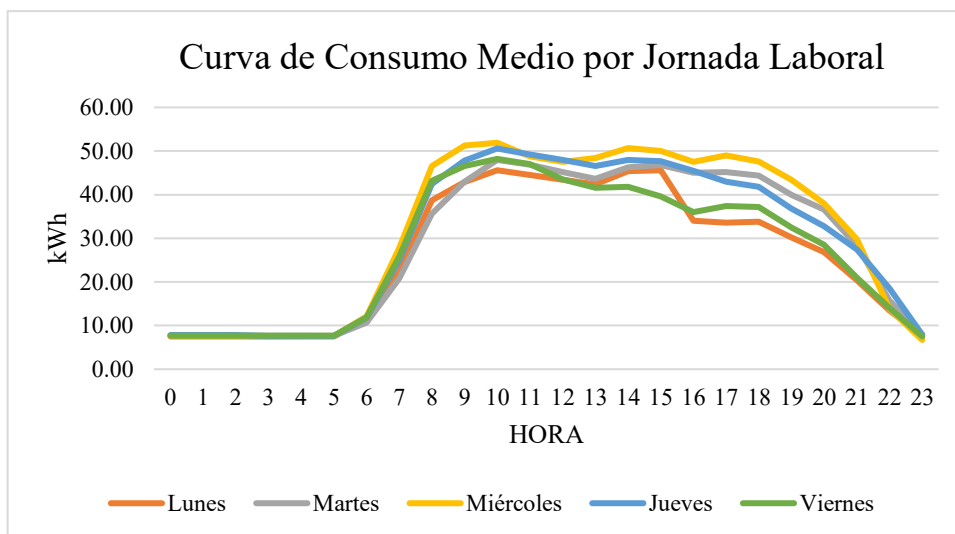


Figura 5.6 Curva de consumo medio por jornada laboral

Las gráficas de la figura 5.6 indican las medias por horas de cada día correspondiente a la jornada laboral, mencionando que existe una tendencia que se puede clasificar en 4 tipos descritos a continuación:

- **Bajo Consumo (0:00 - 6:00):** Todos los días de la semana muestran un consumo consistentemente bajo, rondando entre 5 y 10 kWh durante estas horas de la madrugada. Esto probablemente representa el consumo base cuando la mayoría de las actividades son mínimas.
- **Aumento del Consumo (6:00 - 9:00):** El consumo comienza a aumentar significativamente a partir de las 6:00 AM, indicando el inicio de la jornada laboral. Alcanza su punto máximo alrededor de las 9:00 AM.
- **Consumo Pico (9:00 - 15:00):** Los niveles de consumo más altos se observan durante estas horas, generalmente oscilando entre 40 kWh y 55 kWh. Esto corresponde a las horas de trabajo activas cuando la maquinaria, la iluminación y otros equipos probablemente están en pleno funcionamiento.
- **Descenso Gradual (15:00 - 23:00):** Después del pico, el consumo disminuye gradualmente durante la tarde y la noche, volviendo a niveles más bajos para la medianoche.

Por otra parte, también se puede realizar una descripción por cada día en específico en el que se especifica a continuación:

- **Lunes (Línea Naranja):** Muestra un pico alrededor de 45 kWh, con una caída notable entre las 16:00 y las 17:00 antes de un descenso continuado.
- **Martes (Línea Gris):** Un perfil muy similar al del lunes, con un pico también alrededor de 45 kWh.
- **Miércoles (Línea Amarilla):** Destaca por tener el consumo pico más alto, acercándose a los 55 kWh alrededor de las 9:00-10:00. Generalmente mantiene niveles de consumo más altos durante las horas pico en comparación con otros días.
- **Jueves (Línea Azul):** Muestra niveles de consumo similares a los del miércoles durante las horas pico, también alcanzando puntos altos (alrededor de 50-52 kWh).

- **Viernes (Línea Verde):** Generalmente muestra un consumo ligeramente más bajo durante las horas pico en comparación con el miércoles y el jueves, y su descenso en la tarde parece ser un poco más pronunciado, terminando en un punto más bajo a las 23:00.

En cuanto a la variabilidad de la demanda de consumo por horas en jornada laboral típica, la figura 5.7 presenta una gráfica que indica que la mayor concentración de consumo medio se encuentra entre las horas de 7h00 a 21h00 lo que ratifica porque en esas horas se dan el inicio de las actividades en las aulas, oficinas y laboratorios.

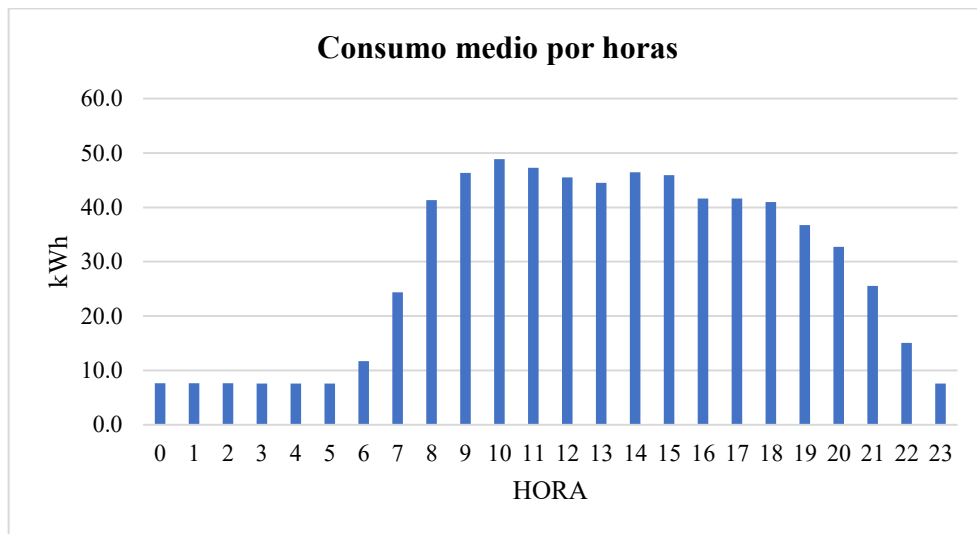


Figura 5.7 Perfil típico de consumo medio por jornada laboral

5.2.1. Curva de demanda de consumo en jornada laboral

Para este análisis se ha creado la tabla 5.5 en la cual indica por cada día se tiene un total de 24 representado por cada hora, de los cuales se obtienen diferentes tipos de variables entre las principales la media, desviación estándar, asimetría y curtosis. La media representa el consumo eléctrico promedio por hora durante cada día se observa una tendencia creciente desde el lunes hasta el miércoles, donde se registra el consumo horario promedio más alto (31,5167 kWh), posteriormente, la media disminuye ligeramente el jueves (29,8792 kWh) y continúa bajando el viernes (27,0625 kWh), acercándose al valor del lunes. Esto indica que el miércoles es el día con mayor demanda eléctrica en el Bloque A, mientras que el lunes y el viernes presentan promedios ligeramente menores dentro de la semana laboral.

Tabla 5.5 Estadística descriptiva de la demanda por horas en jornada laboral

		LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES
N	Válido	24	24	24	24	24
	Perdidos	0	0	0	0	0
Media		26,1583	29,0008	31,5167	29,8792	27,0625
Error estándar de la media		3,15378	3,48451	3,88854	3,57949	3,22313
Mediana		28,5000	36,1300	40,7000	34,8000	30,5000
Moda		7,50	7,66	7,60	7,60	7,70
Desv. Desviación		15,45031	17,07054	19,04986	17,53583	15,79006
Varianza		238,712	291,403	362,897	307,505	249,326
Asimetría		-0,062	-0,278	-0,328	-0,258	-0,147
Error estándar de asimetría		0,472	0,472	0,472	0,472	0,472
Curtosis		-1,734	-1,856	-1,848	-1,782	-1,743
Error estándar de curtosis		0,918	0,918	0,918	0,918	0,918
Rango		38,10	40,30	45,20	43,00	40,70
Mínimo		7,50	7,66	6,70	7,60	7,50
Máximo		45,60	47,96	51,90	50,60	48,20
Suma		627,80	696,02	756,40	717,10	649,50

Las gráficas de frecuencia de la figura 5.8 presentan los histogramas que ilustran la distribución del consumo eléctrico horario para cada uno de los días laborables, de lunes a viernes. En ellas, el eje horizontal muestra los rangos de consumo en kilovatios-hora (kWh), mientras que el eje vertical indica la frecuencia, es decir, el número de horas en que el consumo se sitúa dentro de cada rango. La curva negra superpuesta es una estimación de la densidad de probabilidad, que permite visualizar la forma general de la distribución de los datos.

Al observar estas representaciones visuales, una característica sobresaliente para todos los días laborables es su marcada distribución bimodal. Esto significa que existen dos rangos de consumo claramente dominantes o más frecuentes. Un pico notable se sitúa en los rangos de consumo más bajos (típicamente entre 0 y 10-15 kWh), lo cual corresponde a las horas de madrugada o a los momentos de menor actividad al final de la jornada. El segundo pico se localiza en los rangos de consumo más altos (generalmente entre 40 y 55 kWh), lo que refleja las horas centrales del día con la máxima ocupación y operación de equipos en el Bloque A. Esta bimodalidad es una indicación directa de que el edificio opera en dos estados energéticos principales: un estado de baja actividad (o inactividad) y un estado de alta actividad.

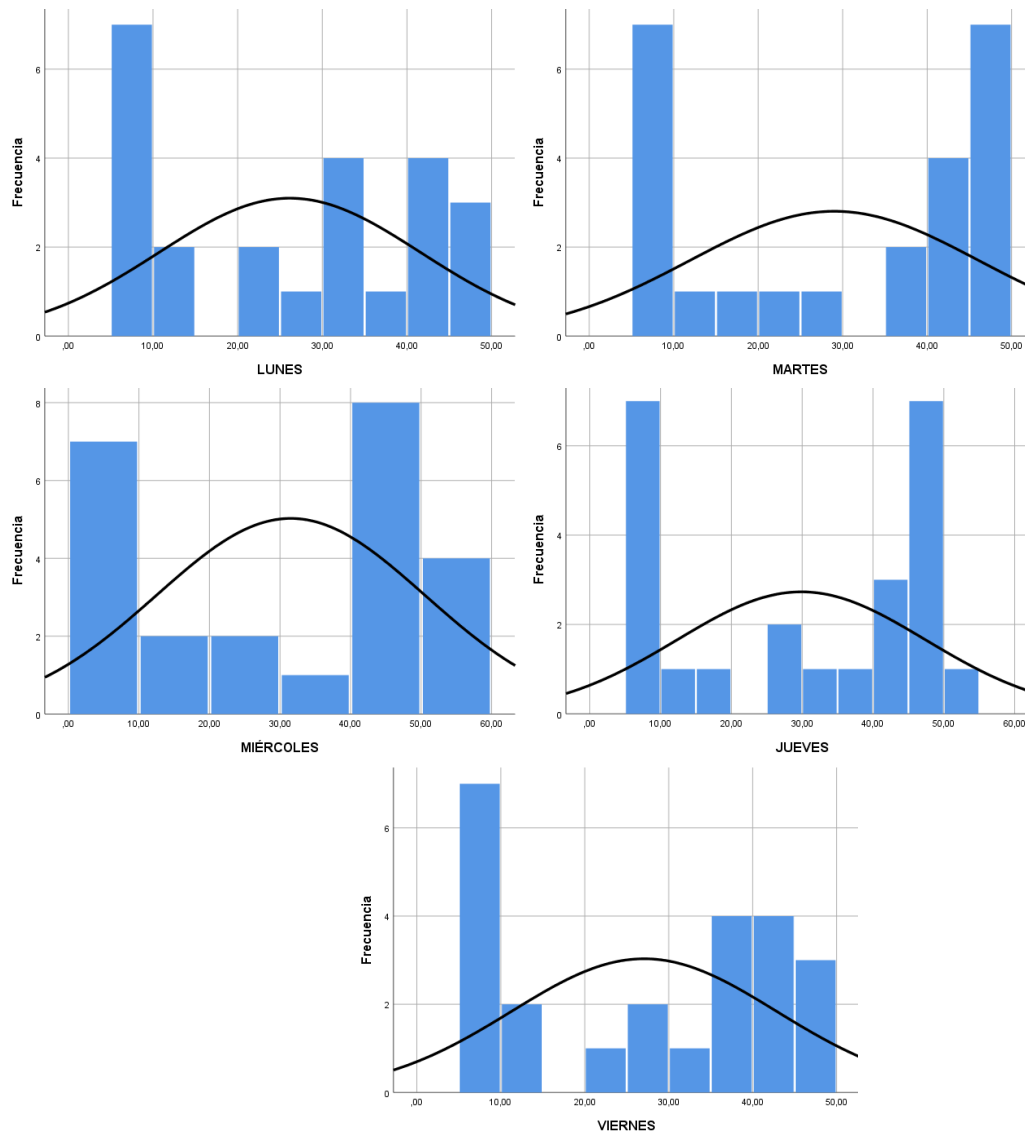


Figura 5.8 Histograma de la jornada laboral

5.2.2. Prueba de Kolmogorov-Smirnov para la jornada laboral

Se considera realizar la prueba de Kolmogorov-Smirnov para evaluar la normalidad de los datos, especialmente porque se tienen datos mayores a 50 muestras (120 en total). La tabla 5.6 muestra 3 parámetros importantes que son:

- Estadístico: Este valor representa la máxima diferencia entre la distribución acumulada observada y la esperada de una distribución normal.
- gl (Grados de libertad): Es el tamaño de la muestra para cada día, en este caso, 96.
- Sig. (Significancia asintótica o valor p): Este es el valor más importante para la toma de decisiones sobre la normalidad de los datos.

Tabla 5.6 Prueba de normalidad Kolmogorov Smirnov

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
LUNES	0,174	24	0,048	0,844	24	0,002
MARTES	0,210	24	0,007	0,789	24	0,000
MIERCOLES	0,244	24	0,001	0,778	24	0,000
JUEVES	0,210	24	0,008	0,815	24	0,001
VIERNES	0,182	24	0,039	0,847	24	0,002

En la prueba que involucró datos por horas en base a cada día de la semana, se determinó que el valor de Sig. es diferente para todos los días, primero es necesario conocer que, si los valores son menores a 0,05 que es la sigma, según menciona la prueba se rechaza la hipótesis nula, es decir que la tabla 5.4 indica valores de Sig. inferiores al acordado, por lo tanto, estos datos de consumo energético NO siguen una distribución normal. Dado que los datos no cumplen con la normalidad es necesario realizar pruebas de ajuste o transformaciones de datos

5.2.3. Conversión de datos de la jornada laboral

Después de haber identificado que los datos originales no seguían una distribución normal como lo indicaron la asimetría negativa y la prueba de Kolmogorov Smirnov, se procedió a la transformación de los datos. Este análisis estadístico implica aplicar funciones matemáticas a los datos originales con el fin de alterar su distribución. La idea de esta transformación es ajustar la distribución de los datos para que se asemeje más a una distribución normal.

Tabla 5.7 Datos transformados a la curva de normalidad

Estadísticos					
	Lunes_trans	Martes_trans	Miercoles_trans	Jueves_transf	Viernes_transf
Válido	24	23	23	23	23
Perdidos	0	1	1	1	1
Media	27,9185	29,1509	31,5851	29,9588	27,2063
Mediana	26,9666	29,0000	31,5100	29,8700	27,0600
Moda	9,87	7,52	16,05	5,63	13,05
Desv. Desviación	14,84397	15,00603	16,96830	15,50821	13,87589
Varianza	220,344	225,181	287,923	240,505	192,540
Asimetría	0,454	0,137	0,038	0,080	0,104
Curtosis	-0,551	-0,781	-0,529	-0,721	-0,577

Rango	47,76	51,04	65,94	54,60	54,69
Mínimo	9,87	7,52	-1,46	5,63	-0,28
Máximo	57,63	58,56	64,48	60,23	54,40
Suma	670,05	670,47	726,46	689,05	625,75
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.					

Con los datos transformados y la asimetría corregida, se realizó nuevamente la prueba de normalidad, y en esta ocasión, tal como se sugiere por el tamaño de la muestra, la prueba de Kolmogorov Smirnov es la más adecuada para evaluar si la transformación logra una distribución normal. En los resultados el valor de Sig. (valor p), que para Kolmogorov Smirnov es superior a 0,05 es decir se acepta la hipótesis nula. Esto permite concluir, con un alto grado de confianza, que los datos transformados ahora siguen una distribución normal.

Tabla 5.8 Datos semanales totales transformados a la curva de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Lunes transformado	0,150	23	0,197	0,937	23	0,152
Martes transformado	0,099	23	0,200	0,963	23	0,516
Miércoles transformado	0,124	23	0,200	0,983	23	0,945
Jueves transformado	0,083	23	0,200	0,971	23	0,717
Viernes transformado	0,150	23	0,192	0,969	23	0,662

5.2.4. Datos con normalidad

Las gráficas de la figura 5.9 muestra el perfil horario del consumo eléctrico promedio para cada día de la semana laboral (Lunes a Viernes), donde los datos subyacentes han sido transformados para acercarse a una distribución normal. Al estar promediados y transformados, estos perfiles ofrecen una visión estadísticamente más "manejable" del comportamiento típico del consumo diario. En el Anexo E se puede observar la gráfica Q-Q de los datos para la jornada laboral.

- Consumo Bajo en Madrugada (0-5 AM): Todos los días inician con un consumo promedio bajo, generalmente entre 10 y 20 kWh. Notablemente, el Lunes y Jueves tienen un consumo inicial más bajo (cerca de 10 kWh), mientras que Martes, Miércoles y Viernes inician alrededor de los 15-18 kWh.

- Ascenso Matutino (6-9 AM): Se observa un aumento rápido y pronunciado del consumo a partir de las 6 AM, coincidiendo con el inicio de actividades.
- Picos Diurnos (9 AM - 4 PM): El consumo alcanza sus niveles más altos durante las horas centrales del día, reflejando la máxima actividad en el bloque. Los picos se sitúan principalmente entre 50 y 60 kWh.
- Descenso Vespertino (5 PM - 10 PM): A partir de media tarde, el consumo comienza a disminuir progresivamente.
- Estabilización Nocturna (10 PM - 11 PM): El consumo vuelve a niveles bajos al final del día.

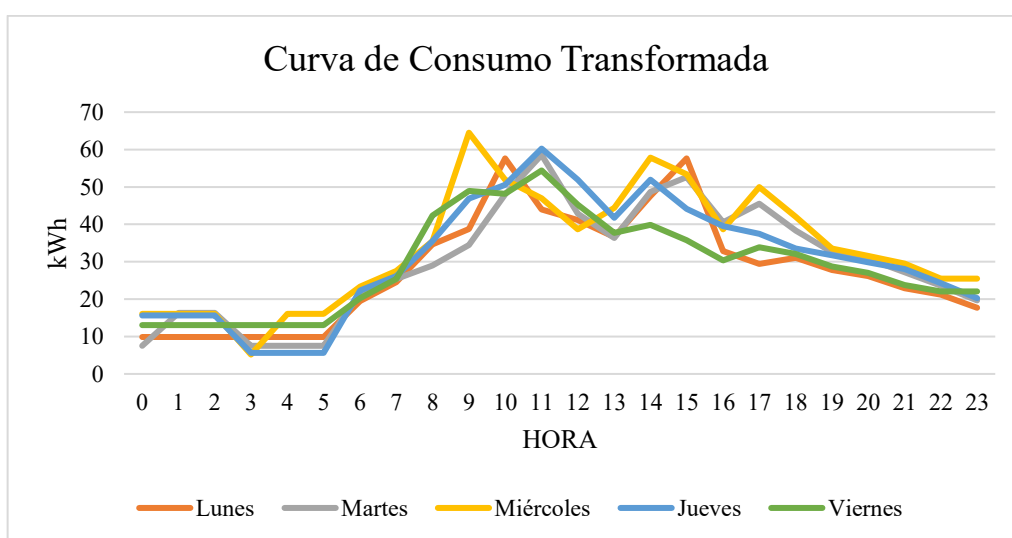


Figura 5.9 Curva de consumo transformada para la Jornada Laboral

Tabla 5.9 Valores máximos, mínimo y media pro día

	MAX (kWh)	MIN (kWh)	MEDIA (kWh)	ERROR
LUNES	57,63	9,87	27,92	2,58%
MARTES	58,56	7,52	29,93	2,69%
MIÉRCOLES	64,5	5,17	33,56	6,25%
JUEVES	60,25	5,63	30,83	2,90%
VIERNES	54,41	13,05	29,01	6,64%

5.3. Análisis de demanda de consumo para fines de semana

La figura 5.10 presenta un gráfico de líneas que ilustra el consumo medio horario promedio a lo largo de los fines de semana, expresada en kilovatios-hora (kWh). La línea de color naranja corresponde al día sábado, mientras que la línea de color azul corresponde al día domingo.

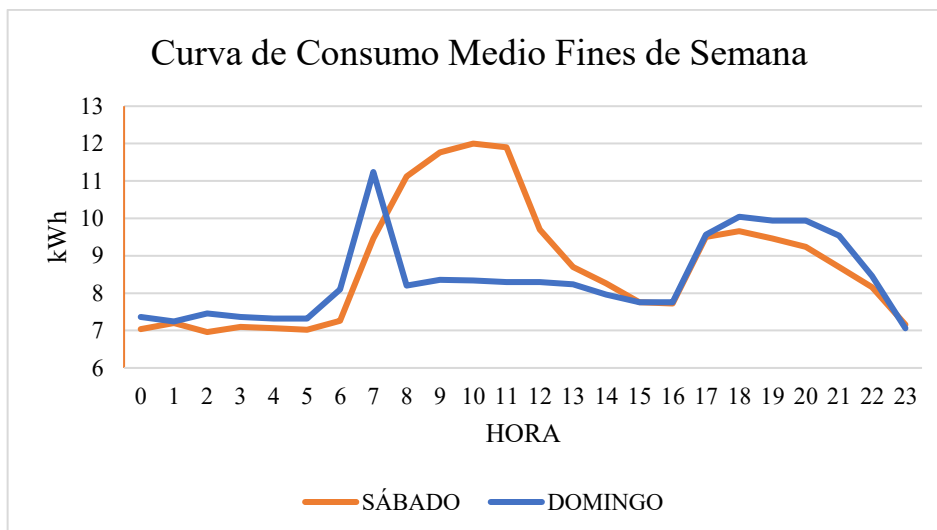


Figura 5.10 Curva de consumo medio los fines de semana

Las gráficas de la figura 5.10 indican los valores medios de los dos días correspondientes a los fines de semana, indicando ciertas consideraciones por día y por horas descritas a continuación:

- **Sábado:** Muestra un ligero aumento en la mañana (pico de 12 kWh entre 9-11 AM), y un segundo pico en la tarde (9-10 kWh entre 17-20 PM).
- **Domingo:** Es el día de menor consumo. Se mantiene casi plano en el consumo base (7-8 kWh) durante todo el día, con solo un muy ligero aumento en la tarde (8-9 kWh).

La diferencia entre el sábado y el domingo es clara. El sábado aún tiene actividad, pero el domingo es casi exclusivamente consumo base. Por otra parte, si se considera el análisis por horas se puede agrupar el consumo promedio general por hora, independientemente del día de la semana como se describe a continuación:

- Madrugada (0-6 AM): Consumo mínimo y constante (7-8 kWh).
- Ascenso Matutino (6-9 AM): Rápido aumento del consumo (de 7 kWh a 11 kWh).
- Meseta de Pico (9 AM - 3 PM): Período de mayor consumo, con valores entre 11-12 kWh.
- Descenso Vespertino (3 PM - 10 PM): Reducción progresiva del consumo (de 12 kWh a 8 kWh).
- Noche (10 PM - 11 PM): Consumo cayendo a niveles cercanos a la base (8 kWh a 7 kWh).

La demanda media de consumo en función de las horas de cada día del fin de semana se determinó en la figura 5.11 en donde se visualiza una gráfica establecida por horas indicando

que existen dos momentos en donde la demanda tiene su crecimiento rodeando los 10 kWh, el primer horario es de 7h00 a 11h00 y el segundo es de 17h00 a 21h00

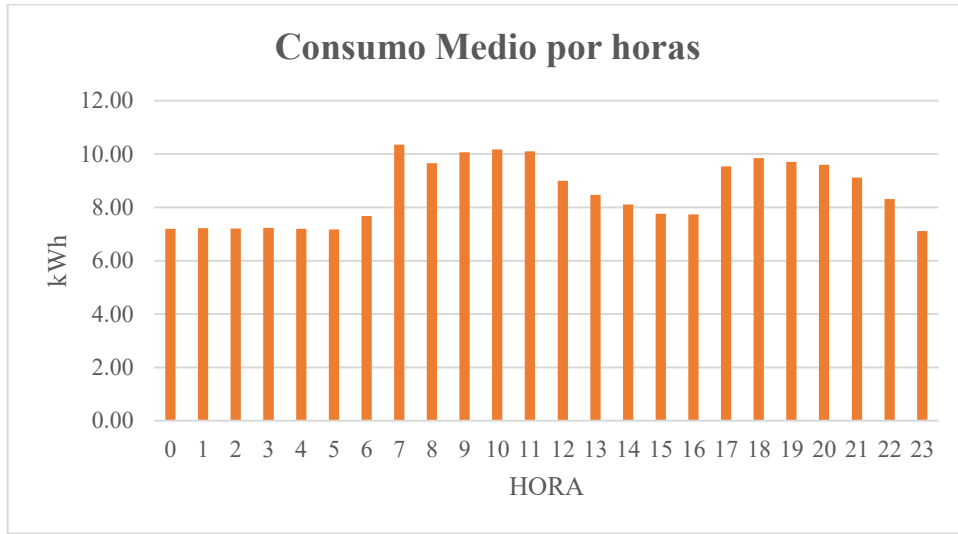


Figura 5.11 Curva de consumo medio los fines de semana por horas

Tabla 5.10 Datos transformados a la curva de normalidad

Estadísticos			
		SABADO	DOMINGO
N	Válido	24	24
	Perdidos	0	0
Media		8,7458	8,3817
Mediana		8,4800	8,2200
Moda		8,70 ^a	7,32 ^a
Suma		209,90	201,16
a. Existen múltiples modos. Se muestra el valor más pequeño.			

5.3.1. Curva de demanda de consumo para fines de semana

La demanda de consumo para fines de semana dentro del edificio universitario presenta datos típicos y atípicos por hora, en este apartado se presentan de una manera detallada el conjunto de datos originales con 48 datos en total, en el que se va a determinar si estos datos siguen una normalidad aplicando la estadística descriptiva para conocer los valores de asimetría y curtosis para su determinación.

Tabla 5.11 Estadística descriptiva para fines de semana

Estadísticos			
		SABADO	DOMINGO
N	Válido	24	24
	Perdidos	0	0
Media		8,7458	8,3817
Mediana		8,4800	8,2200
Moda		8,70	7,32
Desv. Desviación		1,65749	1,10046
Varianza		2,747	1,211
Asimetría		0,741	1,031
Error estándar de asimetría		0,472	0,472
Curtosis		-0,518	0,429
Error estándar de curtosis		0,918	0,918
Rango		5,04	4,18
Mínimo		6,96	7,06
Máximo		12,00	11,24
Suma		209,90	201,16

La figura 5.12 de la izquierda menciona que el histograma del día sábado presenta un consumo durante cada hora del día siendo significativamente más bajo que entre semana. La mayoría de las veces, el consumo se sitúa en el rango de 7 a 9 kWh, lo cual es cercano al consumo base. Sin embargo, la asimetría positiva y la presencia de frecuencias en el rango de 10 a 12 kWh sugieren que, aunque la mayor parte del tiempo el consumo es bajo, en algunas horas o algunos sábados, hay picos de actividad que elevan la demanda por encima del promedio, como los observados en la curva de consumo medio del sábado entre las 9 y las 11 AM (pico de 12 kWh). Esto podría deberse a actividades de mantenimiento, limpieza o uso esporádico de instalaciones.

Por otra parte, en la misma figura, pero situada en la parte derecha, se presenta el histograma del domingo presenciando que es el día de menor consumo y mayor uniformidad en la demanda. La gran mayoría de las veces, el consumo se mantiene en un rango muy estrecho y bajo, cerca del consumo base. Esto es consistente con una actividad mínima o nula en las instalaciones. La menor asimetría y dispersión en comparación con el sábado subraya que las variaciones de consumo en domingo son aún menores, lo que indica un uso de energía muy predecible y consistente a niveles mínimos.

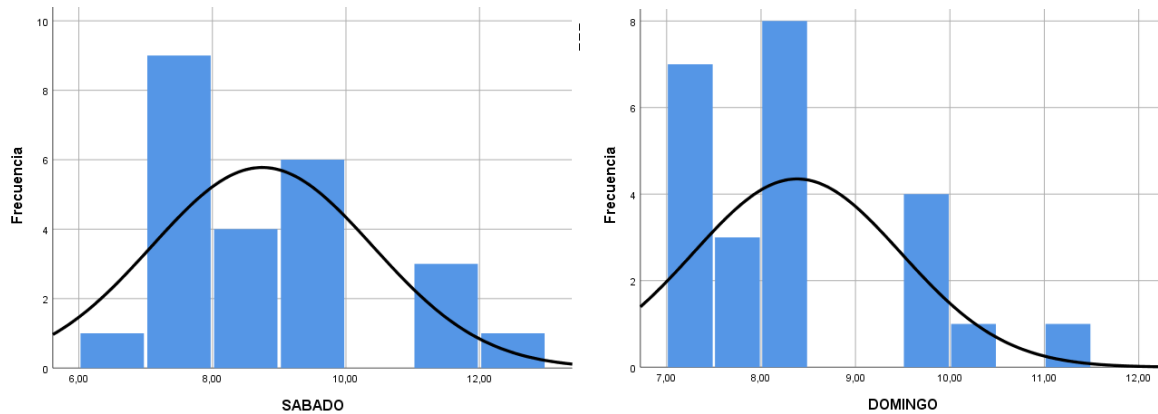


Figura 5.12 Gráfica de frecuencia para cada hora del fin de semana

5.3.2. Prueba de Shapiro Wilk para datos del fin de semana

Se considera realizar la prueba de Shapiro Wilk para conocer si los datos siguen una normalidad, esta prueba se la realiza cuando se tiene una muestra menor a 50 datos y para evaluar cada hora del fin de semana se presenta una muestra de 49 datos, razón por la cual se aplicó esta prueba.

Tabla 5.12 Prueba de normalidad Shapiro Wilk

Pruebas de normalidad						
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
SABADO	0,148	24	0,185	0,877	24	0,007
DOMINGO	0,222	24	0,004	0,882	24	0,009

Dado que el valor de significación (0,007) es menor que 0,05, se concluye que los datos por horas para el día sábado NO siguen una distribución normal. Esto coincide con el análisis visual del histograma, donde se observó una ligera asimetría positiva y una forma no perfectamente simétrica, además de que la curva normal superpuesta no se ajusta perfectamente a todas las barras.

De manera similar, el valor de significación (0,009) para el domingo es también menor que 0.05. Por lo tanto, concluimos que los datos de consumo para el domingo TAMPOCO siguen una distribución normal. Aunque el histograma del domingo parecía visualmente más simétrico y "normal" que el del sábado, la prueba estadística indica que las desviaciones de la normalidad son lo suficientemente significativas como para rechazar esa hipótesis.

5.3.3. Conversión de datos para el fin de semana.

Se realizó la transformación de los datos por cada hora de los dos días del fin de semana para que tenga semejanza a una distribución normal con la finalidad de tener resultados válidos y no erróneos. En la tabla 5.13 corresponde a los resultados de la prueba de Shapiro Wilk, aplicada a la transformación de un conjunto para lograr una distribución normal. Se observa que para los dos días de la semana se determinó un valor sigma de 0,99.

Tabla 5.13 Datos diarios totales transformados a la curva de normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogórov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Sabado_trans	0,059	22	0,200*	,991	22	0,999
Domingo_trans	0,060	22	0,200*	,988	22	0,990

Los valores de Sig. (0,99) son mayores que 0,05, por lo tanto, según criterio estadístico no se rechaza la hipótesis nula. Estos resultados estadísticos respaldan que la transformación de los datos fue efectiva en lograr una distribución normal y demuestra la confiabilidad para el posterior análisis de la demanda del consumo eléctrico. En el anexo F se puede evidenciar el histograma transformado para el día sábado y en el anexo G para el día domingo.

5.3.4. Análisis de la demanda del consumo datos originales vs datos transformados

Como resultado de la transformación de los datos de consumo energético para ajustar su distribución a la normalidad una condición necesaria para la aplicación de modelos estadísticos paramétricos, se realizó una comparación directa entre las horas de los días sábados y domingos con los valores originales y los valores transformados. En el anexo H se puede observar los datos originales vs los datos transformados de cada hora del día sábado y domingo.

5.3.4.1. Análisis para las diferentes horas del día sábado

El gráfico de la figura 5.13 menciona el consumo por cada hora del día sábado, diferenciando entre los datos "Originales" que es la curva de color naranja y los "Transformados" representados por la curva de color azul, considerando que los datos transformados presentan una distribución normal.

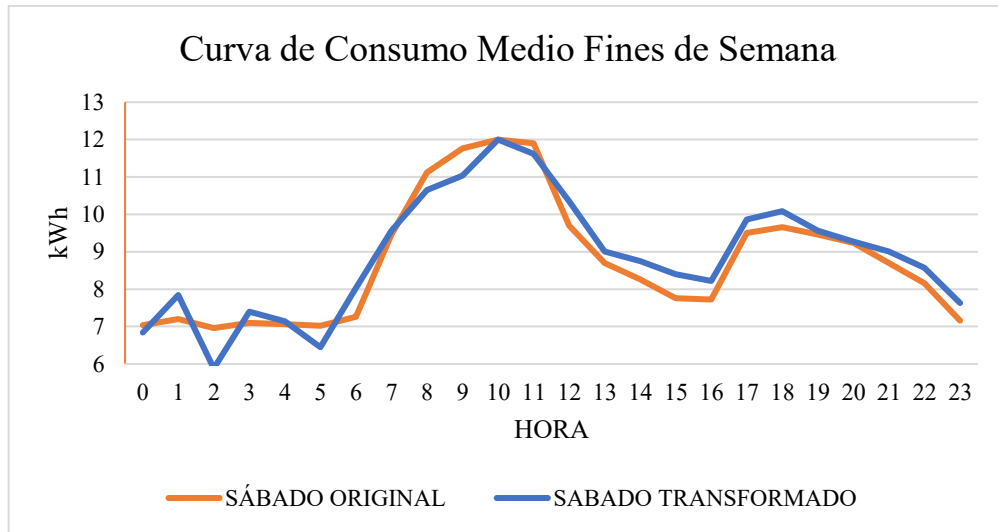


Figura 5.13 Comparación de datos originales vs datos transformados para el sábado

A pesar de la transformación para lograr la normalidad, la curva transformada mantiene la forma general y los puntos importantes de ascenso y descenso de la curva original. Esto indica que la transformación no ha distorsionado el patrón subyacente de consumo del sábado, sino que lo ha ajustado para cumplir con propiedades estadísticas deseables. Dentro de la tabla 5.14 se puede observar que el valor máximo es de 12 kWh, se tiene un valor medio de 8,8 kWh y un valor mínimo de consumo de 5,8 kWh, estos datos correspondientes a los valores que fueron transformados. En el Anexo E se puede observar la gráfica Q-Q de los datos para el sábado.

Tabla 5.14 Valores máximos, medios y mínimos para el día sábado

	MAX (kWh)	MIN (kWh)	MEDIA (kWh)	ERROR
SÁBADO	12	5,88	8,88	1,56%

5.3.4.2. Análisis para las diferentes horas del día domingo

La figura 5.14 presenta dos gráficos uno de color anaranjado representando los datos originales de la cada hora del día domingo, por otra parte, se tiene un grafica de color azul que indica que son los datos transformados de cada hora del mismo día, estos últimos presentan una distribución normal en sus datos.

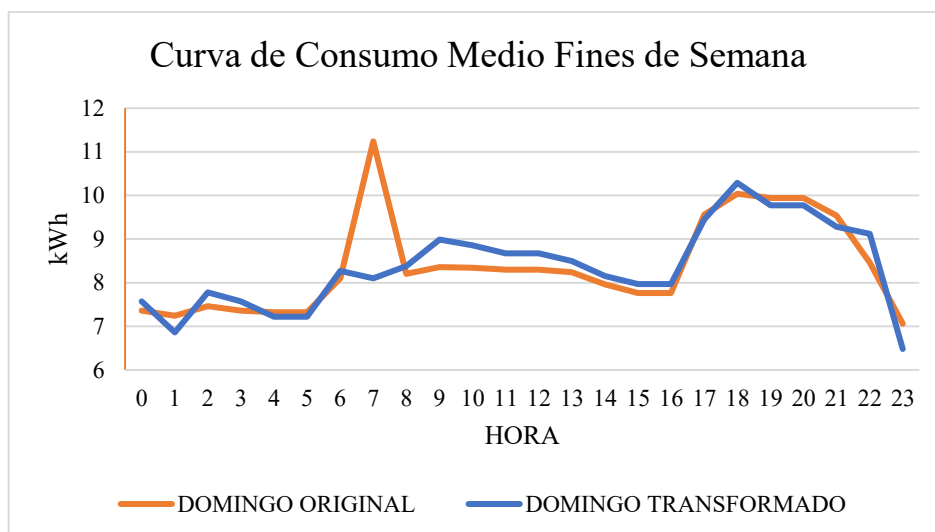


Figura 5.14 Comparación de datos originales vs datos transformados para el domingo

La tabla 5.15 menciona los valores máximos, medios y mínimos de la demanda del consumo eléctrico del bloque A de la UTC para el día domingo, indicado que el valor máximo es de 10,29 kWh, tiene un valor medio de 8,37 kWh y un valor mínimo de 6,48 kWh. En el Anexo E se puede observar la gráfica Q-Q de los datos para el día domingo.

Tabla 5.15 Valores máximos, medios y mínimos para el día domingo

	MAX (kWh)	MIN (kWh)	MEDIA (kWh)	ERROR
DOMINGO	10,29	6,48	8,37	0,12%

5.4. Presupuesto

Tabla 5.16 Materiales directos

MATERIALES DIRECTOS			
DETALLE	CANT	V/UNIT	V/TOTAL
EKM Zigbee para red de malla RS-485	1	300	300
EKM Push3-sistema de control de datos en la nube	1	290	290
CT de núcleo dividido, 400 A,	1	285	285
EKM Omnimeter pulso v.4 medidor eléctrico	1	285	285
Fuente de alimentación 12 V CC	1	10	10

Divisores fuente de alimentación 12V	1	10	10
Cable N° 14	1	2	2
Abrazaderas de nailon	1	1,5	1,5
Terminales tipo punta	6	0,5	3
Valor total			1186,5

Tabla 5.17 Materiales indirectos

MATERIALES INDIRECTOS			
DETALLE	CANT	V/UNIT	V/TOTAL
Transporte	25	25	25

Tabla 5.18 Total del presupuesto

	CANT
MATERIALES DIRECTOS	1186,5
MATERIALES INDIRECTOS	25
TOTAL	1211,5

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Tras el estudio de las condiciones eléctricas del bloque A de la UTC, se determinó un sistema de distribución trifásico a 4 hilos con un voltaje de 220/127V, conociendo que la potencia del transformador es de 300 kVA se calculó la corriente eléctrica del bloque A que es de 393,64 A, este parámetro según la normativa IEC61869 influye en la selección de un transformador de corriente de 400A. Para el sistema de medición se seleccionó un medidor de energía eléctrica de la marca EKM conjuntamente con un equipo de adquisición de datos mediante internet.
- Los sistemas de medición y adquisición de datos se instalaron cerca al tablero de distribución de electricidad del bloque A en un periodo desde 14 de julio del 2025 hasta 21 de Julio del mismo año. En base a un patrón de consumo diferente para un día laboral y un fin de semana se procedió a realizar un análisis estadístico por separado, esta aplicación inició con la estadística descriptiva al conjunto de datos, mediante las pruebas de Kolmogorov Smirnov se evidenció que los datos de ambos conjuntos no siguen una distribución normal, para lo cual es importante optar por una prueba de ajuste de datos.
- La tabla de estadística descriptivas de los días laborables y fines de semana revela una notable diferencia en el consumo, con picos entre 54,41 y 64,5 kWh en días laborables y un consumo base de valores entre 5,17 y 13,05 kWh. El consumo promedio más alto de la semana se registra el miércoles con 33,56 kWh, mientras que los fines de semana se mantienen en un promedio de 8,88 kWh. La alta variabilidad entre los picos de demanda y el consumo base (una diferencia de más de 50 kWh) demuestra que una gran cantidad de carga se activa simultáneamente.

RECOMENDACIONES

- Considerando los valores máximos, medios y mínimos de demanda de energía durante los días laborales y fines de semana, se recomienda implementar estrategias eficiencia energética para optimizar el consumo eléctrico. Identificar los picos de demanda y distribuir la carga de manera más equitativa a lo largo del día puede contribuir a una utilización más eficiente de la energía.
- Con la implementación del sistema de monitoreo continuo, se sugiere mantener este sistema activo a largo plazo para recopilar datos adicionales y monitorear de cerca el consumo de energía. El seguimiento continuo permitirá detectar tendencias a lo largo del tiempo, identificar posibles anomalías y tomar medidas proactivas para mejorar la eficiencia energética.
- Se plantea el análisis de correlaciones entre variables, la identificación de factores que influyen en la demanda energética y la exploración de posibles medidas de eficiencia energética específicas para el edificio. Estos análisis complementarios pueden proporcionar información necesaria para la toma de decisiones informadas en la gestión energética.

7. REFERENCIAS

- [1] P. Chevez, J. Vuñuela , E. Urteneche y S. Fondoso, «CARACTERIZACIÓN DE PATRONES DE CONSUMO ELÉCTRICO E INSERCIÓN DE SISTEMAS FOTOVOLTAICOS EN EDIFICIOS UNIVERSITARIOS,» 2023. [En línea]. Available:
https://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/171401/Documento_completo.%20-%202024%20-%20Caracterizaci%C3%B3n.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- [2] J. Ruiz y J. Silva, «Sistema de control y monitoreo de consumo energético para equipos de climatización orientado a internet de las cosas (IOT),» 2019. [En línea]. Available:
<https://repositorio.cuc.edu.co/entities/publication/d6db1d1d-d5ba-4335-bb6e-7d7651419e3d>.
- [3] R. López, «SISTEMA PARA EL MONITOREO DEL CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN TIEMPO REAL,» 2020. [En línea]. Available:
https://www.researchgate.net/publication/359221006_SISTEMA_PARA_EL_MONITOREO_DEL_CONSUMO_DE_ENERGIA_ELECTRICA_EN_TIEMPO_REAL.
- [4] A. Torres, J. Tubay y J. Pacheco , «Sistema de monitoreo para la gestión del consumo eléctrico empleando servicios en redes AD-HOC E IOT,» junio 2019. [En línea]. Available:
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202019000200184#:~:text=El%20sistema%20de%20monitoreo%20del,a%20la%20teor%C3%ADa%20de%20IOT..
- [5] W. Villamar y K. Buenaventura, «Sistema de monitoreo de consumo de energía eléctrica en tiempo real de bajo costo basado en internet de las cosas,» 2022. [En línea]. Available:
<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/57060>.
- [6] D. Samaniego y F. Velesaca, «Diseño e implementación de un medidor de energía electrónico para vivienda con orientación a la pprevención de consumo y ahorro

- energético,» 2016. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/12893/1/UPS-CT006717.pdf>.
- [7] L. Marreno, D. Carrizo, L. García y F. Ulloa , «Uso de algoritmo K-means para clasificar perfiles de clientes con datos de medidores inteligentes de consumo eléctrico: Un caso de estudio,» 2021. [En línea]. Available: https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-33052021000400778&script=sci_arttext.
- [8] J. Andrade y J. Chávez, «Diagnóstico energético para obtención de las curvas de demanda de los bloques A y B del Campus Matriz de la Universidad Técnica de Cotopaxi.,» 2021. [En línea]. Available: <https://catalogo.utc.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=18596>.
- [9] Y. Barrientos, J. Hernández y L. León, «MONITOREO DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS EN BAJA TENSIÓN CON ARDUINO PARA USO EFICIENTE DE ENERGÍA ELÉCTRICA,» 2024. [En línea]. Available: <https://www.ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/15563/22172>.
- [10] M. Jimenez y J. Sanchez, «Diseño e implementación de un módulo de entrenamiento técnico profesional para el control de torque, velocidad y posición de un servomotor para los laboratorios de la empresa Ingetest Ecuador,» febrero 2025. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29585>.
- [11] E. González, «DESARROLLO DE UN SISTEMA IOT PARA EL MONITOREO DEL CONSUMO ELÉCTRICO DE LOS DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS DOMÉSTICOS DE MAYOR CONSUMO.,» 14 septiembre 2020. [En línea]. Available: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2605>.
- [12] A. Ayman, «Interactive visual study for residential energy consumption data,» 15 09 2022. [En línea]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652622024350#:~:text=En%20este%20documento%2C%20se%20eval%20C3%BAan,de%20comprensi%20C3%B3n%20C%20eficacia%20y%20est%20C3%A9tica..>

- [13] A. Pilicita, «Innovación tecnológica de un sistema integral para monitorear el consumo eléctrico,» 15 diciembre 2019. [En línea]. Available: http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?pid=S1390-860X2019000200009&script=sci_arttext.
- [14] F. Parra y L. Anaguano, «MEDIDOR INTELIGENTE DE PARÁMETROS ELÉCTRICOS DE UN SISTEMA MONOFÁSICO BIFILAR, CON TRANSMISIÓN INALÁMBRICA DE DATOS A UNA CENTRAL PARA LA EMPRESA ELÉCTRICA QUITO,» 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.uisrael.edu.ec/handle/47000/2201>.
- [15] A. Montalvo, «Diseño y construcción de un actuador lineal con acoplamiento para el servomotor Kinco SMC60S,» febrero 2025. [En línea]. Available: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/29699>.
- [16] Agencia Internacional de Energía, «9ª Conferencia Mundial Anual sobre Eficiencia Energética,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.iea.org/events/9th-annual-global-conference-on-energy-efficiency>.
- [17] EEQ, «EMPRESA ELÉCTRICA QUITO FIRMA CONTRATO PARA ADQUIRIR MEDIDORES INTELIGENTES,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.eeq.com.ec/w/empresa-electrica-quito-firma-contrato-para-adquirir-medidores-inteligentes>.
- [18] J. Guamán y A. Pesántes, «Registrador local de parámetros eléctricos para determinar el comportamiento de la demanda residencial en la ciudad de Cuenca,» 2019. [En línea]. Available: <https://revistaenergia.cenace.gob.ec/index.php/cenace/article/view/373/356>.
- [19] R. Acosta, «Sistema de monitoreo de consumo eléctrico inalámbrico y analizador de la calidad de la energía,» 16 enero 2017. [En línea]. Available: <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/culcyt/article/view/2198>.

Anexo: A	Base de datos	1 de 3
----------	---------------	--------

1. EKM push y su respectivo Datasheet.



We are very excited to release the second generation of our EKM Push system, that we're simply calling Push v.2, or Push2. This system builds upon the lessons learned with Push v.1 and introduces some new features and capabilities. In addition to our v.3 Omnimeters, Push v.2 now supports our v.4 Omnimeters as well. This allows the Push system, for the first time, to send electricity, and/or water, and/or gas data to the cloud. In other words, it is now possible to submeter all of your utilities, push your data to your cloud account, and then retrieve your data, for free, using one of our software solutions or our new Open API.

This system has truly unprecedented capabilities, and features plug-and-play integration. All you have to do is plug it in. The EKM Push gateway handles all of the meter communication, parses the meter data, and inserts the reads into a central cloud database. This completely eliminates all of the issues of configuring firewalls, dealing with dynamic IP addresses, and having a computer running all the time to make it happen. The Push system provides 1000 of the latest real time reads, as well as a long term summarized dataset indefinitely. These summaries allow you to access 15 min, hourly, daily, weekly, monthly, or yearly history for each meter read by the Push system. Data is available immediately, seamlessly, and can be accessed from anywhere in the world by using a unique User Key. In addition to the main User Key, that provides access to all of the meters in an account, every meter also has it's own unique Meter Key. This allows the account owners to share specific meters while keeping the rest private. So for example, using Meter Keys, a landlord could share meter data for each of their apartments with the appropriate tenants.

Up to 50 Omnimeters can be daisy-chain-connected to each EKM Push gateway, on up to 4000 feet of RS485 communication wire. The entire metering system has been designed to be robust, reliable, and highly accurate. We truly believe that the EKM Push system allows for the most reliable, scalable and economical metering solution on the market. This system is perfect for submetering rental units, or monitoring utility resources, irrigation, solar/wind energy generation, car charging stations, etc. We have designed this system to give you the kind of reliability that you would need to build your business around. There is nothing like this available. We believe the EKM Push and the EKM Push Pro will be the backbone of the next generation of metering. They represent an entirely new paradigm for meter data.

Our intent is to provide you with free, seamless, and unrestricted access to your meter data in real time. You can then use your data in ways that serve you best, whether it be logging for billing purposes or monitoring on dashboards to track your consumption and/or generation. If you decide that you want more interface options than we provide, you can also retrieve your raw Push data from our database using our open API, and then use it in any way you choose. There are already a number of 3rd party services that utilize the raw Push data for their own services. You can find them in our Push App Store.

Along with the release of Push2 comes a complete rethink, restructure, and rebuild of our Open API. Here are some of the biggest changes that you will notice:

- data can now be structured in html, xml, json, csv, timeseries, influx, or vector.
- It's now possible to call multiple meters in one URL call.
- It's possible to filter out the specific meter data that you want to see
- It's possible to adjust the default UTC time using timezones.
- It's possible to call all available reads from a specific sequence number.
- It's possible to call all available reads from a specific start date to a specific end date.
- It's possible to get all available reads from a specific number of minutes ago
- It's now possible to securely retrieve data using https://

Tools and Materials list:

- EKM Push communication device
- Twisted pair wire
- 12v power adapter (included)
- Ethernet cable
- Small standard screwdriver (included)

Installation instructions for use with the EKM-Omnimeter I v.3:

- Use a small standard screwdriver to install one strand of twisted pair wire from terminal 11 on your EKM-Omnimeter to terminal RS-485A (+) on the EKM Push.
- Use a small standard screwdriver to install one strand of twisted pair wire from terminal 12 on you Omnimeter to terminal RS-485 B(-) on the EKM Push.
- Connect an ethernet cable from you internet router to the ethernet port in you EKM Push.
- Connect the 12v power adapter from any 110-240v outlet to the appropriate port on your EKM Push.


Installation instructions for use with the EKM-Omnimeter II UL v.3:

- Use a small standard screwdriver to install one strand of twisted pair wire from terminal 20 on your EKM Omnimeter UL to terminal RS-485 A(+) on the EKM Push.
- Use a small standard screwdriver to install one strand of twisted pair wire from terminal 21 on your EKM Omnimeter UL to terminal RS-485 B(-) on the EKM Push.
- Connect an ethernet cable from you internet router to the ethernet port in you EKM Push.
- Connect the 12v power adapter from any 110-240v outlet to the appropriate port on your EKM Push.


EKM Metering Inc. - www.ekmmetering.com - info@ekmmetering.com - (831)425-7371

2. Datasheet del transformador de 400A nucleo dividido.

EKM METERING INC.
EKM-Omnimeter Pulse v.4 Spec Sheet



Technical Specifications:

- Nominal Voltage Ranges:
 - 120V to 415V, 2-wire, Single-phase, One Line & Neutral
 - 120V to 415V, 2-wire, Single-phase, Two Hot Lines
 - 120V to 480V, 3-wire, Single-phase, 2 Lines & Neutral
 - 120V to 415V, 3-wire, 3-phase, 3 Lines, No Neutral
 - 120V to 480V, 4-wire, 3-phase, 3 Lines and Neutral
- Range of allowable environmental conditions: Pollution Degree 2, Measurement Category III, Altitude rating 2000 meters max. Maximum Temperature Range: -30 Deg. C to 70 Deg. C. Relative humidity should be $\leq 85\%$. Tamper Detection Class 1.
- The equipment is protected throughout by double insulation as indicated by this symbol: 
- Accuracy Class 0.5
- Rated Frequency: 50Hz/60Hz
- Red LED on the meter face flashes 800 times/kWh. 1 flash = 1.25Wh.
- Received California Type Approval for revenue grade metering

Safety Precautions:

- Meter should be installed by a qualified electrician.
- Turn off all power supplying the equipment before performing any wiring. Use a properly rated volt meter to confirm power is off.
- Use of this device inconsistent with this manual can cause permanent damage to the unit and/or serious harm to the operator.

Tools/Materials List:

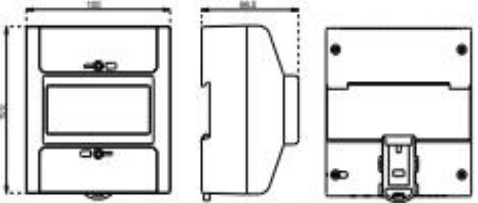
- Volt meter
- Small standard screwdriver
- Wire stripper
- DIN-Rail
- 16-22 AWG stranded copper wire
- In-line fuse holder with maximum 1Amp fuse (recommended)
- Enclosure (with appropriately rated conduit and fittings) is required if meter will be installed outdoors

Installation Instructions

For All Systems:

- Disconnect or switch power off before attempting to install, connect, disconnect or service the meter or the external current transformers (CTs). **ALL POWER MUST BE DISCONNECTED!**
- Mount the meter using 35mm DIN Rail in a protected indoor location. If installing outdoors, a watertight enclosure is required.
- IMPORTANT:** Distinguish and then identify the Neutral and the Line(s) ('hot' wire(s), usually black or red). Label the Neutral and then,

4. Tightening torque of terminals:
All terminals: 4.4 in-lb. (0.5 Nm)



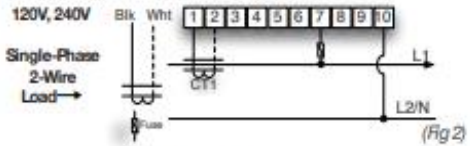
Load current	Power factor COSφ	Basic error %	
		Class 0.5	Class 1
0.05Ib	1.0	±1.0	±1.5
0.1Ib-Imax	1.0	±0.5	±1.0
	0.5(L)	±1.0	±1.5
0.1Ib	0.8(C)	±1.0	±1.5
	0.5(L)	±0.5	±1.0
0.2Ib-Imax	0.8(C)	±0.5	±1.0

(Fig 1)

EKM Omnimeter accuracy class 0.5%

120V, 2-Wire, Single Phase:

- Label Line 1 as L1.
- Fit CT1 around L1. Make sure the arrow is facing towards the load (in the direction of flow). (Fig 2)
- Black CT wire connects to Port 1 on the Omnimeter. White CT wire connects to Port 2. (Fig 2)
- With split core CTs, close the CT around the wire to be measured and press firmly until you feel and hear it click to indicate full closure. The buttons should be fully out. Use a zip tie to ensure the CTs remain securely closed.
- To power the meter and get a voltage reference: Use a maximum 1.0 Amp inline fuse on L1. Connect one fuse holder pigtail to the breaker, lug or an appropriate line-tap device, and connect the other pigtail to 16-22 AWG stranded copper wire for connection to the meter.
- L1 connects to Port 7 on the Omnimeter, Neutral to Port 10. (Fig 2)
- Once the meter is properly mounted to the DIN Rail or enclosure and all wiring is completed, with terminal block covers installed, power can be turned back on.
- Meter will then begin cycling through meter values. For details go to: https://documents.ekmmetering.com/EKM_Metering_LCD_Display_Value_Reading.pdf
- A video of proper install of a 120V system can be found here: <http://www.youtube.com/watch?v=ky9sg71LTMk>



(Fig 2)

120/240V, 120/208V, Single Phase, 3-Wire:


- Label L1 and L2. (Arbitrarily assign labels.)
- You will be using 2 CTs for this install. Label them CT1 and CT2.
- Fit CT1 around L1. Make sure the arrow is facing towards the load (in the direction of flow).
- Fit CT2 around L2.

EKM Metering Inc. - www.ekmmetering.com - info@ekmmetering.com - (831)425-7371

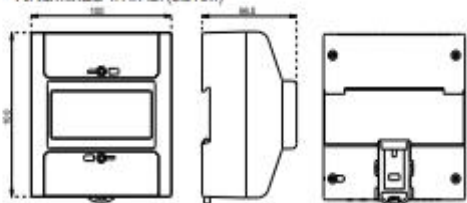
3. Datasheet medidor EKM- Ommimeter Pulse v.4.

EKM METERING INC.

EKM-Ommimeter Pulse v.4 Spec Sheet



4. Tightening torque of terminals:
All terminals: 4.4 in.-lb. (0.5 Nm)

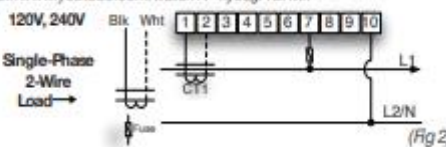


Load current	Power factor COSφ	Basic error %	
		Class 0.5	Class 1
0.05Ib	1.0	±1.0	±1.5
0.1Ib-Imax	1.0	±0.5	±1.0
		0.5(L)	±1.0
0.1Ib	0.8(C)	±1.0	±1.5
		0.5(L)	±0.5
0.2Ib-Imax	0.8(C)	±0.5	±1.0
		0.5(L)	±1.0

(Fig 1)
EKM Ommimeter accuracy class 0.5%

120V, 2-Wire, Single Phase:

1. Label Line 1 as L1.
2. Fit CT1 around L1. Make sure the arrow is facing towards the load (in the direction of flow). (Fig 2)
3. Black CT wire connects to Port 1 on the Ommimeter. White CT wire connects to Port 2. (Fig 2)
4. With split core CTs, close the CT around the wire to be measured and press firmly until you feel and hear it click to indicate full closure. The buttons should be fully out. Use a zip tie to ensure the CTs remain securely closed.
5. To power the meter and get a voltage reference: Use a maximum 1.0 Amp inline fuse on L1. Connect one fuse holder pigtail to the breaker, lug or an appropriate line-tap device, and connect the other pigtail to 16-22 AWG stranded copper wire for connection to the meter.
6. L1 connects to Port 7 on the Ommimeter, Neutral to Port 10. (Fig 2)
7. Once the meter is properly mounted to the DIN Rail or enclosure and all wiring is completed, with terminal block covers installed, power can be turned back on.
8. Meter will then begin cycling through meter values. For details go to: https://documents.ekmmetering.com/EKM_Metering_LCD_Display_Value_Reading.pdf
9. A video of proper install of a 120V system can be found here: <http://www.youtube.com/watch?v=ky9sgr1LTMk>




(Fig 2)

120/240V, 120/208V, Single Phase, 3-Wire:

1. Label L1 and L2. (Arbitrarily assign labels.)
2. You will be using 2 CTs for this install. Label them CT1 and CT2.
3. Fit CT1 around L1. Make sure the arrow is facing towards the load (in the direction of flow).
4. Fit CT2 around L2.

Technical Specifications:

- Nominal Voltage Ranges:
 - 120V to 415V, 2-wire, Single-phase, One Line & Neutral
 - 120V to 415V, 2-wire, Single-phase, Two Hot Lines
 - 120V to 480V, 3-wire, Single-phase, 2 Lines & Neutral
 - 120V to 415V, 3-wire, 3-phase, 3 Lines, No Neutral
 - 120V to 480V, 4-wire, 3-phase, 3 Lines and Neutral
- Range of allowable environmental conditions: Pollution Degree 2, Measurement Category III, Altitude rating 2000 meters max. Maximum Temperature Range: -30 Deg. C to 70 Deg. C. Relative humidity should be <85%. Tamper Detection Class 1.
- The equipment is protected throughout by double insulation as indicated by this symbol: 
- Accuracy Class 0.5
- Rated Frequency: 50Hz/60Hz
- Red LED on the meter face flashes 800 times/kWh. 1 flash = 1.25Wh.
- Received California Type Approval for revenue grade metering

Safety Precautions:

- Meter should be installed by a qualified electrician.
- Turn off all power supplying the equipment before performing any wiring. Use a properly rated volt meter to confirm power is off.
- Use of this device inconsistent with this manual can cause permanent damage to the unit and/or serious harm to the operator.

Tools/Materials List:

- Volt meter
- Small standard screwdriver
- Wire stripper
- DIN-Rail
- 16-22 AWG stranded copper wire
- Inline fuse holder with maximum 1Amp fuse (recommended)
- Enclosure (with appropriately rated conduit and fittings) is required if meter will be installed outdoors

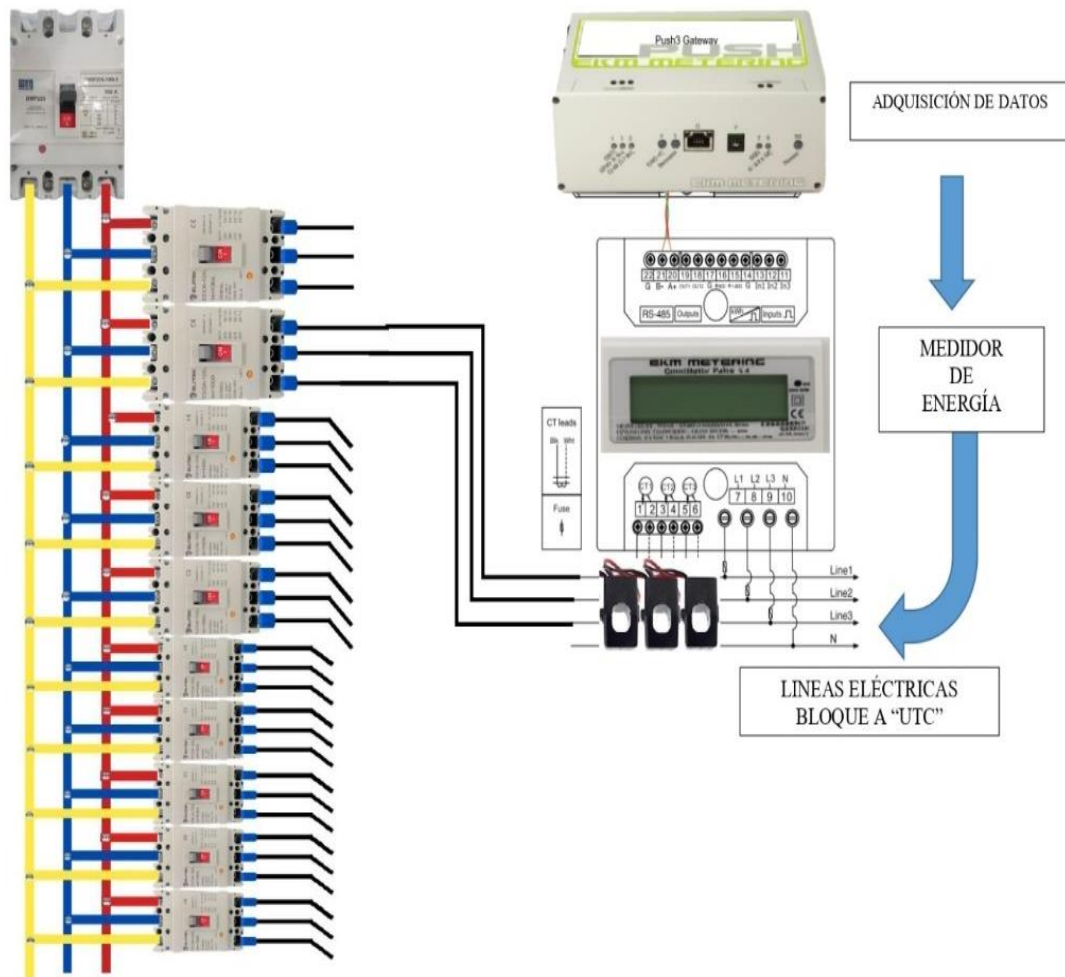
Installation Instructions

For All Systems:

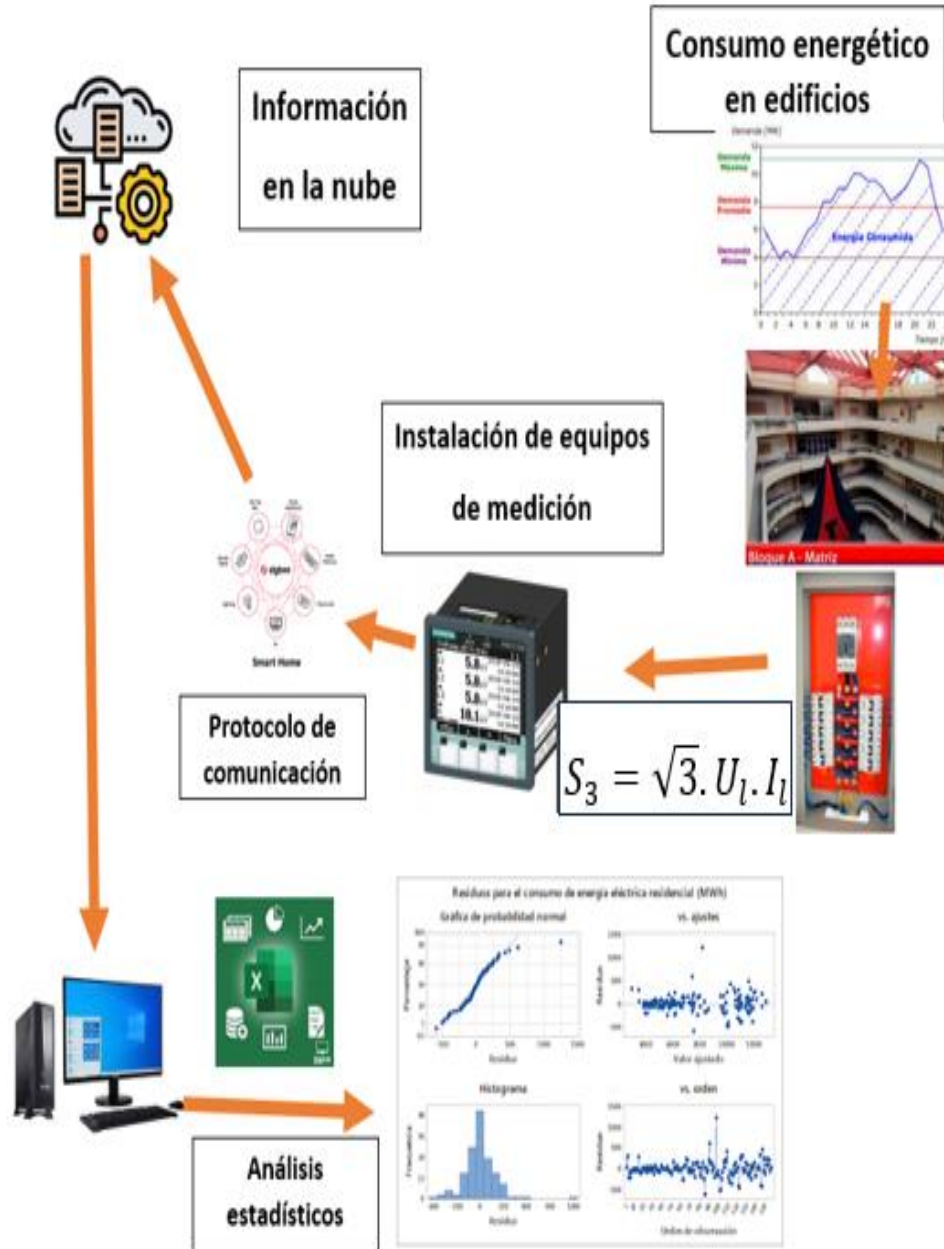
1. Disconnect or switch power off before attempting to install, connect, disconnect or service the meter or the external current transformers (CTs). ALL POWER MUST BE DISCONNECTED!
2. Mount the meter using 35mm DIN Rail in a protected indoor location. If installing outdoors, a watertight enclosure is required.
3. IMPORTANT: Distinguish and then identify the Neutral and the Line(s) ('hot' wire(s), usually black or red). Label the Neutral and then,

EKM Metering Inc. – www.ekmmetering.com – info@ekmmetering.com – (831)425-7371

4. Esquema de conexión de equipos para la adquisición de datos.

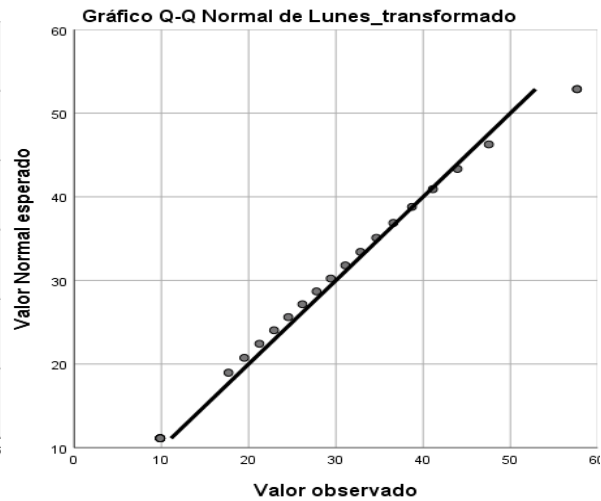
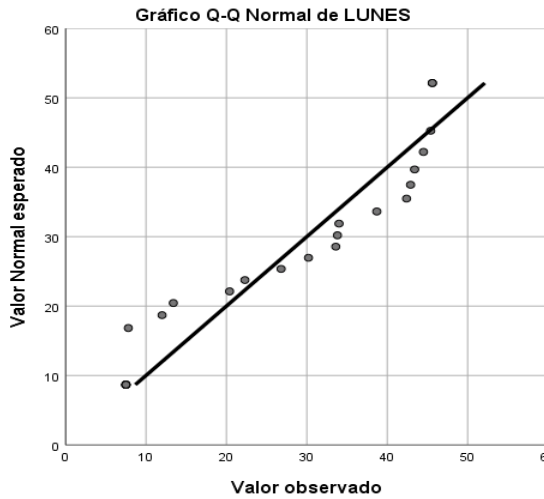


5. Bosquejo del Sistema de monitoreo.

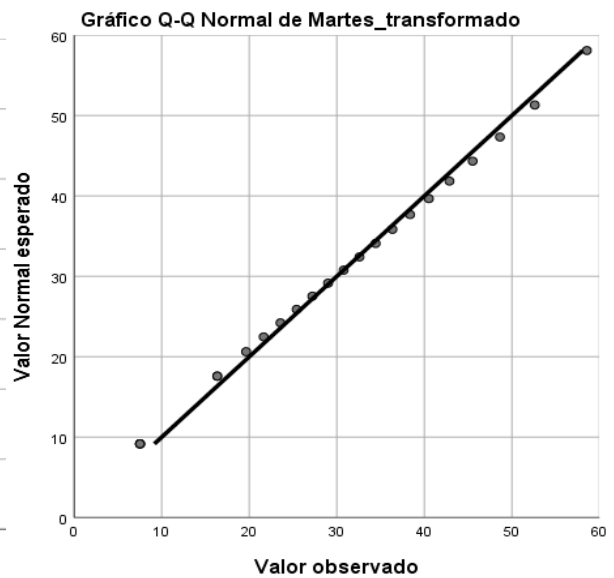
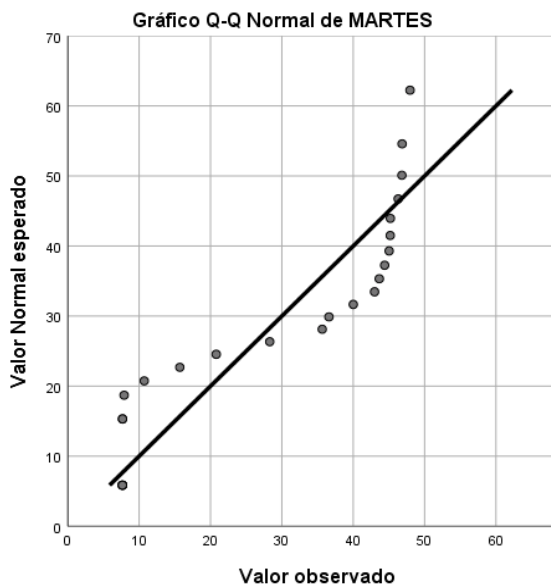


6. Gráfica Q-Q para la comparación de datos que no siguen una distribución normal y datos tranformados.

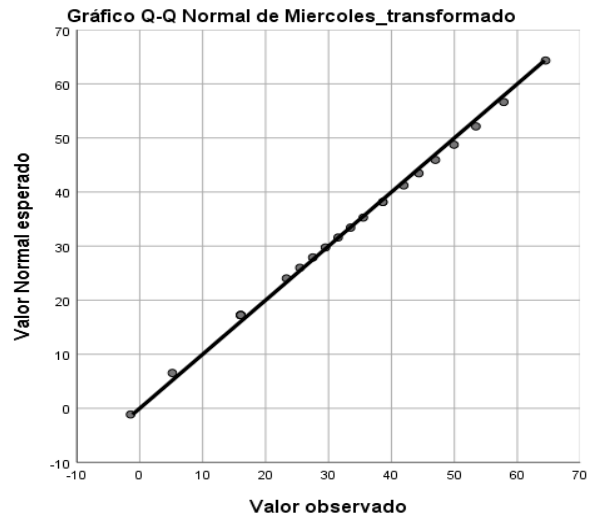
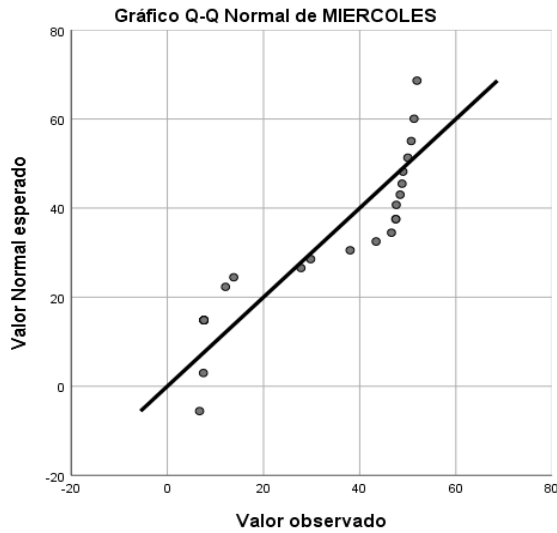
DÍA LUNES



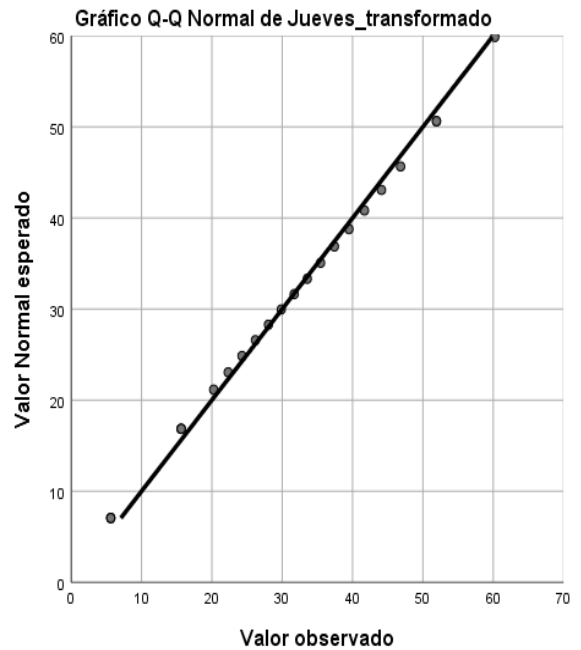
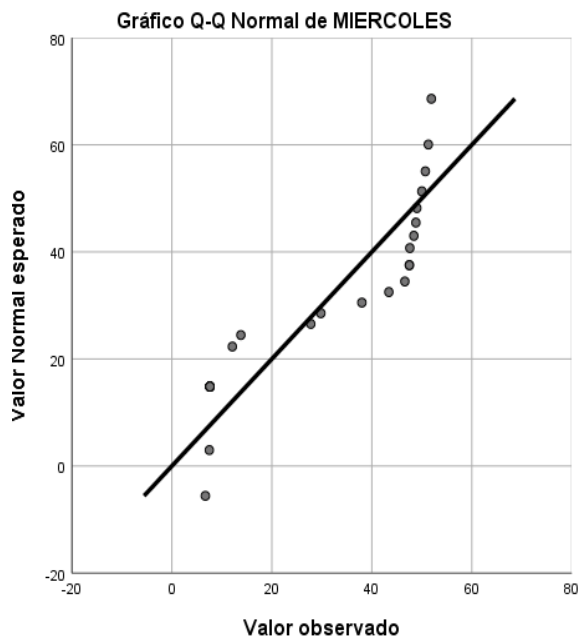
DÍA MARTES



DÍA MIÉRCOLES



DÍA JUEVES



DÍA VIERNES

Gráfico Q-Q Normal de VIERNES

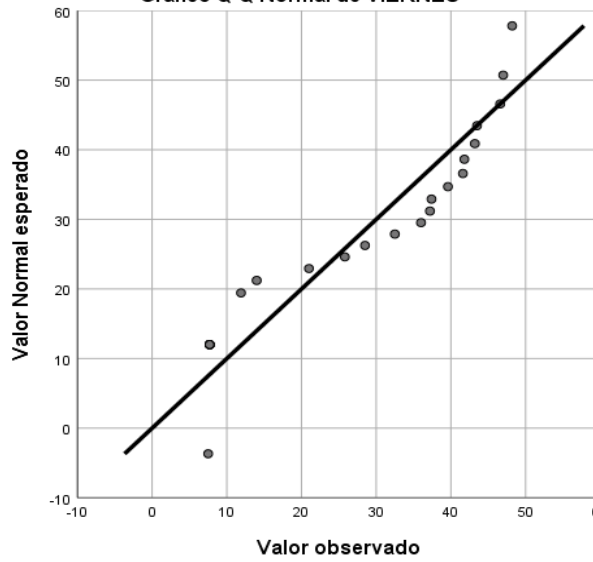
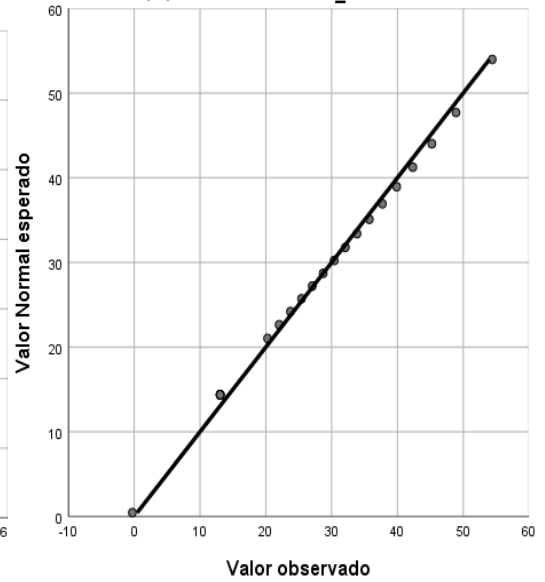
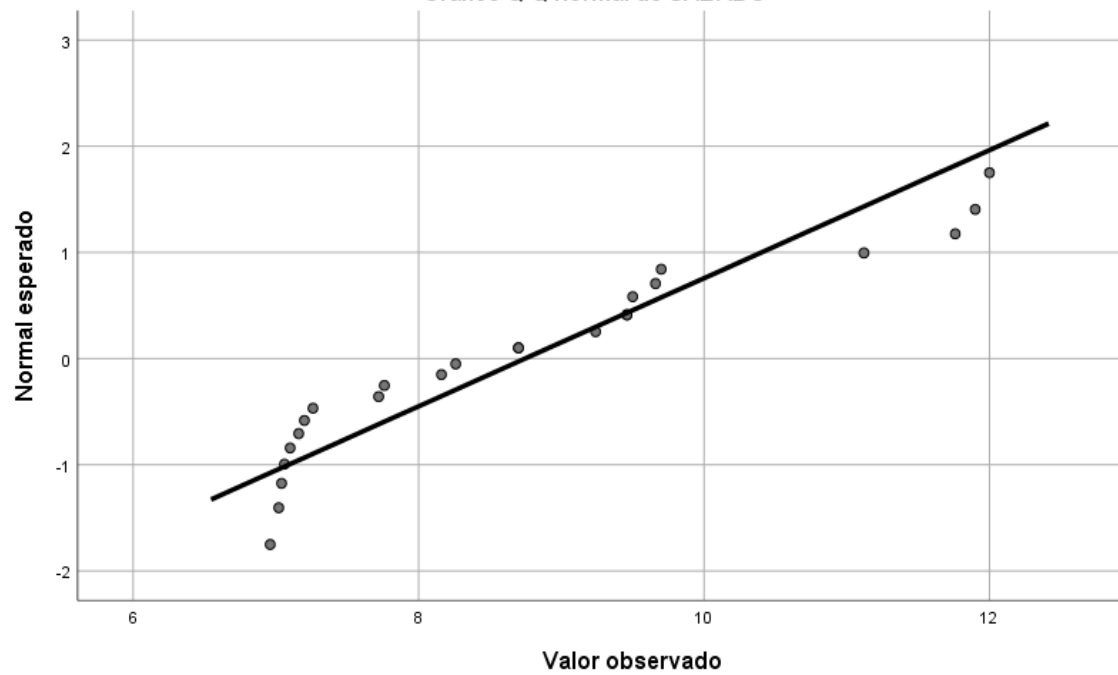


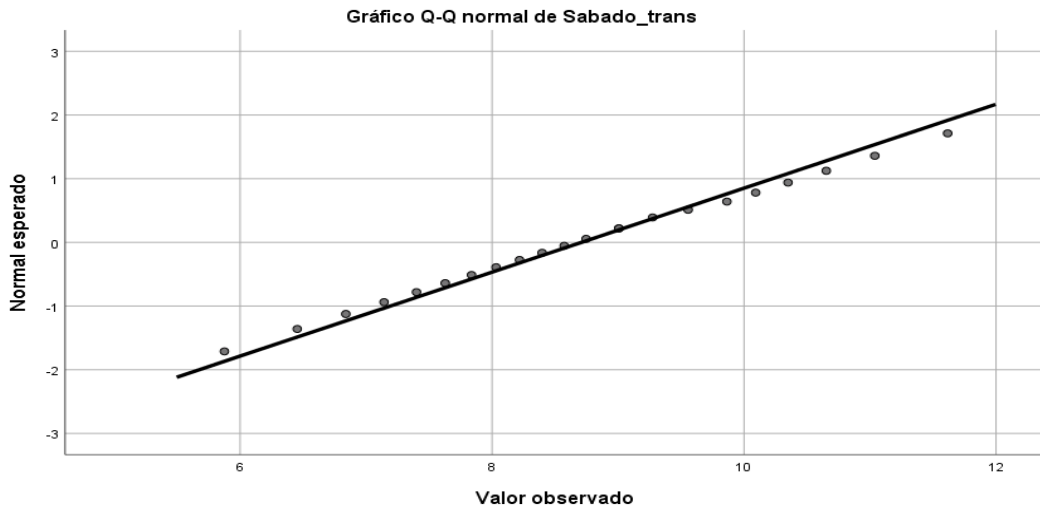
Gráfico Q-Q Normal de Viernes_transformado



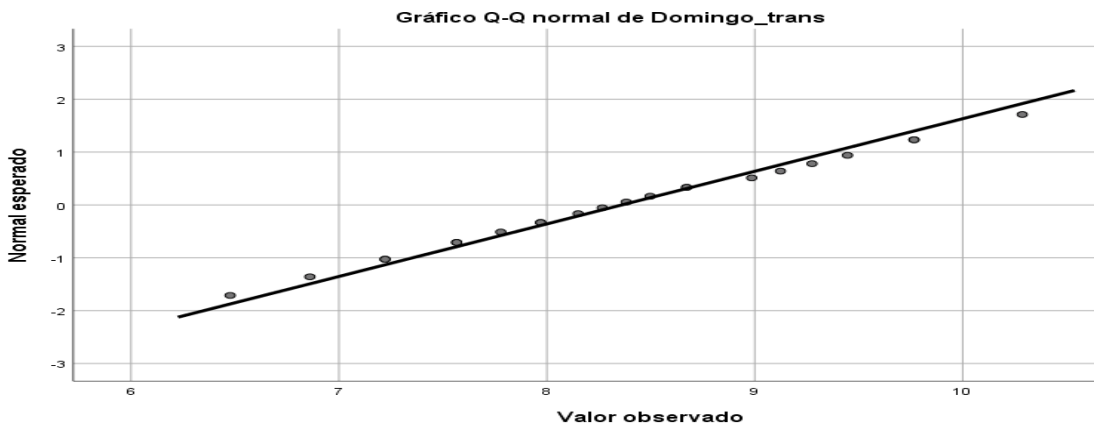
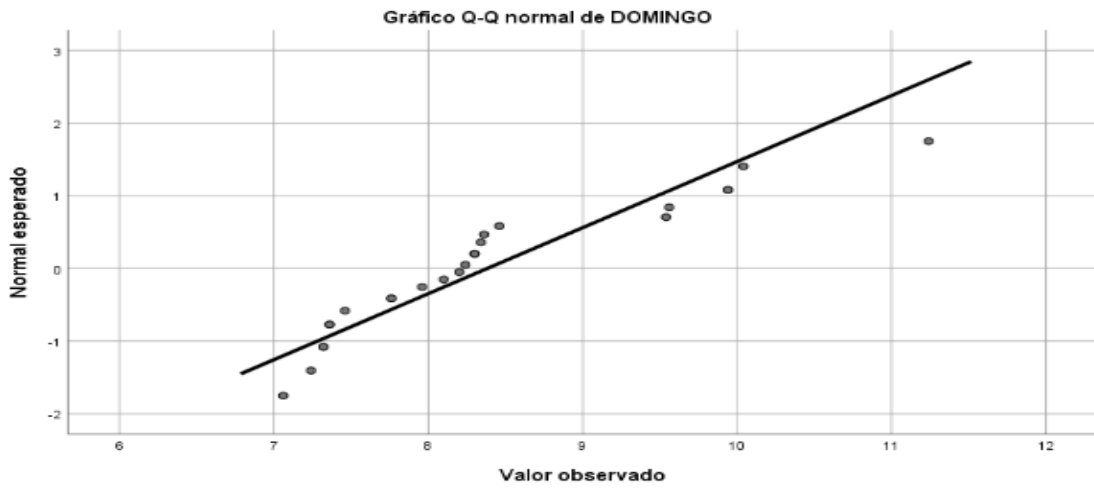
DÍA SÁBADO

Gráfico Q-Q normal de SABADO



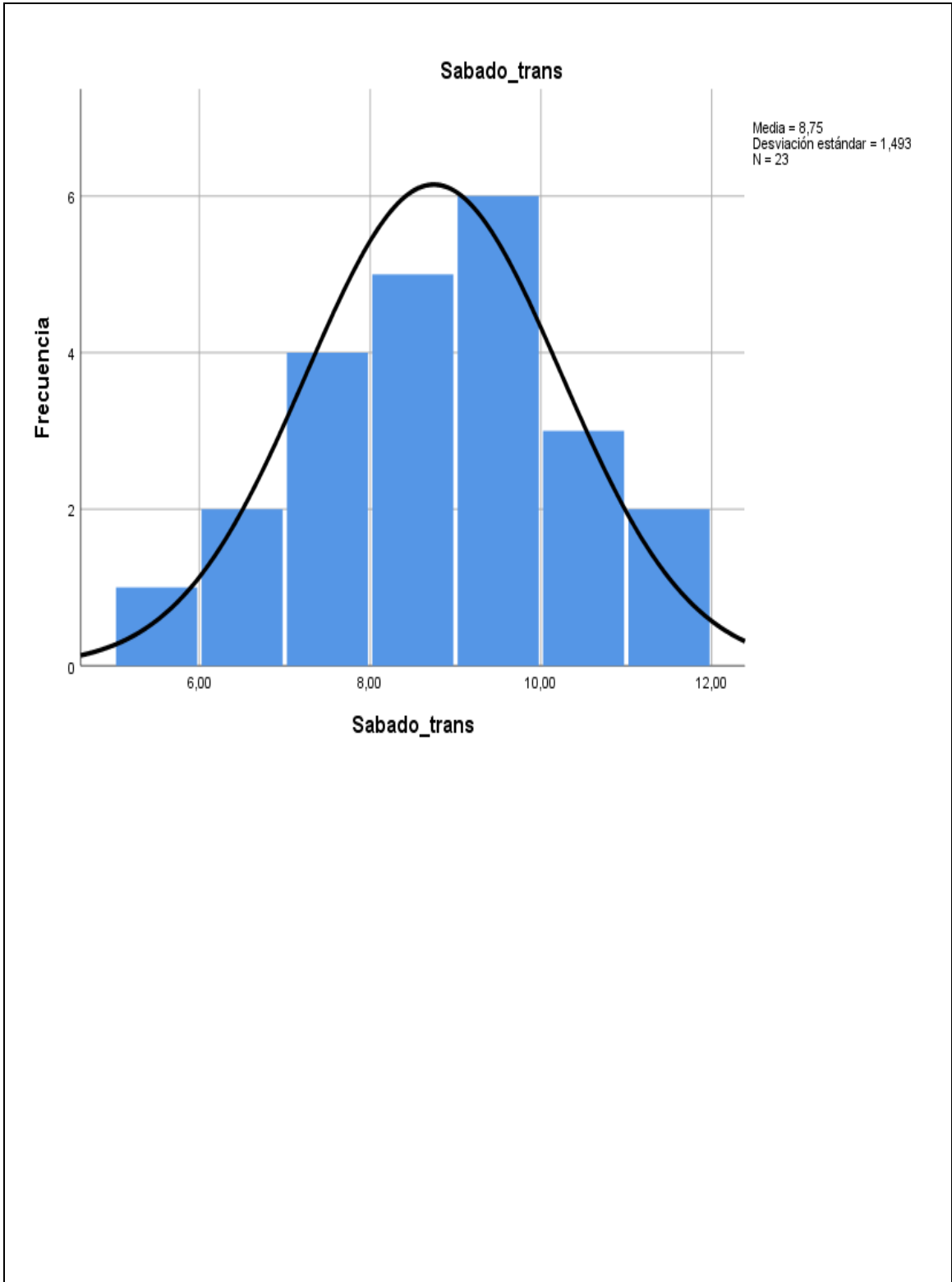


DÍA DOMINGO

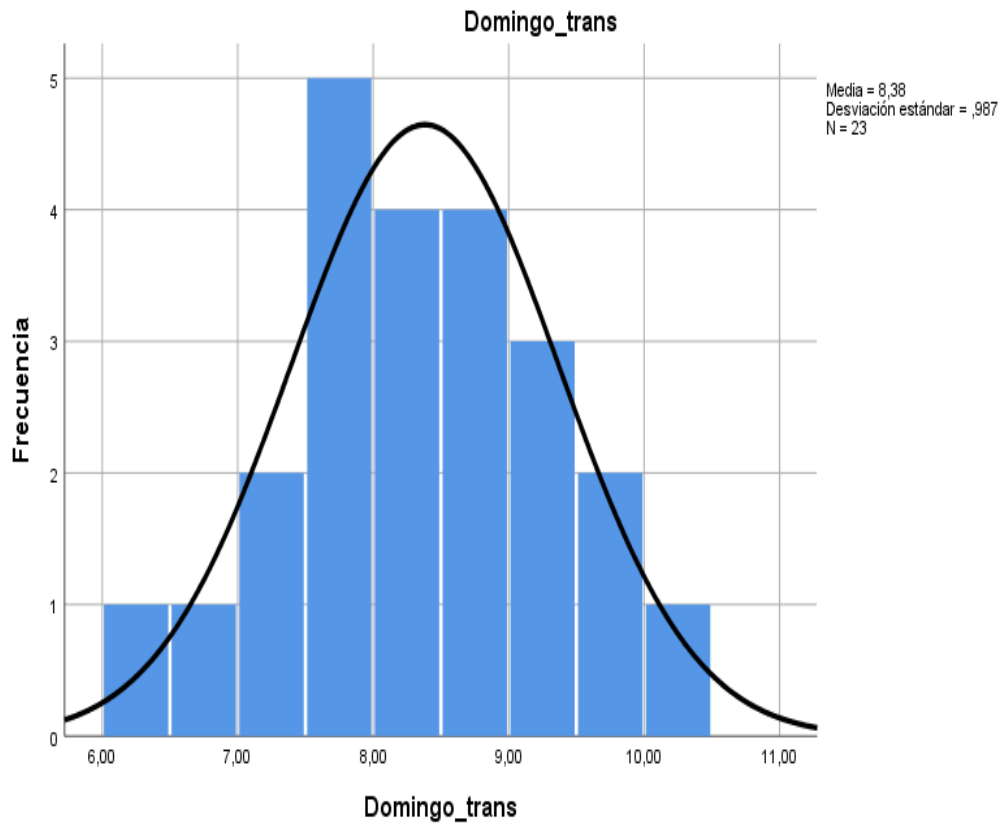


7. Histograma de datos normales y tranformados de un fin de semana tipico

DOMINGO					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	7,06	1	4,2	4,2	4,2
	7,24	1	4,2	4,2	8,3
	7,32	2	8,3	8,3	16,7
	7,36	2	8,3	8,3	25,0
	7,46	1	4,2	4,2	29,2
	7,76	2	8,3	8,3	37,5
	7,96	1	4,2	4,2	41,7
	8,10	1	4,2	4,2	45,8
	8,20	1	4,2	4,2	50,0
	8,24	1	4,2	4,2	54,2
	8,30	2	8,3	8,3	62,5
	8,34	1	4,2	4,2	66,7
	8,36	1	4,2	4,2	70,8
	8,46	1	4,2	4,2	75,0
	9,54	1	4,2	4,2	79,2
	9,56	1	4,2	4,2	83,3
	9,94	2	8,3	8,3	91,7
	10,04	1	4,2	4,2	95,8
	11,24	1	4,2	4,2	100,0
Total		24	100,0	100,0	



8. histograma y table de datos transformados dia domingo



DOMINGO					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	7,06	1	4,2	4,2	4,2
	7,24	1	4,2	4,2	8,3
	7,32	2	8,3	8,3	16,7
	7,36	2	8,3	8,3	25,0
	7,46	1	4,2	4,2	29,2
	7,76	2	8,3	8,3	37,5
	7,96	1	4,2	4,2	41,7
	8,10	1	4,2	4,2	45,8
	8,20	1	4,2	4,2	50,0
	8,24	1	4,2	4,2	54,2
	8,30	2	8,3	8,3	62,5
	8,34	1	4,2	4,2	66,7
	8,36	1	4,2	4,2	70,8
	8,46	1	4,2	4,2	75,0
	9,54	1	4,2	4,2	79,2
	9,56	1	4,2	4,2	83,3
9,94	2	8,3	8,3	91,7	

9. Distribución de datos originales y transformados para cada hora del día.

HORA	SÁBADO		DOMINGO	
	Original	Trasformado	Original	Transformado
0	7,04	7,12	7,36	7,28
1	7,2	7,21	7,24	7,23
2	6,96	7,085	7,46	7,335
3	7,1	7,165	7,36	7,295
4	7,06	7,125	7,32	7,255
5	7,02	7,095	7,32	7,245
6	7,26	7,47	8,1	7,89
7	9,46	9,905	11,24	10,8
8	11,12	10,39	8,2	8,93
9	11,76	10,91	8,36	9,21
10	12	11,085	8,34	9,255
11	11,9	11	8,3	9,2
12	9,7	9,35	8,3	8,65
13	8,7	8,585	8,24	8,355
14	8,26	8,185	7,96	8,035
15	7,76	7,76	7,76	7,76
16	7,72	7,73	7,76	7,75
17	9,5	9,515	9,56	9,545
18	9,66	9,755	10,04	9,945
19	9,46	9,58	9,94	9,82
20	9,24	9,415	9,94	9,765
21	8,7	8,91	9,54	9,33
22	8,16	8,235	8,46	8,385
23	7,16	7,135	7,06	7,085

Anexo: I	Guia de conexiones	1 de 3
10. Guia de Puertos y conexiones de medidor		
Puertos de conexion EKM v.4		
Puerto 1	Transformador de Corriente de la Línea 1	
Puerto 2	Transformador de Corriente de la Línea 1	
Puerto 3	Transformador de Corriente de la Línea 2	
Puerto 4	Transformador de Corriente de la Línea 2	
Puerto 5	Transformador de Corriente de la Línea 3	
Puerto 6	Transformador de Corriente de la Línea 3	
Puerto 7	Conexión a la Línea 1 (L1).	
Puerto 8	Conexión a la Línea 2 (L2).	
Puerto 9	Conexión a la Línea 3 (L3).	
Puerto 10	Conexión al Neutro.	
Puerto 11	Entrada de pulsos para dispositivos externos medidores de agua o gas con salida de pulsos	
Puerto 12	Entrada de pulsos para dispositivos externos medidores de agua o gas con salida de pulsos	
Puerto 13	Entrada de pulsos para dispositivos externos medidores de agua o gas con salida de pulsos	
Puerto 14	Tierra (GND) para las entradas y salidas de pulsos	
Puerto 15	Salida de pulsos para conteo	
Puerto 16	Salida de pulsos para conteo	
Puerto 17	Control de relés	
Puerto 18	Control de relés	
Puerto 19	Suministro de 12V DC para relés	
Puerto 20	RS-485 (A+)	
Puerto 21	RS-485 (B-)	

Puerto 22	Tierra (G) para la comunicación RS-485
<p>Grupo 1: Entradas de los Transformadores de Corriente (CTs)</p> <p>Estos son los terminales donde se conectan los sensores (transformadores de corriente o CTs) que miden el flujo de electricidad en los cables.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Puertos 1 y 2: Para el Transformador de Corriente de la Línea 1 (CT1). * Puertos 3 y 4: Para el Transformador de Corriente de la Línea 2 (CT2). * Puertos 5 y 6: Para el Transformador de Corriente de la Línea 3 (CT3). <p>Cada CT tiene dos cables (generalmente uno blanco y uno negro) que se conectan a su par de puertos correspondiente.</p> <p>Grupo 2: Entradas de Voltaje (Alimentación y Referencia)</p> <p>Estos terminales alimentan el medidor y le proporcionan la referencia de voltaje necesaria para calcular la potencia (Watts).</p> <ul style="list-style-type: none"> * Puerto 7: Conexión a la Línea 1 (L1). * Puerto 8: Conexión a la Línea 2 (L2). * Puerto 9: Conexión a la Línea 3 (L3). * Puerto 10: Conexión al Neutro. <p>La cantidad de líneas que necesites conectar dependerá de tu sistema eléctrico (monofásico, bifásico o trifásico).</p> <p>Grupo 3: Entradas y Salidas de Pulsos / Control de Relés</p> <p>Esta sección le da al Omnimeter v.4 sus capacidades "inteligentes" avanzadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> * Puertos 11, 12, 13: Entradas de Pulsos. Permiten conectar hasta 3 dispositivos externos (como medidores de agua o gas con salida de pulsos) para contarlos. * Puerto 14: Tierra (GND) para las entradas y salidas de pulsos. * Puertos 15 y 16: Salidas de Pulsos. El medidor genera pulsos proporcionales a la energía consumida. Se pueden conectar a sistemas de conteo o de gestión de edificios. 	

* Puertos 17 y 18: Salidas de Control de Relés. Pueden usarse para controlar relés externos y así encender o apagar otros dispositivos de forma remota.

* Puerto 19: Suministro de 12V DC (corriente continua) para alimentar los relés u otros dispositivos pequeños.

Grupo 4: Comunicación de Datos (RS-485)

Estos terminales se utilizan para conectar el medidor a un sistema de lectura remota, como el adaptador EKM Push, para poder ver los datos en una computadora o en internet.

* Puerto 20: RS-485 (A+).

* Puerto 21: RS-485 (B-).

* Puerto 22: Tierra (G) para la comunicación RS-485 (opcional, para largas distancias o en entornos con mucho ruido eléctrico).

Importante: La instalación de este tipo de medidores debe ser realizada por personal calificado, ya que implica trabajar con voltajes peligrosos. Siempre se debe cortar la energía del panel eléctrico antes de realizar cualquier conexión.

Si tu consulta sobre "EKM v4" se refería a otro producto, por favor proporciona más detalles para poder darte la información correcta.