



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA:

**ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ENERGÉTICO DE LOS
TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN Y SU INCIDENCIA EN LA
CAPACIDAD MÁXIMA DE CARGA PERMISIBLE DE LA RED
ELÉCTRICA INTERNA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA
INDOAMÉRICA SEDE QUITO**

Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Industrial

Autor:

Morales Peláez Moisés Javier

Tutor:

Ing. Wilson Chancusig Espín. MSc.

QUITO – ECUADOR

2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Quien suscribe, declaro que los contenidos y los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación, como requerimiento previo para la obtención del Título de Ingeniero Industrial con el tema: **ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ENERGÉTICO DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN Y SU INCIDENCIA EN LA CAPACIDAD MÁXIMA DE CARGA PERMISIBLE DE LA RED ELÉCTRICA INTERNA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA SEDE QUITO**, son absolutamente originales, auténticos y personales y de exclusiva responsabilidad legal y académica del autor.

Quito, 28 de Febrero del 2020

.....
Moisés Javier Morales Peláez

C.I. 171741054-0

AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo Moisés Javier Morales Peláez, declaro ser autor del Proyecto Técnico, titulado “ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ENERGÉTICO DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN Y SU INCIDENCIA EN LA CAPACIDAD MÁXIMA DE CARGA PERMISIBLE DE LA RED ELÉCTRICA INTERNA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA SEDE QUITO”, como requisito para optar al grado de “Ingeniero Industrial”, autorizo al Sistema de Bibliotecas de la Universidad Tecnológica Indoamérica, para que con fines netamente académicos divulgue esta obra a través del Repositorio Digital Institucional (RDI-UTI). Los usuarios del RDI-UTI podrán consultar el contenido de este trabajo en las redes de información del país y del exterior, con las cuales la Universidad tenga convenios. La Universidad Tecnológica Indoamérica no se hace responsable por el plagio o copia del contenido parcial o total de este trabajo. Del mismo modo, acepto que los Derechos de Autor, Morales y Patrimoniales, sobre esta obra, serán compartidos entre mi persona y la Universidad Tecnológica Indoamérica, y que no tramitaré la publicación de esta obra en ningún otro medio, sin autorización expresa de la misma. En caso de que exista el potencial de generación de beneficios económicos o patentes, producto de este trabajo, acepto que se deberán firmar convenios específicos adicionales, donde se acuerden los términos de adjudicación de dichos beneficios. Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Quito, a los 28 días del mes de Febrero del 2020, firmo conforme:

Autor: Moisés Javier Morales Peláez

Firma:

Número de Cédula: 171741054-0

Dirección: Pichincha, Quito, Cotacollao, Santa Ana.

Correo Electrónico: moisesfaraon1@hotmail.com

Teléfono: 0998774195

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Titulación **“ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ENERGÉTICO DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN Y SU INCIDENCIA EN LA CAPACIDAD MÁXIMA DE CARGA PERMISIBLE DE LA RED ELÉCTRICA INTERNA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA SEDE QUITO”** presentado por, Moisés Javier Morales Peláez, para optar por el Título de Ingeniero Industrial,

CERTIFICO

Que dicho trabajo de investigación ha sido revisado en todas sus partes y considero que reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del Tribunal Examinador que se designe.

Quito, 28 de Febrero del 2020

.....
Ing. Wilson Chancusig Espín. MSc.

C.I. 0501400618

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

El trabajo de Titulación, ha sido revisado, aprobado y autorizada su impresión y empastado, sobre el Tema: **“ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ENERGÉTICO DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN Y SU INCIDENCIA EN LA CAPACIDAD MÁXIMA DE CARGA PERMISIBLE DE LA RED ELÉCTRICA INTERNA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA SEDE QUITO”**, previo a la obtención del Título de Ingeniero Industrial, reúne los requisitos de fondo y forma para que el estudiante pueda presentarse a la sustentación del trabajo de titulación.

Quito,.....

.....
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

.....
VOCAL

.....
VOCAL

DEDICATORIA

Este proyecto está dedicado a mis padres, mis hermanos Roberto y Santiago, a mis compañeros y para Anita quienes han sido fuente de inspiración y motivación a lo largo de mis estudios, por su apoyo constante, palabras de aliento y ayuda incondicional.

AGRADECIMIENTO

A mi familia, compañeros de aula, amigos y profesores, quienes me han apoyado con consejos, sabiduría y ciencia desde el inicio de la carrera siendo pilares importantes y fortaleza para el desarrollo de este trabajo y cumplimiento de mi meta académica.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
AUTORIZACIÓN POR PARTE DEL AUTOR PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	iii
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE IMÁGENES	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICOS	xvii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xx
RESUMEN.....	xxi
ABSTRACT.....	xxii
CAPÍTULO I.....	1
INTRODUCCIÓN	1
Introducción	1
Contexto	1
Macro	1
Meso.....	4
Micro.....	5
Árbol de problemas	8
Análisis crítico	9
Antecedentes	10

Justificación.....	13
Objetivos	15
Objetivo general	15
Objetivos específicos	15
CAPÍTULO II	16
METODOLOGÍA	16
Área de estudio.....	16
Enfoque	17
Técnica metodológica	17
Diseño del trabajo	18
Descripción de las variables.....	18
Población y muestra	20
Tamaño muestral	20
Cálculo del tamaño de la muestra	21
Señalamiento de las variables	22
Hipótesis.....	23
CAPÍTULO III.....	24
DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	24
Levantamiento de datos.....	24
Selección de técnicas e instrumentos de investigación	25
Variables eléctricas	26
Corriente alterna.....	26
Corriente continua.....	26
Ley de Ohm.....	27
Aplicaciones eléctricas	28
Corriente monofásica	28

Corriente bifásica	29
Corriente trifásica.....	29
Términos y definiciones básicas	31
Circuitos eléctricos.....	34
Tipos de Circuitos	34
Sistema de distribución	36
Subestación de distribución.....	36
Elementos constitutivos para la distribución eléctrica	38
Transformadores	38
Tablero	40
Diagrama unifilar	41
Pérdidas de energía	41
Términos elementales de las magnitudes eléctricas.....	41
Factor de potencia	43
Potencia activa	43
Potencia reactiva	43
Potencia aparente	44
Tipos de transformadores.....	44
Transformadores de distribución.....	44
Transformadores monofásicos	44
Transformadores trifásicos.....	45
Transformador convencional	45
Transformador auto-protegido	46
Transformador de pedestal.....	46
Levantamiento eléctrico	48
Análisis de información	48

Diagnóstico energético	49
Ubicación de los tableros y puntos de medición	49
Toma de medidas	50
Tratamiento y tabulación de datos	51
Edificio académico bloque A	51
Edificio administrativo bloque B	72
Análisis de cargas.....	85
Análisis del consumo eléctrico	89
Proyección de consumo de energía eléctrica	91
Flujo de caja	92
VAN Y TIR.....	93
Financiamiento.....	94
CAPÍTULO IV.....	97
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	97
Interpretación de resultados obtenidos.....	97
Análisis del consumo eléctrico mes de junio del 2019	97
Análisis de consumo eléctrico por bloques.....	112
Análisis comparativo por área o bloques	114
Análisis de las planillas de luz del mes de estudio (junio 2019).....	115
Detalle suministro 2000119117354	116
Información y detalle del consumo energético de la UTI sede quito durante el año 2018.....	118
Información y detalle del consumo energético de la UTI sede Quito durante el primer semestre del año 2019.	121
Comparación del consumo energético 2018-2019.....	124
Discusión.....	126

Verificación de la hipótesis.....	133
CAPÍTULO V	141
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	141
Conclusiones	141
Recomendaciones.....	143
BIBLIOGRAFÍA	144
ANEXOS	147

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla No 1: Pérdidas eléctricas estimadas en (TWh) con respecto a la producción total.....	3
Tabla No 2: Variable independiente – rendimiento energético de los transformadores de distribución.....	18
Tabla No 3: Variable dependiente – capacidad máxima de carga permisible de la red eléctrica interna.....	19
Tabla No 4: Valores de Z_{α} más utilizados y sus niveles de confianza.....	20
Tabla No 5: Cronograma levantamiento de datos, Edificio Académico Bloque A.....	21
Tabla No 6: Cronograma levantamiento de datos, Edificio Académico Bloque B.....	22
Tabla No 7: Obtención y detalle de la información.....	25
Tabla No 8: Símbolos eléctricos básicos.....	33
Tabla No 9: Niveles de voltaje normalizados en Ecuador.....	37
Tabla No 10: Mediciones realizadas con carga en la cámara de abastecimiento principal transformador T 166075 Av. Machala.....	51
Tabla No 11: Mediciones realizadas en el tablero de distribución edificio Bloque A.....	53
Tabla No 12: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación piso 1 bloque de aulas A1-A11.....	54
Tabla No 13: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación piso 2 bloque de aulas B1-B11.....	56
Tabla No 14: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación piso 3 bloque de aulas C1-C12.....	58
Tabla No 15: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación piso 4: Consejo Académico, bloque de aulas D1-D8.....	60
Tabla No 16: Mediciones realizadas con carga en tablero de abastecimiento principal Data Center-CCTV.....	62
Tabla No 17: Mediciones realizadas con carga en tablero de distribución principal del auditorio.....	64

Tabla No 18: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación para laboratorios de computación Lab1-Lab6	66
Tabla No 19: Mediciones realizadas con carga en tablero de Ingeniería Industrial	68
Tabla No 20: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación del centro de investigación y biodiversidad	70
Tabla No 21: Mediciones realizadas con carga en cámara de abastecimiento principal transformador T 38355 Av. Sabanilla.....	72
Tabla No 22: Mediciones realizadas con carga en tablero de distribución principal edificio Bloque B, Av. Sabanilla	73
Tabla No 23: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación del piso 1: biblioteca, dirección semipresencial, odontología, sistemas.....	75
Tabla No 24: Mediciones realizadas con carga en el tablero de alimentación piso 2: docentes, colecturía, secretaria, dirección postgrados	77
Tabla No 25: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación piso 3: dirección de idiomas, aulas F1-F9	79
Tabla No 26: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación piso 4: centro de investigación, sala de reuniones, aulas G1-G2.....	81
Tabla No 27: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación para el bar el campus.....	83
Tabla No 28: Proyección de consumo de energía eléctrica	91
Tabla No 29: Flujo de caja.....	92
Tabla No 30: VAN-TIR	93
Tabla No 31: Razón Beneficio - Costo	93
Tabla No 32: Periodo de recuperación.....	94
Tabla No 33: Tiempo de recuperación exacto	94
Tabla No 34: Financiamiento.....	94
Tabla No 35: Tasa de descuento	96
Tabla No 36: Tasa de interés del crédito.....	96
Tabla No 38: Consumo eléctrico junio 2019 primer piso, bloque de aulas A1-A11	98
Tabla No 39: Consumo eléctrico junio 2019 piso 2, bloque de aulas B1-B11....	99

Tabla No 40: Consumo eléctrico junio 2019 tercer piso, bloque de aulas C1-C12	100
Tabla No 41: Consumo eléctrico junio 2019 cuarto piso: Consejo Académico, bloque de aulas D1-D8.....	101
Tabla No 42: Consumo eléctrico junio 2019: Data Center.....	102
Tabla No 43: Consumo eléctrico junio 2019: laboratorios de ingeniería industrial	103
Tabla No 44: Consumo eléctrico junio 2019: centro de investigación y biología	104
Tabla No 45: Consumo eléctrico junio 2019: auditorio.....	105
Tabla No 46: Consumo eléctrico junio 2019: Bar El Campus.....	106
Tabla No 47: Consumo eléctrico junio 2019: primer piso.....	107
Tabla No 48: Consumo eléctrico junio 2019: segundo piso.....	108
Tabla No 49: Consumo eléctrico junio 2019: tercer piso.....	109
Tabla No 50: Consumo eléctrico junio 2019: cuarto piso.....	110
Tabla No 51: Consumo eléctrico junio 2019: laboratorios de computación.....	111
Tabla No 52: Detalle de la planilla del mes de junio suministro 2000119117354	116
Tabla No 53: Valores a pagar por el servicio eléctrico del mes de junio.....	116
Tabla No 54: Detalle de la planilla del mes de junio suministro 200012951188	117
Tabla No 55: Valores a pagar por el servicio eléctrico del mes de junio.....	117
Tabla No 56: Estadísticos descriptivos.....	134
Tabla No 57: Correlaciones.....	134
Tabla No 58: Matriz de Leopold, impactos ambientales del abastecimiento de energía eléctrica.....	138

ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen No 1: Cámara de abastecimiento principal Av. Machala.....	51
Imagen No 2: Tablero de distribución edificio Bloque A.....	52
Imagen No 3: Tablero de alimentación piso 1, aulas A1-A11	54
Imagen No 4: Tablero de alimentación piso 2, aulas B1-B11	56
Imagen No 5: Tablero de alimentación piso 3, aulas C1-C12	58
Imagen No 6: Tablero de alimentación piso 4, aulas D1-D8.....	60
Imagen No 7: Tablero de abastecimiento principal Data Center	62
Imagen No 8: Tablero de distribución principal auditorio.....	64
Imagen No 9: Alimentación laboratorios de computación Lab1-Lab6.....	66
Imagen No 10: Alim Tablero de alimentación Ingeniería Industrial	68
Imagen No 11: Tablero de alimentación centro de investigación y biodiversidad	70
Imagen No 12: Cámara de abastecimiento principal T38355 Av. Sabanilla	72
Imagen No 13: Tablero de distribución principal edificio 1	73
Imagen No 14: Tablero de alimentación piso 1: biblioteca, dirección semipresencial	75
Imagen No 15: Tablero de alimentación piso 2: secretaría.....	77
Imagen No 16: Tablero de alimentación piso 3, aulas F1-F9	79
Imagen No 17: Tablero de alimentación piso 4: aulas G1-G2.....	81
Imagen No 18: Tablero de alimentación bar el campus	83

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico No 1: Composición facturación anual por sector de consumo	4
Gráfico No 2: Planilla de pago-consumo eléctrico 2 agosto 2018.....	6
Gráfico No 3: Árbol de problemas.....	8
Gráfico No 4: Magnitudes eléctricas (Ley de Ohm).....	27
Gráfico No 5: Corriente bifásica.....	29
Gráfico No 6: Corriente bifásica.....	30
Gráfico No 7: Circuito serie.....	35
Gráfico No 8: Circuito paralelo	35
Gráfico No 9: Transformador Trifásico	39
Gráfico No 10: Tablero general de la UTI.....	41
Gráfico No 11: Factor de potencia.....	43
Gráfico No 12: Transformador de distribución	44
Gráfico No 13: Conexión de transformador monofásico.....	45
Gráfico No 14: Transformador trifásico	45
Gráfico No 15: Transformador auto-protegido.....	46
Gráfico No 16: Transformador de pedestal	47
Gráfico No 17: Plano planta baja de la UTI sede Quito	50
Gráfico No 18: Cámara abastecimiento T166075 Av. Machala.....	52
Gráfico No 19: Tablero distribución principal edificio Bloque A	53
Gráfico No 20: Tablero de alimentación piso 1, aulas A1-A11.....	55
Gráfico No 21: Tablero de alimentación piso 2, aulas B1-B11	57
Gráfico No 22: Tablero de alimentación piso 3, aulas C1-C12.....	59
Gráfico No 23: Tablero de alimentación piso 4, aulas D1-D8.....	61
Gráfico No 24: Tablero de abastecimiento principal Data Center.....	63
Gráfico No 25: Tablero de distribución principal auditorio	65
Gráfico No 26: Alimentación laboratorios de computación Lab1-Lab6	67
Gráfico No 27: Tablero de alimentación Ingeniería Industrial	69
Gráfico No 28: Tablero de alimentación Investigación y biodiversidad	71
Gráfico No 29: Tablero abastecimiento principal T38355 Av. Sabanilla.....	72
Gráfico No 30: Tablero de distribución principal edificio 1.....	74

Gráfico No 31: Tablero de alimentación piso 1: biblioteca, dirección semipresencial.....	76
Gráfico No 32: Tablero de alimentación piso 2: bloque administrativo, secretaría	78
Gráfico No 33: Tablero de alimentación piso 3, Centro de Idiomas bloque aulas F1-F9	80
Gráfico No 34: Tablero de alimentación piso 4: aulas G1-G2	82
Gráfico No 35: Tablero de alimentación bar el campus	84
Gráfico No 36: Consumo eléctrico primer piso, aulas A1-A11 junio 2019	98
Gráfico No 37: Consumo eléctrico segundo piso, aulas B1-B11 junio 2019	99
Gráfico No 38: Consumo eléctrico tercer piso, aulas C1-C12 junio 2019	100
Gráfico No 39: Consumo cuarto piso, Consejo Académico junio 2019.....	101
Gráfico No 40: Consumo eléctrico data center, junio 2019.....	102
Gráfico No 41: Consumo eléctrico laboratorios de ingeniería industrial, junio 2019	103
Gráfico No 42: Consumo centro de investigación y biodiversidad, junio 2019	104
Gráfico No 43: Consumo eléctrico auditorio, junio 2019.....	105
Gráfico No 44: Consumo eléctrico bar del campus, junio 2019.....	106
Gráfico No 45: Consumo eléctrico primer piso, junio 2019.....	107
Gráfico No 46: Consumo eléctrico segundo piso, junio 2019	108
Gráfico No 47: Consumo eléctrico tercer piso, junio 2019	109
Gráfico No 48: Consumo eléctrico cuarto piso, junio 2019	110
Gráfico No 49: Consumo laboratorios de computación, junio 2019	111
Gráfico No 50: Consumo kWh por bloques, junio 2019	115
Gráfico No 51: Consumo energético kWh 2018.....	118
Gráfico No 52: Costo consumo energético 2018.....	119
Gráfico No 53: Demanda 2018	119
Gráfico No 54: Costo de la demanda 2018	120
Gráfico No 55: Costo total 2018	120
Gráfico No 56: Consumo energético (enero-junio 2019)	121
Gráfico No 57: Costo consumo energético (enero-junio 2019).....	122
Gráfico No 58: Demanda (enero-junio 2019).....	122

Gráfico No 59: Costo de la demanda (enero-junio 2019).....	123
Gráfico No 60: Costo total (enero-junio 2019).....	123
Gráfico No 61: Comparativo consumo energético 2018-2019	124
Gráfico No 62: Comparativo costo total 2018-2019.....	125
Gráfico No 63: Costo del consumo de la carga instalada junio 2019	125
Gráfico No 64: Correlación de rendimiento y capacidad	136
Gráfico No 65: Resultados de la matriz de impactos.....	139

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo No 1: Plano de biblioteca, laboratorios de computación, ingeniería industrial	148
Anexo No 2: Bloque administrativo, área de docentes, secretaría	149
Anexo No 3: Plano de bloque de aulas C1-C11, centro de idiomas.....	150
Anexo No 4: Plano de Consejo Académico, centro de investigación	151
Anexo No 5: Plano de terraza y data center	152
Anexo No 6: Normas para sistemas de distribución EEQ.....	153
Anexo N° 7: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 110:98.....	154
Anexo No 8: Informe análisis de calidad de producto EEQ, 2018.....	155
Anexo No 9: Perfil de demanda-perfil de corriente promedio transformador T166075	156
Anexo No 10: Curva de flicker PST-factor de potencia transformador T 166075	157
Anexo No 11: Perfil de demanda-perfil de corriente promedio de transformador T 38355.....	158
Anexo No 12: Curva de flicker PST-factor de potencia de transformador T 38355	159
Anexo No 13: Equipo de medición Truper.....	160
Anexo No 14: Capacidad de los transformadores de distribución	161
Anexo No 15: Tabla de correlación de Pearson	162
Anexo No 16: Tabla t de Student	163
Anexo No 17: Reglamento ambiental para actividades eléctricas.....	164

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TEMA: “ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ENERGÉTICO DE LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN Y SU INCIDENCIA EN LA CAPACIDAD MÁXIMA DE CARGA PERMISIBLE DE LA RED ELÉCTRICA INTERNA DE LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA SEDE QUITO”

AUTOR: Morales Peláez Moisés Javier

TUTOR: Ing. Wilson Chancusig Espín. MSc.

RESUMEN

El rendimiento energético de los transformadores de distribución instalados en la Universidad Tecnológica Indoamérica, sede Quito se realizó mediante el levantamiento y medición de cargas en cada uno de los tableros y circuitos de distribución interna en las áreas y ambientes de la institución, con el objetivo de analizar la incidencia en la capacidad máxima de carga permisible, mediante el empleo de una pinza amperimétrica y cálculos en cada uno de los tableros y circuitos, donde se evidenció que el transformador T 166075, de 125 kVA tuvo una potencia actual incluido el valor de reserva de 81,62 kVA, con un factor de uso de 65,3% y una demanda disponible de 43,38 kVA. En el transformador T 30355, de 100 kVA, la potencia incluida el valor de reserva fue de 64,4 kVA, con un factor de uso de 64,4% y una demanda disponible de 35,6 kVA. Con esta información se estableció el abastecimiento generado por los transformadores de distribución, su demanda disponible, la carga y consumo eléctrico actual en cada circuito de servicio de la red eléctrica interna de la universidad.

Palabras Clave: carga instalada, consumo, demanda, potencia, transformador

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y TECNOLOGÍAS DE LA
INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

THEME: “ANALYSIS OF THE ENERGY EFFICIENCY OF THE DISTRIBUTION TRANSFORMERS AND THEIR IMPACT ON THE MAXIMUM PERMISSIBLE LOAD CAPACITY OF THE INTERNAL ELECTRICAL NETWORK AT INDOAMERICA TECHNOLOGICAL UNIVERSITY IN QUITO”

AUTHOR: Morales Peláez Moisés Javier

TUTOR: Ing. Wilson Chancusig Espín. MSc.

ABSTRACT

The energy efficiency of the distribution transformers installed at Indoamerica Technological University in Quito headquarters was carried out by lifting and measuring loads on each of the boards and circuits of internal distribution in the areas and environments of the institution in order to analyze the incidence in the maximum permissible load capacity, using an ampmeter clamp, and calculations in each of the boards and circuits. It was evidenced that the transformer T 166075, of 125 kVA had a current power, including the reserve value of 81.62 kVA, with a use factor of 65.3 % and an available demand of 43.38 kVA. In the T 30355 100 kVA transformer, the power included in the reserve value was 64.4kVA, with a use factor of 64.4 % and an available demand of 35.6 kVA. On the basis of this information, it was established the supply generated by the distribution transformers, their available demand, the current load and electricity consumption in each service circuit of the University internal power grid.

Keywords: installed load, consumption, demand, power, transformer

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Introducción

Contexto

Macro

En la actualidad las emisiones de CO₂, de gases de efecto invernadero y, en general, los efectos del cambio climático son algunos de los problemas que generan mayor concienciación a nivel mundial en los países más desarrollados. Las medidas más efectivas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, son el aprovechamiento energético y la generación de energía mediante recursos renovables. La mejora en el rendimiento energético de los transformadores de distribución es muy importante, ya que es un aspecto a considerar para el aprovechamiento y uso adecuado de la capacidad máxima de carga en una red eléctrica dentro de una empresa, vivienda o industria.

Un estudio sobre el ahorro energético global en transformadores de distribución habla en uno de sus puntos sobre la importancia de las pérdidas en la red eléctrica, dando como dato que las pérdidas en la redes eléctricas a nivel mundial fueron de 1788 TWh en 2011, y es equivalente a la generación total de la energía en Japón, la Republica Coreana, Australia y Hong Kong juntos, o el 70 % de la producción mundial. A nivel mundial, los transformadores se consideran un grupo prioritario dentro de los dispositivos relacionados con la energía, dado su considerable potencial de ahorro energético.

Las pérdidas en transformadores de distribución de los 28 Estados miembros de la UE ascienden aproximadamente a 100 TWh anuales, lo que corresponde a 40 Mt (megatoneladas) de emisiones de CO₂. Existen organizaciones para la regulación, control y aplicación de medidas para el adecuado aprovechamiento de energías, cuyas medidas tienen carácter de obligatorio, como el Consejo Mundial de la Energía (CME) (2014), el cual, mediante un documento publicado en la web expone que tiene casi un siglo dirigiendo el debate sobre la energía, sirviendo de guía para nuevas ideas e impulsando acciones en todo el mundo, con el fin de conseguir que todos puedan acceder a una energía sostenible y asequible. Además, se trata de la institución del sector de la energía acreditada por la ONU, representando a más de 3000 organizaciones tanto públicas como privadas en casi 100 países del mundo.

La labor independiente e inclusiva del CME alcanza a todas las naciones y todas las fuentes energéticas: desde los combustibles fósiles hasta las fuentes de energía renovables. Ecuador es uno de los países de Latinoamérica que forma parte del CME, destacándose por sus políticas y adelantos respecto al aprovechamiento energético, como la utilización de las lámparas fluorescentes compactas (focos ahorradores), facilitando el remplazo de las lámparas incandescentes o de vapor de mercurio por lámparas de luz amarilla (vapor de sodio) o lámparas de tecnología led, que favorecen el ahorro y arranque inmediato (vapor de sodio).

Además, cuenta con varias otras medidas en favor del uso eficiente de la energía eléctrica, como el fomento al desarrollo y utilización de paneles solares, subsidio al costo de compra de las cocinas de inducción de última generación para sustitución de las cocinas eléctricas antiguas, y el desarrollo de proyectos en la red de transporte público y privado con prioridad hacia el uso de tecnología de alta eficiencia.

Según el documento “EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MOVILIDAD EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE” expuesto por (Kreuzer & Wilmsmeier, 2014):

El rendimiento energético en este sentido se define como: (salida de energía útil) / (entrada de energía) de un equipo o proceso. El ahorro de energía generado a través de la reducción del consumo, o gestión de la demanda, no es capturado por esta definición. (pág. 23)

Tabla No 1: Pérdidas eléctricas estimadas en (TWh) con respecto a la producción total

TERRITORIO	PERDIDAS ELÉCTRICAS(TWh)								Perdidas/Producción
	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2015(%)
África	18	30	30	37	54	63	81	80	12,2
América central y sudamérica	38	51	74	104	132	152	170	170	14,9
China	24	40	43	74	94	171	257	270	6
India	21	34	57	79	155	180	192	222	22,8
Japón	25	29	41	46	47	50	49	48	4,7
República Coreana	2	3	4	9	12	14	18	17	3,6
Australia y Nueva Zelanda	12	14	14	16	18	18	19	16	5,8
Oceanía	18	28	39	60	75	95	98	108	9
Europa	160	187	194	231	260	266	269	260	7,3
Estados post-Soviéticos	107	134	142	140	165	172	160	159	10,9
Medio Oriente	7	14	20	33	51	85	109	107	12,4
Estados Unidos	256	236	252	290	319	349	334	335	6,7
Global	688	800	910	1119	1382	1615	1756	1787	8,5

Fuente: (García, 2017)

Elaborado por: El Investigador

En Europa, el 7,3% de la energía eléctrica generada se pierde a lo largo de la red eléctrica, y en el mundo un 8,5% de la energía se pierde por esta misma causa, lo que supone pérdidas valoradas en 186 mil millones de dólares para el consumidor final. Se estima que en 2035, estas pérdidas pueden aumentar a 341 mil millones de dólares, si se mantienen de manera constante y los costos de la electricidad crecen un 15%. La importancia de los transformadores en el sector eléctrico radica en que casi un 37% de las pérdidas eléctricas globales son por distribución, 6% de pérdidas en transformadores de transmisión y casi un 31% en transformadores de distribución. La Agencia Internacional de Energía (International Energy Agency, EIA) (2019) estima que la demanda energética global, que en 2011 era de 22000 TWh, pasará a 38500 TWh en 2030, lo que supone un 74 % de incremento en menos de 20 años.

Meso

En Ecuador, el Ministerio de Electricidad y Energías Renovables y el Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), son los encargados del control y cumplimiento de las políticas de regulación de eficiencia energética en el país. Según el Consejo Nacional de Electricidad (2011), se presentó un promedio nacional de consumo mensual por cliente de 121 kWh en el sector residencial, 595 kWh en el comercial y 8.472 kWh en el Industrial. Los clientes finales de las empresas eléctricas demandaron una energía de 14.931 GWh, por un valor facturado de USD 1.189.61 millones. La industria consume el 24,6 % de la energía total del Ecuador. La participación de los clientes finales por sector de consumo, a nivel nacional, se expresa gráficamente a continuación:

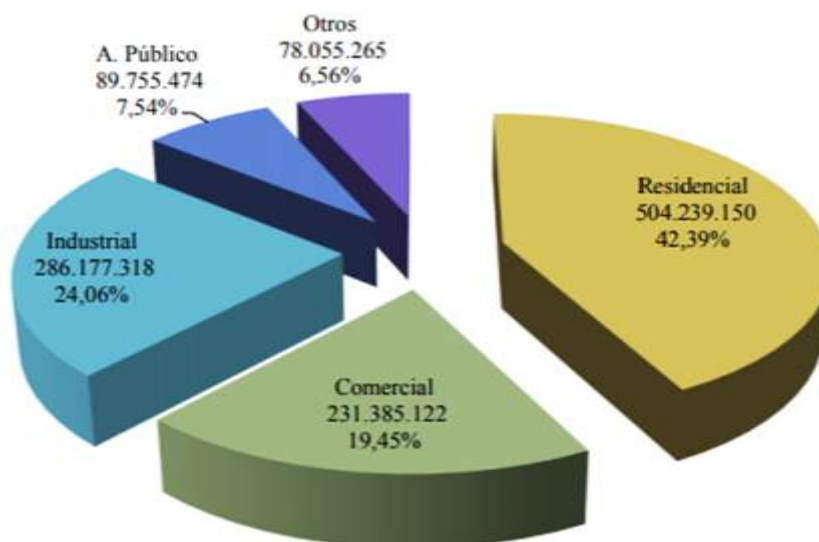


Gráfico No 1: Composición facturación anual por sector de consumo

Fuente: (Consejo Nacional de Electricidad, 2011)

Elaborado por: El Investigador

Considerando esto, se hace necesario realizar investigaciones en instituciones educativas, con el fin de optimizar el consumo energético de este sector industrial, principalmente en aspectos como la tecnología y accesorios utilizados para su funcionamiento, el requerimiento de servicios de prácticas, mantenimiento y/o reparación, así como también el nivel tecnológico y aplicaciones de los equipos utilizados para hacer sostenible la eficiencia energética en este sector.

El consumo de energía eléctrica en una institución educativa, especialmente en una universidad, es un rubro representativo que se ve reflejado en el costo de las planillas de luz eléctrica facturadas mensualmente. Por lo tanto, resulta de gran interés económico el análisis del rendimiento energético y aprovechamiento del consumo eléctrico, pues de dicho análisis pueden proceder programas o soluciones que permitan optimizar el consumo de energía eléctrica, lo que deriva en eventuales beneficios económicos por este concepto.

En el año 2011, se llevaron a cabo estudios sobre el consumo de energía eléctrica en la Universidad San Francisco de Quito, presentados como tesis de grado, realizando un análisis del consumo energético-eléctrico de la universidad, con el objetivo de reducir el impacto ambiental provocado por el consumo excesivo de energía en esta institución. Esta investigación determina que las fuentes lumínicas representan el 44% del consumo energético de una universidad, ya que existe un gran desperdicio en el uso de éstas, aumentando entre 3 y 7 veces más el consumo de energía eléctrica por estudiante (Báez, 2011).

Micro

En la Universidad Tecnológica Indoamérica (UTI), sede Quito, ubicada en el sector de Cotocollao, en las calles Machala y Sabanilla, se encuentran instalados transformadores trifásicos de distribución de marca Ecuatran, que proveen de energía eléctrica a la red interna de la institución (bloque de aulas, oficinas administrativas, bar-cafetería, biblioteca, laboratorios de informática, Ingeniería Industrial, procesos, investigación). El transformador de distribución T 38355 de 100 kVA, ubicado en la Av. Sabanilla con su respectivo medidor electrónico trifásico ABB 90000755 diagnosticado mediante un analizador de redes instalado por la Empresa Eléctrica Quito, indica que tiene una demanda de 63,5 kVA, un factor de uso de 63.5 %, una demanda disponible de 36.46 kVA y voltaje de salida de 220/120 V.

Este transformador abastece a la red eléctrica interna, e instalaciones del edificio administrativo bloque B de la Universidad. Entre los principales ambientes de este bloque se destacan la biblioteca, la secretaría general, los laboratorios de computación, la dirección de la modalidad semipresencial, el centro de idiomas, la sala de profesores y colecturía, entre los puntos más relevantes de esta sección del recinto universitario. El transformador T166075 de 125 kVA, instalado en la Av. Machala, con su respectivo medidor electrónico trifásico ABB 90002031, abastece de energía eléctrica a los circuitos e instalaciones del edificio académico bloque A, que entre sus principales ambientes destacan: laboratorios de Ingeniería Industrial, bloques de aulas, bar-cafetería, ascensor, data center, centro de copiado y oficinas administrativas del Consejo Académico de la Universidad. Registra una demanda máxima de 55 kVA, un factor de uso de 44.7%, una demanda disponible de 69 kVA y voltaje de salida de 220/120 V.



EMPRESA ELÉCTRICA QUITO S.A.

Empresa Eléctrica Quito S.A.E.E.Q.
Matriz: Bartolome de las Casas E1-24 y Av. 10 de Agosto

Huc: 1790053881001
Contribuyente especial, resolución No. 5368
OBLIGADO A LLEVAR CONTABILIDAD

Nro. factura: 001-899-012875285
Nro. doc. interno: 2460242461
Fecha de emisión: 14-08-2018
Fecha de vencimiento: 29-08-2018
Número de autorización: 1408201801179005388100120018990128752850118315314



K200011917354

VALOR A PAGAR: 1605,84

Información del Consumidor

CUENTA CONTRATO 200011917354

Razón social	UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA IBEROAMÉRICA (UNIVERSIDAD)	Tipo de tarifa Arzonal	BTGGD31 - BT Comercial con Demanda Horaria
RUC	189170372001	Dirección del servicio	066 MACHALA CES-305 NESSABANILLA FIGUERO PB - COTACOLLAJ
Código Único Eléctrico	1401571254		
Geocódigo	1408E002000032		

1. Información Servicio Eléctrico y Alumbrado Público

Número de medidor	90002031	Días facturados	31	Factor de corrección	0,6000
Tipo de consumo	leído	Fecha facturado	13-08-2018	Factor de potencia (FP)	0,9964
Fecha desde	14-07-2018	Fecha hasta		Penalización bajo FP	0,0000

Descripción	Fecha Hasta	Lectura Actual	Lectura Anterior	Diferencia Consumo	Consumo Subtotal	Consumo Interno Transformador	Consumo Total	Unidad Medida	Monto (\$)
Energía act. hor. A (07h00-18h00)	13-08-2018	680742,50	572145,20	0,00	8596,30	171,93	8768,23	kWh	771,68
Energía act. hor. B (18h00-22h00)	13-08-2018	170655,70	168566,30	0,00	2089,40	41,79	2131,19	kWh	187,54
Energía act. hor. C (22h00-07h00)	13-08-2018	233348,10	230775,70	0,00	2572,40	51,45	2623,85	kWh	183,67
Energía reactiva total	13-08-2018	143773,20	142626,90	0,00	1146,30	0,00	1146,30	kVarh	0,00
Demanda máx. hor. A (07h00-18h00)	13-08-2018	57,45		0,00	57,45	0,00	57,45	kW	0,00
Demanda máx. hor. B (18h00-22h00)	13-08-2018	33,91		0,00	33,91	0,00	33,91	kW	0,00
Demanda máx. hor. C (22h00-07h00)	13-08-2018	23,40		0,00	23,40	0,00	23,40	kW	0,00
Demanda facturable	13-08-2018	57,45		0,00	57,45	1,15	58,60	kW	147,04

Gráfico No 2: Planilla de pago-consumo eléctrico 2 agosto 2018

Fuente: (Empresa Eléctrica Quito, 2018)

Elaborado por: El Investigador

En el presente proyecto de titulación, se desarrollará un estudio de cargas, consumo y demanda energética para la Universidad, con el objetivo de determinar el abastecimiento óptimo de energía en la red de distribución e instalaciones eléctricas, la demanda disponible, el consumo actual y la capacidad de carga máxima permisible. Un punto importante del análisis es el factor de potencia, debido a que mediante este se puede conocer si la energía eléctrica está siendo aprovechada eficientemente.

Para verificar los parámetros eléctricos establecidos en la Regulación CONELEC 004/01. Calidad del servicio eléctrico de distribución, se realiza una medición directa en los transformadores de la universidad, empleando un analizador de redes de potencia eléctrica, que fue proporcionado e instalado por personal de la Empresa Eléctrica Quito. Las mediciones fueron realizadas considerando a todos los bloques administrativos, académicos y laboratorios de la universidad.

El diagnóstico generado por el analizador de calidad de energía de la Empresa Eléctrica Quito, indica que el transformador T166075 es de 125 kVA, con una demanda máxima de 55.86 kVA, un factor de uso de 44.7% y una demanda disponible de 69.14 kVA; y que el transformador T38355 es de 100 kVA, tiene una demanda máxima de 63.5 kVA, un factor de uso del 63.5% y una demanda disponible de 36.46 kVA (Anexo N° 8. Análisis de calidad de producto EEQ 2018). Además, se pretende que la UTI mantenga vigente su “Política de Seguridad y Salud en el Trabajo”, la misma que en su parte principal versa de la siguiente manera:

Nuestro compromiso con la Seguridad Industrial, Ambiente y Salud Ocupacional en el trabajo está muy ajustado al cumplimiento de las normativas establecidas por la legislación del Ecuador, la asignación de los recursos económicos requeridos para la identificación, la prevención y el control de los riesgos laborales, ambientales e industriales con la finalidad de brindar condiciones seguras para la ejecución de actividades de la comunidad universitaria y de los públicos en general. (Universidad Tecnológica Indoamérica, 2017)

Árbol de problemas

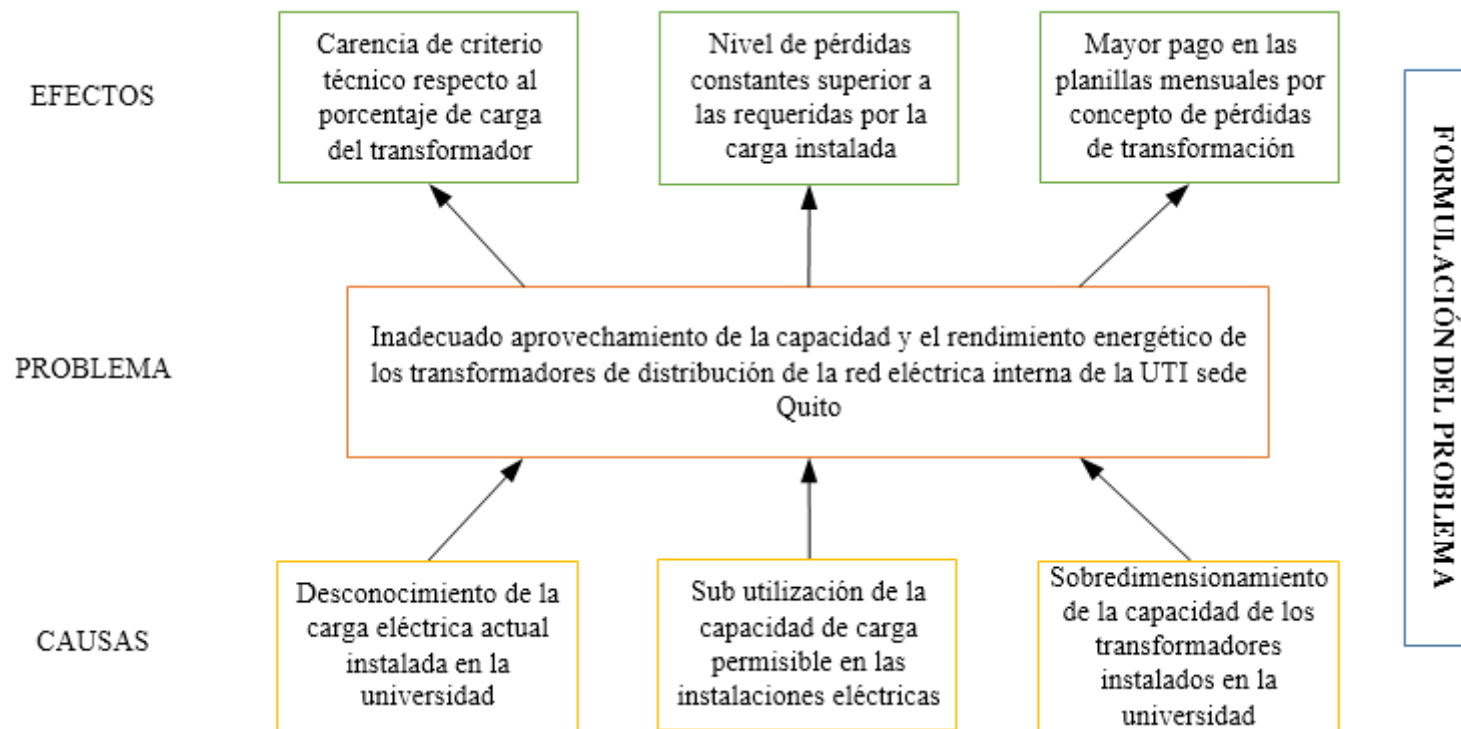


Gráfico No 3: Árbol de problemas

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Análisis crítico

La presente investigación tiene como objetivo principal, realizar un análisis de los transformadores de distribución instalados en la universidad, para determinar la capacidad de abastecimiento, potencia de trabajo su demanda disponible. Esta investigación permitirá establecer la carga máxima permisible en la red eléctrica interna de la institución. El desconocimiento del estado de los transformadores y los valores de carga eléctrica actual instalada en la mayoría de industrias, edificios e instituciones educativas, provocan una carencia de criterio técnico respecto al porcentaje de carga del transformador. Por lo cual, la falta de esta información sería un impedimento para determinar si un transformador se encuentra sobrecargado, subutilizado o funcionando dentro de los parámetros normales recomendados por la EEQ (80% de su capacidad).

La subutilización del abastecimiento eléctrico de los transformadores de distribución instalados en la Universidad, limitan el aprovechamiento adecuado de la capacidad con la que cuentan dichos transformadores, así como el uso óptimo de la energía eléctrica en las áreas donde se genera mayor consumo, como los laboratorios de Ingeniería Industrial, el bar-cafetería del campus, los laboratorios de computación o data center. Esta situación deriva en un nivel de pérdidas constantes superior a las requeridas por la carga instalada, lo que ocasionaría ineficiencia en la red de distribución primaria que alimenta el servicio.

El sobredimensionamiento de la capacidad de los transformadores afectaría el dimensionamiento adecuado de la sección de conductores y elementos de protección de las instalaciones eléctricas de la universidad, reduciendo el aprovechamiento de dichos transformadores. Esta situación puede provocar no solo pérdidas de energía eléctrica, sino también económicas, como un mayor pago en las planillas mensuales por concepto de pérdidas de transformación en la red eléctrica interna de la Universidad.

Al ser la UTI una institución de renombre y prestigio en el país, este proyecto de investigación va encaminado a brindar un aporte a toda la comunidad de la universidad, sean estos docentes, empleados y alumnos, para que de esta forma, la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Quito, llegue a optimizar e incrementar el aprovechamiento y uso de la energía eléctrica abastecida por los transformadores instalados en la universidad.

Antecedentes

El consumo de energía eléctrica en la universidad es un rubro representativo que se ve reflejado en el costo de las planillas de luz eléctrica facturadas mensualmente, por lo cual estableciendo el consumo de la carga instalada en la red eléctrica interna y la demanda de cada transformador instalado, se determinarán los ambientes o áreas que más generan consumo eléctrico y mayor gasto mensual.

La institución en la actualidad no cuenta con datos e información actualizada de consumo, rendimiento energético y demanda de la red eléctrica interna, necesaria para poder verificar la capacidad y potencia actual de los transformadores de distribución instalados en la universidad y el dimensionamiento de accesorios o elementos eléctricos, tales como disyuntores, switchs, breakers, cables, etc, utilizados en los tableros e instalaciones eléctricas del campus.

Considerando estos aspectos, el presente estudio surge tras la necesidad de determinar la demanda de energía eléctrica existente, y establecer si se pueden adicionar nuevos puntos y elementos de consumo sin sobrecargar la red eléctrica interna e instalaciones en el campus de la UTI sede Quito. Esta investigación se basa en el resumen de proyectos de tesis previos sobre el rendimiento y consumo energético de transformadores de distribución, análisis y mejoramiento de la capacidad de carga en una universidad. Para esto, se cita los siguientes trabajos:

Proyecto de tesis con tema “Estudio Piloto del Consumo Energético de la Universidad San Francisco de Quito” expuesto por (Cárdenas & Villacreses, 2016):

Esta investigación detalla que el consumo de energía eléctrica en la Universidad San Francisco de Quito es un rubro representativo que se ve reflejado en el costo de las planillas de luz eléctrica facturadas mensualmente, resultando de gran interés económico la reducción de dicho consumo, con el objetivo de analizar el consumo energético y desarrollar un plan piloto de ahorro energético para la universidad, determinando los equipos, áreas y ambientes de mayor consumo, para la implementación de soluciones para la reducción de energía eléctrica en el campus (pág. 4).

En las recomendaciones de su proyecto, detalla revisar el valor del factor de potencia en las planillas de luz eléctrica, a pesar de no tener penalizaciones, y verificar siempre que este se encuentre entre los rangos adecuados (no menor a 0.92), ya que aparte del incremento en el importe de la facturación, un bajo factor de potencia deriva en un mayor consumo de corriente, un aumento de las pérdidas en conductores, un desgaste prematuro de los conductores, una sobrecarga de transformadores y líneas de distribución y un incremento en caídas de voltaje.

En la Universidad Técnica de Cotopaxi se encuentra realizada una tesis cuyo tema es: “Análisis de transformadores y tableros de distribución eléctrica secundaria, para mejorar la capacidad de carga en la Universidad Técnica de Cotopaxi año 2012”. Expuesto por (Martínez, 2014):

El objetivo de esta tesis es analizar los transformadores y tableros de distribución eléctrica secundaria, para mejorar la capacidad de carga de la red eléctrica de acuerdo a las necesidades existentes en la transferencia de energía en cada área, circuito y ambiente de la universidad, evitando así la pérdida de tiempo y dinero en la universidad beneficiaria. (pág. 17)

En las conclusiones de su proyecto, detalla que evaluar continuamente el balance de las cargas, no sobredimensionar el sistema con la implementación de nuevos aparatos sin hacer antes el debido estudio de la carga, evitar la manipulación de equipos o instalaciones por parte de personal no calificado, e inspeccionar periódicamente el estado de las conexiones en los tableros de distribución, permitirán detectar posibles daños en la red eléctrica interna de una institución y mejorar el aprovechamiento de la capacidad de carga.

El proyecto de tesis con tema. “Análisis del Consumo Energético-Eléctrico de la Universidad San Francisco de Quito”, presentado por (Báez, 2011), señala que:

Esta investigación consideró como objetivo realizar un análisis del consumo eléctrico de la Universidad San Francisco de Quito, a través de la identificación de los principales causales de mayor consumo y determinando qué tipo de elementos eléctricos son los mayores consumidores de energía eléctrica dentro del campus de la USFQ (luminarias, máquinas o multimedia) (pág. 7).

En las recomendaciones de su proyecto, (Báez, 2011) manifiesta:

Durante mi investigación, noté que gran parte de las máquinas de laboratorios y refrigeración como: refrigeradoras, cuartos fríos, congeladores, aires acondicionados y máquinas industriales permanecen en constante funcionamiento, pero no son usados en su plena capacidad. Disminuir el número de dichos elementos y más bien usar sólo los necesarios en su plena capacidad daría un ahorro de energía inmediato (pág. 52).

Justificación

El presente tema de proyecto técnico plantea el análisis de los transformadores de distribución de la UTI sede Quito el cual permitirá identificar su estado actual, las características y parámetros de funcionamiento de estos equipos, con la finalidad de determinar su incidencia en la capacidad de carga de la red eléctrica interna de la universidad. Para este análisis, se tomó el diagnóstico realizado por la EEQ (2018) como referencia para verificar los parámetros eléctricos de los transformadores de la Universidad, el cual indica que el transformador T 166075 es de 125 kVA con una demanda máxima de 55.86 kVA, un factor de uso de 44,7% y una demanda disponible de 69.14 kVA. Por otro lado, el transformador T 38355 es de 100 kVA, con una demanda máxima de 63.5 kVA, un factor de uso del 63.5% y una demanda disponible de 36.46 kVA.

Si bien este diagnóstico aporta como referencia para determinar la capacidad y demanda de los transformadores, no detalla la potencia, consumo ni carga utilizada actualmente en la red eléctrica interna de la Universidad, por lo cual, esta investigación resulta importante, puesto que aporta información actualizada sobre los aspectos de análisis que aborda el diagnóstico de la EEQ, y aporta además con valores de consumos y cargas por edificios, áreas, secciones y dispositivos de consumo eléctrico, así como de la potencia a la cual deberían haber sido instalados los transformadores para reducir las pérdidas en la red eléctrica interna de la universidad. Todo esto aporta un panorama mucho más detallado del que ofrece el diagnóstico provisto por la Empresa Eléctrica Quito.

La identificación de las áreas que generan mayor consumo energético dentro de las instalaciones de la universidad, tiene el interés de determinar la capacidad de carga de la red eléctrica, tomando en cuenta a las luminarias, máquinas y equipos eléctricos que al cumplir funciones energéticas, representan un porcentaje importante del total del gasto energético de una universidad (Junta de Andalucía, 2006).

Siendo el sobredimensionamiento de los transformadores una de las causas de pérdidas en el consumo y aprovechamiento energético, la utilidad teórica de esta investigación pretende también establecer las condiciones de funcionamiento de la red eléctrica interna y la demanda actual de carga eléctrica de los equipos instalados en los distintos laboratorios, aulas, oficinas administrativas y sistemas de iluminación.

Esta investigación como un aporte adicional en la utilidad práctica, propone una aplicación de conocimientos adquiridos en la formación académica relacionados con el rendimiento y consumo energético, siendo necesario realizar mediciones de magnitudes y establecer parámetros eléctricos, determinar la capacidad de carga permisible de trabajo de la red eléctrica interna, tabular y documentar datos obtenidos, contribuyendo con el aprovechamiento del rendimiento energético de los transformadores de distribución instalados en la universidad.

Los beneficiarios de la presente investigación son los usuarios de la UTI, sede Quito, así como los establecimientos educativos que acojan el presente estudio y lo apliquen a cada una de sus realidades, ya que permitirá disminuir las pérdidas por sub utilización de la capacidad de los transformadores, y fomentará el aprovechamiento energético en la red eléctrica e instalaciones del establecimiento respectivo.

Realizar el proyecto es factible ya que la UTI sede Quito brindará la apertura y facilidades necesarias para la realización de mediciones, toma de datos y obtención de información necesaria para su desarrollo, siempre y cuando se garantice la confidencialidad de información sensible y se mantenga los lineamientos establecidos por la universidad.

Objetivos

Objetivo general

Analizar el rendimiento energético de los transformadores de distribución, y su incidencia en la capacidad máxima de carga permisible en la red eléctrica interna de la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Quito.

Objetivos específicos

- Analizar el rendimiento energético de los bancos de transformadores de distribución primaria, mediante la instalación de un analizador de redes, para realizar un diagnóstico acerca de los parámetros eléctricos de los transformadores instalados en la UTI sede Quito.
- Realizar el levantamiento de cargas para cada servicio de transformadores, mediante el uso de una pinza amperimétrica, para determinar el nivel de cargabilidad en los circuitos de la red de distribución interna.
- Determinar la capacidad nominal de cada transformador que debería ser instalado, en base al levantamiento de cargas previamente realizado, para reducir las pérdidas de transformación y pérdidas en la red de distribución primaria que alimenta el servicio.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

Área de estudio

Dominio: Tecnología y Sociedad

Estudio de la relación entre el ser humano y la tecnología de su entorno

Esta línea de investigación incluye el estudio de las interacciones directas del ser humano con la tecnología en todos sus entornos. Se debe considerar, por ejemplo, el estudio de los sistemas de producción y la influencia de la tecnología en la organización de la sociedad. Estos estudios se ejecutarán con sus respectivos enfoques propios a todos los ejes de aplicación contemplados en el dominio. (Universidad Tecnológica Indoamérica, 2017)

Campo: Ingeniería Industrial

Área: Rendimiento energético

Aspecto: Análisis de rendimiento de transformadores y su incidencia en la capacidad máxima de carga permisible en la red eléctrica

Objeto de Estudio: Periodo de análisis: Enero 2019 – Junio 2019

Enfoque

El presente proyecto tiene un enfoque mixto (cualitativo – cuantitativo), ya que está encaminado en determinar problemas de manera descriptiva y analítica para definir el aprovechamiento energético de los transformadores y la capacidad máxima de carga que puede tolerar las red interna de la UTI sede Quito. Para ello se toma datos del periodo establecido entre enero y junio del 2019, lo que permitirá evaluar las condiciones actuales de trabajo para aplicar técnicas de investigación adecuadas y buscar las oportunidades de mejora.

El enfoque cualitativo se basa en hacer una recopilación de información y datos de la situación actual, analizando los parámetros y magnitudes eléctricas de la red interna de la UTI, para lo cual se realiza una revisión de la documentación y el análisis crítico sistemático aplicando la técnica de interrogación a las personas de mayor conocimiento de las actividades. El enfoque cuantitativo, por su parte, se basa principalmente en la interpretación y caracterización de datos numéricos, obtenidos de la información proporcionada por la universidad en el periodo establecido.

Técnica metodológica

Para este proyecto se utilizará la investigación Descriptiva-Cuantitativa, ya que se realiza el estudio basado en investigación y análisis de datos para cuantificar el funcionamiento y rendimiento energético de los transformadores, y su capacidad máxima de carga permisible en la red interna de la UTI sede Quito. La investigación es de Campo porque se efectúa en la UTI sede Quito, para determinar la situación actual mediante recopilación de información, medición de magnitudes y parámetros eléctricos de las instalaciones y laboratorios, con el propósito de obtener información real de cada área de la universidad.

Diseño del trabajo

Descripción de las variables

Tabla No 2: Variable independiente – rendimiento energético de los transformadores de distribución

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Interrogantes	Técnicas e Instrumentos
La principal función de estos transformadores es la de realizar las transformaciones pertinentes para llevar la energía desde el inicio de la red de distribución en alta tensión hasta el inicio de la red de distribución en media tensión (30,45, 66 o 132 kVA).	Funcionamiento	Medición de parámetros eléctricos ($I_T = I_1 + I_2 + \dots + I_n$)	¿Los parámetros eléctricos se encuentran con niveles de funcionamiento adecuado?	Investigación de fuentes bibliográficas, recolección de datos.
	Potencia kW	Potencia de los transformadores $kW = \frac{V \times I \times \sqrt{3}}{1000}$	¿Qué potencia y demanda energética tienen los transformadores?	Instalación de analizador de redes
	Corriente máxima de trabajo	Carga máxima permisible de la red eléctrica interna $I = \left(\frac{P}{V \times F_p \sqrt{3}} \right)$	¿Cuál es la capacidad máxima de carga permisible de la red eléctrica interna?	Medición de parámetros y magnitudes eléctricas

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Descripción de las variables

Tabla No 3: Variable dependiente – capacidad máxima de carga permisible de la red eléctrica interna

Conceptualización	Dimensiones	Indicadores	Interrogantes	Técnicas e Instrumentos
En el suministro en media tensión o alta tensión, la capacidad del transformador quedará definida por la demanda máxima de potencia. Para determinar la demanda de carga máxima, se debe establecer la potencia aparente de cada receptor en las instalaciones eléctricas.	Cargas tipo resistivas	Análisis de consumo eléctrico Planillas EEQ $\left(\frac{\text{kWh}}{\text{mes}}\right)$	¿Las lámparas fluorescentes y cargas resistivas aumentan la capacidad de carga permisible?	Registros de mantenimiento Técnica del interrogatorio al responsable de mantenimiento
		Factor de potencia $\left(\text{Cos}\varphi = \frac{P}{S}\right)$	¿La red eléctrica interna de la UTI sede Quito, al trabajar con alta demanda, incrementa su factor de potencia?	Cálculos y análisis de consumo energético
	Capacidad de los transformadores kVA	$\left(S = \frac{P}{\text{Cos}\varphi}\right)$	¿Los transformadores cumplen con las especificaciones necesarias para generar el abastecimiento adecuado a la red eléctrica interna de la UTI?	Medidores de voltaje, potencia y demanda de cargas

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Población y muestra

En el presente trabajo de investigación, se considera como población el periodo de estudio comprendido entre los meses de enero y junio del 2019, tiempo en el cual se analizará las mediciones, datos obtenidos y problemas que afectan a la capacidad máxima de carga permisible en la red eléctrica interna de las instalaciones de la UTI sede Quito.

Tamaño muestral

De acuerdo al periodo establecido, se analiza los 6 meses, es decir 180 días, y se trabaja con el total de la población para cumplir los objetivos de la investigación. Según Murray & Larry (2009), la fórmula para calcular el tamaño de muestra cuando se desconoce el tamaño de la población es la siguiente:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2} \quad (1)$$

Donde:

- Z = nivel de confianza, $Z_{\alpha}(0.05) = 1.96$ y $Z_{\alpha}(0.01) = 2.58$
- p = probabilidad de éxito, o proporción esperada ($5\%=0,05$)
- q = probabilidad de fracaso ($1-p$)
- d = precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

Tabla No 4: Valores de Z_{α} más utilizados y sus niveles de confianza

Valor de Z_{α}	1.28	1.65	1.69	1.75	1.81	1.88	1.96	2.58
Nivel de confianza	80%	90%	91%	92%	93%	94%	95%	99%
Precisión (error máximo)	0,35	0,30	0,25	0,20	0,15	0,10	0,05	0,01

Fuente: (Rodriguez, 2008)

Elaborado por: El Investigador

Cálculo del tamaño de la muestra

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 * p * q}{d^2}$$

$$n = \frac{1.96_{\alpha}^2 * 0,05 * 0,95}{0,05}$$

$$n = 73 \text{ muestras}$$

La muestra para esta investigación es 73 mediciones que se realizó en todos los tableros de abastecimiento eléctrico instalados en la universidad.

Tabla No 5: Cronograma levantamiento de datos, Edificio Académico Bloque A

Mes	Día	Edificio Académico Bloque A	Hora	# Muestras
MARZO 2019	11	CÁMARA DE ABASTECIMIENTO DESDE EL TRANSFORMADOR T166075 AV. MACHALA	08:00 - 10:00	5
	13	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PARA ASENSOR-PISO1-PISO2-PISO3-PISO4	08:00 - 12:00	5
	15	TABLERO DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL LUCES-TOMACORRIENTES PISO 1 AULAS A1-A11	07:00 - 10:00	4
	19	TABLERO DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL DE LUCES-TOMACORRIENTES PISO 2 AULAS B1-B11	12:00 - 14:00	4
	20	TABLERO DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL DE LUCES-TOMACORRIENTES PISO 3 AULAS C1-C12	09:00 - 11:00	4
	21	TABLERO DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL DE LUCES-TOMACORRIENTES PISO 4 AULAS D1-D8	10:00 - 13:00	4
	25	DATA CENTER Y CCTV SEGURIDAD UTI	10:00 - 12:00	3
	26	TABLERO DE ABASTECIMIENTO BAR DEL CAMPUS	10:00 - 14:00	4
	28	TABLERO CC1 INGENIERÍA INDUSTRIAL: PROCESOS DE MANUFACTURA, HIDRÁULICA Y NEUMÁTICA, MÁQUINAS	09:00 - 12:00	6
	29	TABLERO DE ABASTECIMIENTO CENTRO DE INVESTIGACIÓN BIODIVERSIDAD	10:00 - 12:00	4

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Tabla No 6: Cronograma levantamiento de datos, Edificio Académico Bloque B

Mes	Día	Edificio Académico Bloque A	Hora	# Muestras
ABRIL 2019	9	CÁMARA DE ABASTECIMIENTO DESDE EL TRANSFORMADOR T 38355 AV SABANILLA	11:00 - 13:00	5
	10	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN PARA PISO1-PISO2- PISO3-PISO4	08:00 - 10:00	4
	11	TABLERO DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL DE LUCES-TOMACORRIENTES DEL PISO 1 BIBLIOTECA, DIRECCIÓN MOD. SEMIPRESENCIAL, ODONTOLOGÍA	10:00 - 13:00	4
	17	TABLERO DE ALIMENTACIÓN PISO 2 DOCENTES TIEMPO COMPLETO, COLECTURIA, SECRETARIA, ADMISIONES, DIRECCIÓN POSTGRADOS.	09:00 - 12:00	4
	18	TABLERO DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL DE LUCES-TOMACORRIENTES PISO 3 DIRECCIÓN IDIOMAS, AULAS F1-F9	12:00 - 14:00	4
	19	TABLERO DE ALIMENTACIÓN Y CONTROL DE LUCES Y TOMACORRIENTES PISO 4 AULAS G1-G2, OFI. DOCENTES I Y II, HERBARIO, SALA DE REUNIONES	10:00 - 12:00	4
	22	TABLERO PARA LABORATORIOS LAB 1, LAB 2, LAB 3, LAB 4, LAB 5, LAB 6	10:00 - 12:00	2
	26	TABLERO DE ALIMENTACIÓN AUDITORIO	08:00 - 10:00	3

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Señalamiento de las variables

- **Variable Independiente:** Rendimiento energético de los transformadores de distribución instalados en la universidad.
- **Variable Dependiente:** Capacidad máxima de carga permisible de la red eléctrica interna.

Hipótesis

Al examinar el rendimiento energético de los transformadores de distribución instalados en la Universidad Tecnológica Indoamérica, se puede determinar la capacidad máxima de carga que soporta la red eléctrica interna, y así conocer si dicha red está en capacidad de abastecer la demanda de energía que requiere la universidad para llevar a cabo sus actividades en plenas condiciones. Para resolver dicha interrogante, se plantean dos posibles escenarios, cada uno simbolizado por una variable, las cuales se contrastan por medio de una prueba de correlación.

H1= El rendimiento energético de los transformadores de distribución incide en la capacidad máxima de carga permisible en la red eléctrica interna de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

H0= El rendimiento energético de los transformadores de distribución no incide en la capacidad máxima de carga permisible en la red eléctrica interna de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

Levantamiento de datos

Aplicación de técnicas para la recolección de Información

- Revisión documental. A través de este proceso se realizará un estudio de la situación actual, con análisis de las mediciones y datos obtenidos, mediante la observación y análisis de las planillas de luz, puntos de medición, planos y tablas.
- Se hará una revisión de información y datos históricos de las instalaciones de la red eléctrica interna de la universidad, tomando en cuenta los registros de las actividades programadas entre enero y junio del 2019.
- Técnica de la entrevista, enfocada en analizar la situación actual de los transformadores de distribución de la universidad, de las instalaciones eléctricas y los laboratorios que son la parte fundamental de este análisis.
- Medición de magnitudes y parámetros de los transformadores eléctricos mediante equipos de diagnóstico, como analizador de redes, medidores de voltaje y corriente eléctrica.
- Revisión de instalaciones, tableros eléctricos, protecciones y conductores de la red interna de la UTI sede Quito.

Selección de técnicas e instrumentos de investigación

Observación

Esta se realizará mediante el registro de los datos que arrojarán las mediciones realizadas con equipos de medición de parámetros eléctricos, tales como el multímetro y pinza amperimétrica, los mismos que se efectuarán bajo condiciones que permitan determinar una buena medición de la carga existente en la red eléctrica interna de la universidad. Estos datos se utilizarán como indicadores para verificar el abastecimiento adecuado de corriente y potencia suministrados por los transformadores de distribución existentes en la institución.

Fuente de información primaria

La información que se recopilará en el proceso de ejecución del presente trabajo investigativo, busca determinar los niveles máximos de carga de la red eléctrica interna en las diferentes áreas de la UTI, sede Quito, cuyo instrumento es el registro de las mediciones realizadas mediante la toma de datos, para lo cual se ha realizado las siguientes preguntas para cumplir con la planificación de la recolección de datos, estableciendo en un cronograma previo.

Tabla No 7: Obtención y detalle de la información

Preguntas	Detalle
¿Para qué?	Alcanzar los objetivos de la investigación
¿Sobre qué aspectos?	Análisis de rendimiento energético y capacidad máxima de la red eléctrica
¿Cuándo?	Enero 2019 – Junio 2019
¿Dónde?	Universidad Tecnológica Indoamérica sede Quito
¿Qué técnica de recolección?	Análisis de demanda Medición de parámetros eléctricos Toma de lecturas y datos Recopilación de información
¿Con que?	Analizador de redes Diagrama de bloques Esquemas eléctricos Análisis e interpretación de resultados Históricos y planillas de consumo de la UTI

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Variables eléctricas

Las variables principales en un circuito eléctrico son la tensión y la corriente. El movimiento de electrones dentro de un conductor se denomina corriente eléctrica. La corriente eléctrica se define como la cantidad de carga que atraviesa la sección del conductor por cada segundo. La unidad de carga es el Culombio. La unidad de corriente en el Sistema Internacional es el Amperio (A). Cuando por un conductor circula 1 Amperio, aproximadamente 6 billones de electrones atraviesan cualquier sección recta de dicho conductor en un segundo. Para su polaridad, se toma como sentido positivo de la corriente el de los portadores positivos en movimiento.

Corriente alterna

“Si la diferencia potencial varía periódicamente con el tiempo, de tal forma que las cargas eléctricas se desplazan alternativamente en ambos sentidos, el tipo de corriente eléctrica recibe el nombre de corriente alterna” (Sala, López, & Jiménez, 2011, pág. 141).

Se denomina corriente alterna a la corriente que cambia continuamente de polaridad, es decir, que circula sucesivamente en dos sentidos a través de un mismo conductor. La forma de onda de la corriente alterna más utilizada es la senoidal, es decir, una curva que va subiendo y bajando continuamente. Gracias a esta forma de onda, la corriente alterna logra transmitir la energía de manera más eficiente en la red, acometida o instalación eléctrica en donde se la utiliza.

Corriente continua

Corriente continua es el flujo de carga eléctrica que circula siempre en la misma dirección a través de un conductor conservando siempre la misma polaridad. De forma más precisa, se puede definir la corriente continua de la siguiente forma:

Si entre los extremos de un conductor se establece un campo eléctrico, este campo corresponde al establecimiento de una diferencia de potencial. Si esta diferencia de potencial se mantiene constante con el tiempo, las cargas eléctricas irán siempre en el mismo sentido y el tipo de corriente recibe el nombre de corriente continua. (Sala, López, & Jiménez, 2011, pág. 143)

Ley de Ohm

La relación principal existente entre el voltaje (V), la intensidad (I) y la resistencia (R) en una red, instalación o circuito eléctrico se denomina Ley de Ohm.

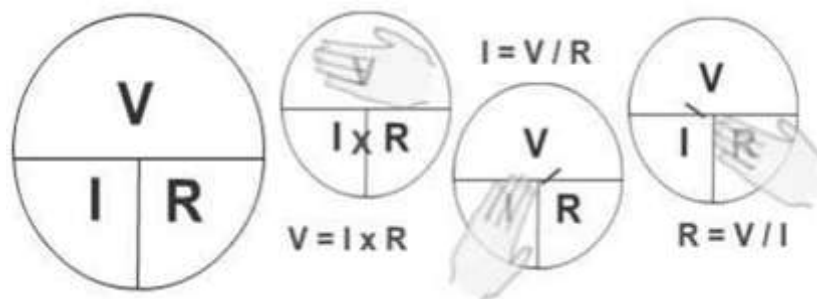


Gráfico No 4: Magnitudes eléctricas (Ley de Ohm)

Fuente: (Hernández, 2015)

Elaborado por: El Investigador

En otras palabras, la intensidad que atraviesa un circuito es directamente proporcional a la tensión de la fuente de energía e inversamente proporcional a la resistencia en dicho circuito. Se debe tener claro que:

I sube si V sube

R baja

I baja si V baja

R sube

Aplicaciones eléctricas

El mercado eléctrico ecuatoriano es dominado por un voltaje monofásico de 120v, un voltaje bifásico de 220v y un voltaje trifásico de 220v, siendo el voltaje más común en las unidades de vivienda, el monofásico a 120v. En los últimos años la expansión de la red eléctrica de 220v se ha incrementado en las grandes ciudades como Quito, Guayaquil y Cuenca.

Corriente monofásica

Se llama corriente monofásica a la que se obtiene de tomar una fase y un cable neutro, este tipo de corriente entrega una tensión de 120 voltios, lo que la hace conveniente para que puedan funcionar apropiadamente la mayoría de electrodomésticos y luminarias.

Desde el centro de transformación más cercano hasta las viviendas se disponen cuatro hilos: un neutro (N) y tres fases (R, S y T). Si la tensión entre cualquiera de sus fases (tensión de línea) es de 220 voltios, entre una fase y el neutro es de 120 voltios, esto se llama corriente monofásica. (Martín & García, 2009, pág. 313)

Es de uso doméstico ya que esa línea da un ancho de voltaje de $120v \pm 10$. Para la alimentación de una planta textil, institución educativa o empresa, se debe utilizar tres cables conductores, siempre que ésta fuera de misma amplitud y frecuencia en los tres cables, entre cada uno de ellos existe 120 grados eléctricos que permitiría circular organizadamente a la energía. (Hermosa, 2005, pág. 22)

En ingeniería, un sistema eléctrico monofásico es la producción, distribución y consumo de energía eléctrica desde un sistema conformado por una única corriente alterna, o fase, y un neutro. Por lo tanto, todo el voltaje varía de la misma forma.

Corriente bifásica

Se denomina corriente bifásica al sistema formado por dos corrientes alternas o dos fases de la misma frecuencia, cuyas fem (fuerza electromotriz) están desfasadas en $\frac{1}{4}$ de ciclo de su periodo. En una línea bifásica se necesitan cuatro conductores, dos por cada una de las fases que dependen de la capacidad de corriente o carga de los conductores, o uno por fase, uno para el neutro y uno para la tierra.

“Las corrientes así producidas se llaman bifásicas” (Burbano, Burbano, & Gracia, 2009, pág. 543). Actualmente el sistema bifásico es poco usado por considerarse más peligroso que el sistema monofásico a 120 V, además de ser más costoso al instalarlo por necesitar más conductores.

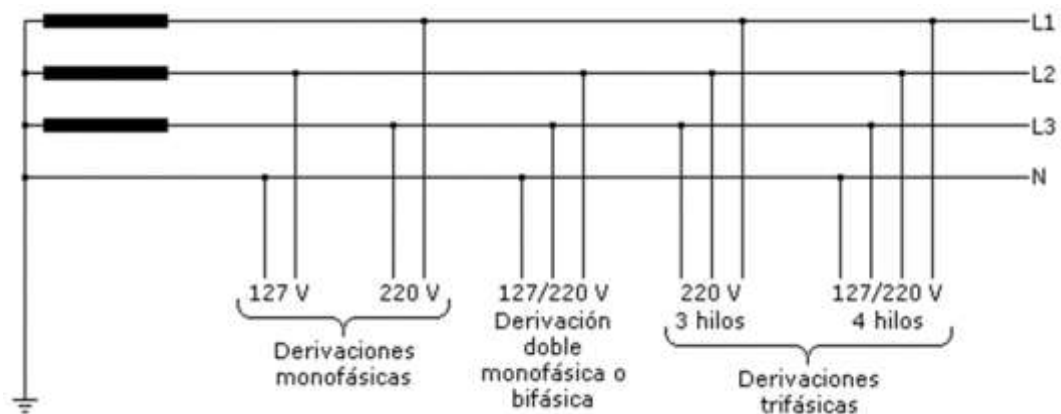


Gráfico No 5: Corriente bifásica

Fuente: (Pulido, Rivera , Guzmán , & Usaquén, 2015)

Elaborado por: El Investigador

“En un generador bifásico, el sistema está equilibrado y simétrico cuando la suma vectorial de las tensiones es nula (punto neutro) que ocurre cuando las tensiones son iguales y perfectamente desfasadas 90° ” (Pérez, 2003, pág. 41).

Corriente trifásica

La corriente trifásica está conformada por un conjunto de tres formas de onda, desfasadas una respecto de la otra a 120° .

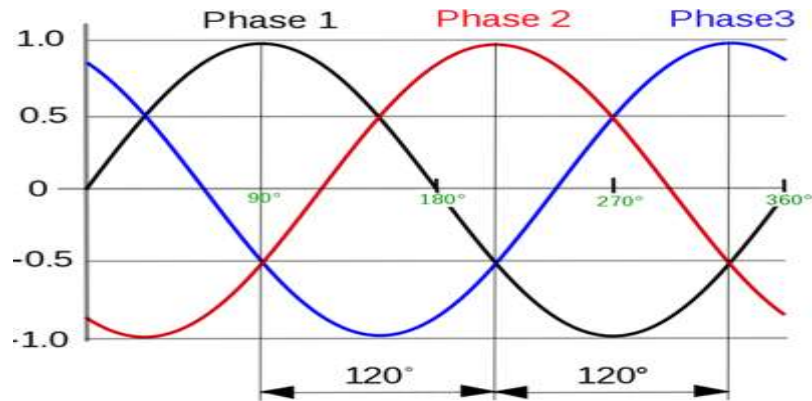


Gráfico No 6: Corriente bifásica
Fuente: El Investigador
Elaborado por: El Investigador

En las corrientes trifásicas, el retorno de cada una de estas fases se acopla en un punto, denominado neutro, donde la sumatoria de las tres corrientes, si el sistema está equilibrado, es cero, por lo cual el transporte puede ser efectuado usando solamente tres cables (Morelo, 2005).

Son la mayor aplicación y se originan en el transformador trifásico por tres circuitos independientes, que se transportan por un sistema de 3 conductores o fases y un neutro. Estas fases por convención se denominan R, S, T y N para el neutro.

“Las tensiones en los bornes de cada uno de los circuitos independientes se les da el nombre de V_1 , V_2 , V_3 . Si los arrollamientos en los inducidos son idénticos, también lo serán las potencias e intensidades, (circuitos equilibrados)” (Burbano, Burbano, & Gracia, 2009, pág. 543).

La generación trifásica de energía eléctrica es la forma que entrega o provee un uso más eficiente de los conductores en una red o instalación eléctrica. La utilización de electricidad en forma trifásica es común normalmente para uso en industrias, donde muchas de las máquinas funcionan con motores, máquinas y equipos para esta tensión.

Términos y definiciones básicas

Transformador: Máquina eléctrica estática que, mediante inducción electromagnética, transforma voltajes y corrientes eléctricas alternas del devanado primario entre dos o más devanados a la misma frecuencia, y usualmente, a valores diferentes de voltaje y corriente en el devanado secundario.

Transformador de potencia: Es un transformador que transfiere energía eléctrica de cualquier parte del circuito entre el generador de energía eléctrica y los circuitos primarios de distribución. Normalmente los transformadores de potencia son de más de 500 kVA y más de 34 500 V.

Transformador de distribución: Es aquella máquina que abastece o transfiere energía eléctrica desde un circuito primario de distribución, a un circuito secundario de distribución o circuito de servicio al consumidor. Normalmente los transformadores de distribución van hasta 500 kVA y hasta 34 500 V.

Auto-transformador: Es aquel transformador en el cual por lo menos dos devanados tienen una parte común.

Espira: Vuelta completa de un conductor.

Bobina: Conjunto de espiras aisladas conectadas en serie.

Devanados de transformadores: Conjunto de espiras o bobinas aisladas, que forman un circuito eléctrico relacionado con uno de los voltajes establecidos para el transformador.

Devanado de alto voltaje: Espiras cuyo voltaje nominal es el más elevado.

Devanado de bajo voltaje: Espiras cuyo voltaje nominal es el más bajo.

Devanado de voltaje intermedio: Conjunto de espiras de un transformador con más de dos devanados, donde el voltaje nominal está comprendido entre el más alto y el más bajo de los voltajes nominales.

Devanado primario: Devanado que, en servicio, recibe energía eléctrica de un sistema.

Devanado secundario: Devanado que, en servicio, entrega energía eléctrica a un sistema.

Núcleo: Conjunto de material por donde circula el campo magnético del transformador.

Tierra: Se utiliza como medida de seguridad, entre un circuito eléctrico y la tierra.

Régimen: Conjunto de valores atribuidos a las magnitudes eléctricas (voltaje y corriente) que definen el funcionamiento de un transformador en un momento dado.

Magnitudes nominales: Los valores numéricos de voltajes y corrientes se expresan siempre por sus valores efectivos, a menos que se especifique otra indicación.

Placa de características: Está adherida al transformador. En ella se indican los valores numéricos de las magnitudes nominales y otros datos importantes.

Voltaje nominal primario (V_{n1}): Es el voltaje aplicado bajo condiciones de régimen nominal atribuidas (condiciones normales de operación), en la totalidad del devanado primario sin derivaciones, o en la derivación principal, si las tiene.

Voltaje nominal secundario (V_{n2}): Es el voltaje desarrollado en el total del devanado secundario, sin derivaciones; o en la derivación principal, si las tiene, cuando el transformador trabaja sin carga y se aplican el voltaje y frecuencia nominales en el devanado primario.



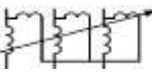













Potencia nominal (Sn): Es el valor convencional de la potencia aparente en kVA, que sirve de base para el diseño del transformador, la garantía del fabricante y los ensayos. Esta característica determina un valor bien definido de la corriente nominal admisible cuando se aplica voltaje nominal, bajo las condiciones indicadas en las Normas INEN sobre ensayos de transformadores de potencia y distribución.

Eficiencia: La eficiencia es expresada en por ciento, es la relación que existe entre la potencia real de salida con respecto a la potencia real de entrada, en esta relación, la potencia real de salida es igual a la capacidad nominal del transformador.

Símbolos eléctricos básicos

Los símbolos más utilizados en circuitos básicos son detallados a continuación:

Tabla No 8: Símbolos eléctricos básicos

Descripción	Símbolos	
	General	Unificar
Transformador monofásico		
Transformador trifásico		
Motor de corriente continua		
Motor de corriente alterna		
Voltímetro		
Amperímetro		
Vatímetro		
Óhmetro		

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Intensidad de corriente

Se denomina intensidad de corriente eléctrica a la carga eléctrica que pasa a través de una sección del conductor en la unidad de tiempo. En el Sistema Internacional de Unidades se expresa en $C \cdot s^{-1}$ (Q/t), en otras palabras culombios/s. A esta unidad se la denomina amperio (A). Si la intensidad es constante en el tiempo, se dice que la corriente es continua; en caso contrario, se llama variable. Si no se produce disminución de carga en ningún punto del conductor, la corriente es estacionaria. (Arnal & Laguna, 2005, pág. 210)

Circuitos eléctricos

“A estos circuitos se los puede representar gráficamente o mediante un esquema y cada componente eléctrico representa un símbolo en un circuito eléctrico o en cualquier sistema físico” (Floyd, 2007, pág. 12). Circuito eléctrico es el conjunto de componentes, dispositivos o elementos eléctricos interconectados entre los que pueden circular una corriente eléctrica. Es el trayecto de una corriente a través de conductores, que transporta energía eléctricamente entre fuentes a centrales eléctricas y cargas como son los consumidores.

Tipos de Circuitos

Un circuito es una red eléctrica (interconexión de dos o más componentes, tales como resistencias, inductores, condensadores, fuentes, interruptores y semiconductores) que contiene al menos una trayectoria cerrada. Es un camino cerrado por donde fluye la corriente eléctrica, desde el polo negativo hasta el polo positivo de una fuente de alimentación, que puede ser una pila, batería o generador. (Robbin & Miller, 2008, pág. 184)

Circuito serie

Un circuito en serie es una configuración de conexión en la que los bornes o terminales de los dispositivos (generadores, resistencias, condensadores, interruptores) se conectan secuencialmente (Robbin & Miller, 2008, pág. 187).

Una asociación en serie de elementos es aquella en la que todos son atravesados por la misma intensidad eléctrica, teniendo en cada uno diferencias de potencial que deben ser iguales a la suma algebraica de las diferencias de potencial de todas las fuentes de alimentación. (Saavedra, 2009, pág. 24)

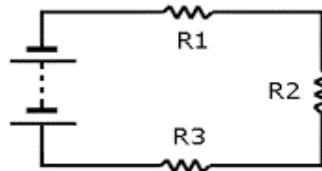


Gráfico No 7: Circuito serie

Fuente: (Robbin & Miller, 2008)

Elaborado por: El Investigador

Circuito paralelo

Un circuito paralelo es aquel circuito en el que la corriente eléctrica se divide en cada nodo, y todos sus elementos están sometidos a la misma diferencia de potencial y son atravesadas por diferentes corrientes teniendo en cuenta la primera Ley de Kirchhoff, la cual indica que la intensidad que suministra la fuente de alimentación será igual a la suma algebraica de todas las corrientes que atraviesan los elementos, ya que todos los puntos de conexión tienen igual potencial eléctrico (Saavedra, 2009, pág. 25).

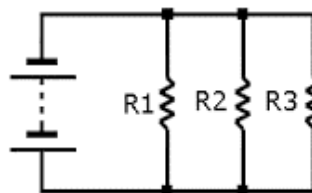


Gráfico No 8: Circuito paralelo

Fuente: (Robbin & Miller, 2008)

Elaborado por: El Investigador

Sistema de distribución

Se enuncia como un sistema de distribución de energía eléctrica es el conjunto de elementos encargado de conducir la energía desde una subestación de potencia hasta el usuario. “Básicamente, la distribución de energía eléctrica comprende las líneas primarias de distribución, los transformadores de distribución, las líneas secundarias de distribución y las acometidas y medidores” (Yebra, 2009, pág. 2).

Subestación de distribución

Según Harper (2009), las subestaciones eléctricas son parte integral de un sistema de potencia, y forman eslabones importantes entre las centrales de generación, los sistemas de transmisión, los sistemas de distribución y las cargas” (pág. 61). Las subestaciones eléctricas pueden clasificarse por su tensión, por su ubicación en exterior o interior, según su configuración, y de acuerdo a su clasificación.

Sistema de distribución en media y baja tensión

Como se indica en el documento de Normas de acometidas, cuartos de transformadores y sistemas de medición para el suministro de electricidad (NATSIM) (2012), el servicio de energía en media tensión que suministra el distribuidor a los consumidores desde sus redes de distribución en media tensión son:

Sistema monofásico

El sistema monofásico es suministrado cuando la demanda de un predio es mayor a 30 kW y menor a 90 kW, y su capacidad total instalada no supera 100 kVA monofásico.

Sistema trifásico

Para este sistema, la distribuidora suministra este voltaje cuando la demanda del predio es mayor a 30kW y menor a 1000 kW. Según datos del catálogo digital de redes de distribución de energía eléctrica, se explica que por la cobertura del servicio eléctrico y el incremento de la demanda, se ha unificado el nivel de tensión para sistemas de distribución en valores superiores a 13.8 kW, como lo establecen las normativas de la NTE2111. En nuestro país, se han considerado los siguientes niveles de voltaje nominal:

Tabla No 9: Niveles de voltaje normalizados en Ecuador

Medio Voltaje	Bajo Voltaje
6.300 (V)	En redes monofásicas 120/240 V
13.800 GRDY / 7.967 (V)	En redes trifásicas 127/220 V
22.000 GRDY / 12.700 (V)	
22.860 GRDY / 13.200 (V)	
34.500 GRDY / 19.920 (V)	

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2004)

Elaborado por: El Investigador

Líneas de media y baja tensión

En general, las líneas de media y baja tensión abastecen a las industrias, edificios, sector comercial, y residencial. También alimentan a los transformadores de distribución, según Harper (2009), “de donde parten las líneas secundarias con tensión más reducidas, estas redes de distribución secundarias alimentan a los pequeños consumidores residenciales, edificios, oficinas, industrias pequeñas, etc., pueden ser también aéreos o subterráneos” (pág. 56).

Las redes aéreas son conformadas generalmente por conductores desnudos de aluminio, y en alimentadores subterráneos se utiliza conductores aislados. La distribución de energía eléctrica se realiza de varias formas:

- Monofásica
- Trifásica

Elementos constitutivos para la distribución eléctrica

En un sistema de distribución de energía eléctrica de media y baja tensión se utilizan los materiales y equipos señalados a continuación:

- Postes circulares con altura y peso normalizados.
- Conductores para redes externas de distribución; existen tipos de tendidos conformados por conductores de aluminio desnudo y aislado.
- Transformadores de acuerdo a análisis técnicos y condiciones particulares.
- Alumbrado público; en este sistema de alumbrado existen luminarias de sodio y de mercurio. Conforme a homologaciones del Ministerio de Energía, se están eliminando gradualmente las luminarias de mercurio.
- Estructuras en redes o tendido eléctrico aéreo de distribución.
- Medidores de energía.

Transformadores

Un transformador es una máquina eléctrica estática que debido a la acción del flujo magnético, permite una variación de voltaje desde el lado primario al lado secundario o viceversa, manteniendo constante su potencia nominal. Consta de dos o más espiras o devanados enrollados alrededor de un núcleo ferromagnético. Estos devanados no están conectados en forma directa, la única conexión es el flujo magnético común, ubicado en el núcleo del transformador. Uno de los devanados del transformador se encarga de recibir la energía eléctrica alterna, y el segundo suministra la energía a las cargas.

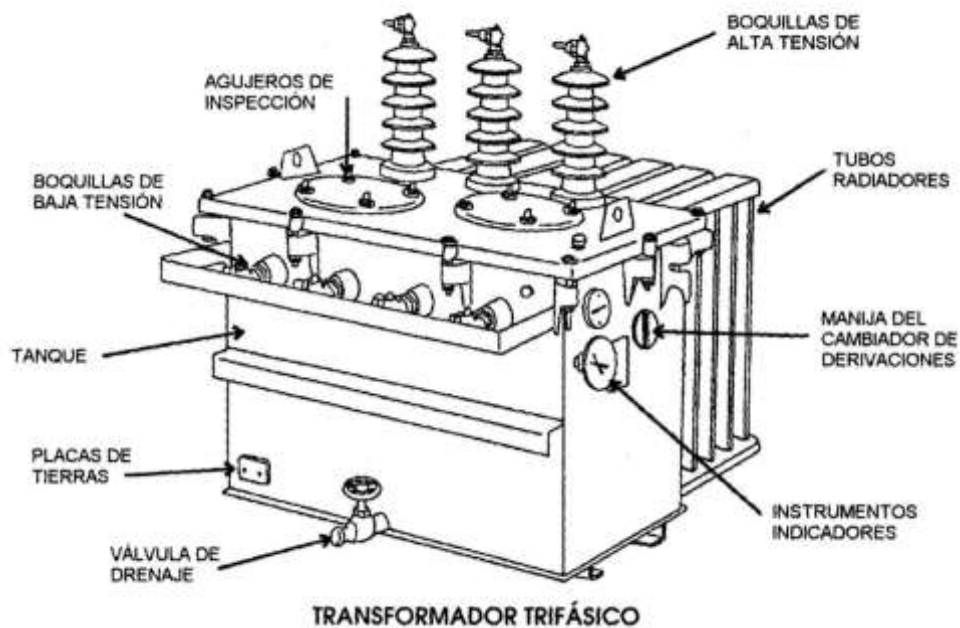


Gráfico No 9: Transformador Trifásico

Fuente: (Warren, 2014)

Elaborado por: El Investigador

Capacidad nominal de un transformador

Esta capacidad se define como los kVA que el devanado secundario es capaz de manejar por un tiempo específico, bajo condiciones de tensión y frecuencia de diseño sin que la temperatura de su devanado exceda 65°C , sobre una temperatura ambiente promedio de 30°C y máxima de 40°C .

Pérdidas en vacío

Son las pérdidas generadas en el transformador cuando está energizado a tensión y frecuencia eléctricas nominales y sin ninguna carga externa instalada.

Pérdidas debidas a la carga

Son pérdidas que se encuentran en un transformador cuando está trabajando a corriente y frecuencia nominal alimentándolo a la tensión eléctrica de impedancia.

Pérdidas totales

Es la sumatoria de las pérdidas en vacío y las pérdidas debidas a la carga (temperatura promedio a 75°C u 85°C, según corresponda el diseño).

Eficiencia

La eficiencia, expresada en porcentaje, es la relación que existe entre la potencia de salida con respecto a la potencia de entrada, donde la potencia real de salida es igual a la capacidad nominal del transformador.

$$1. \quad \eta = \frac{P_s}{P_e} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

η	Eficiencia del transformador
P_s	Potencia de salida
P_e	Potencia de entrada

Tablero

El tablero es un gabinete donde se colocan elementos o instrumentos con interruptores arrancadores y/o dispositivos de control. El tablero es un elemento auxiliar para lograr una instalación eléctrica segura, confiable y ordenada.

Tablero general

El tablero general es aquel gabinete que se coloca inmediatamente después del transformador, y que consta de un interruptor general, disyuntores y breakers.



Gráfico No 10: Tablero general de la UTI
Elaborado por: El Investigador

Diagrama unifilar

Es la representación gráfica que indica cómo se encuentran distribuidas las cargas de la instalación eléctrica y esquematiza la distribución de tableros, equipos o dispositivos instalados. También muestra datos principales de los circuitos alimentadores, calibres de conductores, caída de tensión, longitudes, diámetros de tuberías y características de equipos

Pérdidas de energía

Es toda aquella energía eléctrica que no se aprovecha en trabajo útil, debido a que se disipa como calor por efecto joule o por alguna fuga en la instalación.

Términos elementales de las magnitudes eléctricas

El **voltio** es el flujo o la diferencia de potencial que circula entre dos puntos de un material cuando la potencia disipada es 1 vatio.

El **amperio** es la corriente que circula a través de un conductor cuando entre sus extremos se aplica una diferencia de potencial de un vatio.

El **vatio** (w) es la potencia que en un segundo produce un julio de energía.

El **ohmio** es la resistencia u oposición eléctrica entre dos puntos de un conductor cuando al aplicar una diferencia de potencial de un voltio entre dichos puntos, provoca una corriente de un amperio.

El **culombio** es la cantidad de electricidad transportada por una corriente de un amperio por segundo (Floyd, 2007).

Sobrecarga

Funcionamiento anormal de un equipo que excede su capacidad nominal, de plena carga, o de un conductor que excede su capacidad de conducción de corriente.

Sobrecorriente

Es la corriente eléctrica por encima del valor nominal de los equipos o de la capacidad de conducción de corriente de un conductor. Puede ser causada por una sobrecarga, un cortocircuito o una falla a tierra.

Factor de carga

Relación entre la carga media en un sistema durante un período específico de tiempo y la carga máxima que se produzca en ese período.

Factor de demanda

Relación entre la demanda máxima de un sistema y la carga total conectada al sistema.

Factor de potencia

Es la relación que existe entre la potencia activa en W y la aparente total en VA. Se obtiene dividiendo la potencia activa entre la potencia aparente y describe la relación entre la potencia de trabajo y la potencia total consumida.

Para el mejor entendimiento, el factor de potencia mide la eficiencia de su consumo eléctrico, a la hora de convertirlo en potencia útil, como luz, calor o movimiento mecánico.

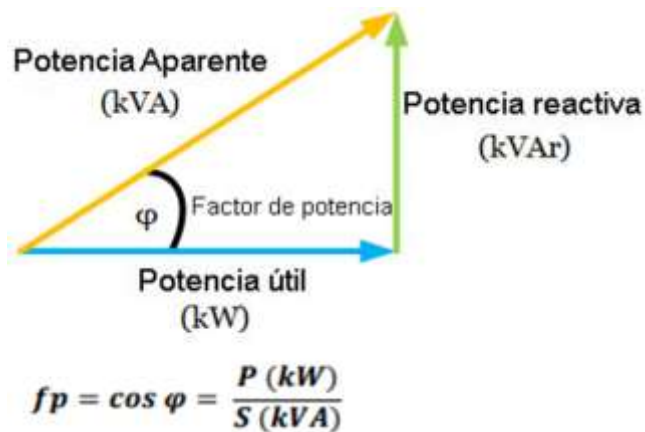


Gráfico No 11: Factor de potencia

Fuente: (Warren, 2014)

Elaborado por: El Investigador

Potencia activa

Es la potencia que representa la capacidad de un circuito para realizar una transformación de la energía en trabajo útil.

Potencia reactiva

Es la potencia consumida por los circuitos de corriente alterna con cargas reactivas. No produce trabajo útil, pero se encarga de producir los campos magnéticos en los enrollamientos de algunos dispositivos como transformadores y motores.

Potencia aparente

La potencia aparente en un circuito eléctrico de corriente alterna, es la sumatoria de la energía que disipa dicho circuito durante un periodo tiempo en forma de calor o trabajo, y la energía utilizada para la formación de los campos eléctricos y magnéticos de sus componentes.

Tipos de transformadores

Transformadores de distribución

En un sistema eléctrico existen transformadores que permiten elevar o reducir las magnitudes eléctricas como el voltaje y la corriente. Los transformadores de distribución permiten disminuir los niveles de medio voltaje para la aplicación industrial, comercial y residencial. Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2004), los transformadores de distribución van hasta 500kVA y 34,5kV. Estos transformadores se conectan de acuerdo a las características del sistema. Estos pueden ser monofásicos, bifásicos, trifásicos, de potencial y de corriente.



Gráfico No 12: Transformador de distribución

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Transformadores monofásicos

Un transformador monofásico es una máquina eléctrica diseñada para transferir corriente alterna o tensión de un circuito eléctrico a otro. Este dispositivo fue diseñado para subir o bajar las tensiones en un sistema, red o instalación eléctrica.

Está constituido por un devanado en el lado primario y otro devanado en el secundario. Su principio de funcionamiento se basa en la acción mutua entre fenómenos eléctricos y magnéticos, y no contienen partes móviles.



Gráfico No 13: Conexión de transformador monofásico
Fuente: (Pérez P. , 2008)
Elaborado por: El Investigador

Transformadores trifásicos

Un transformador trifásico se compone de tres devanados primarios y secundarios monofásicos en un solo núcleo. Con los transformadores trifásicos se consigue una gran economía, tanto en costo como en espacio ocupado, si se utiliza un solo transformador trifásico en lugar de tres monofásicos.

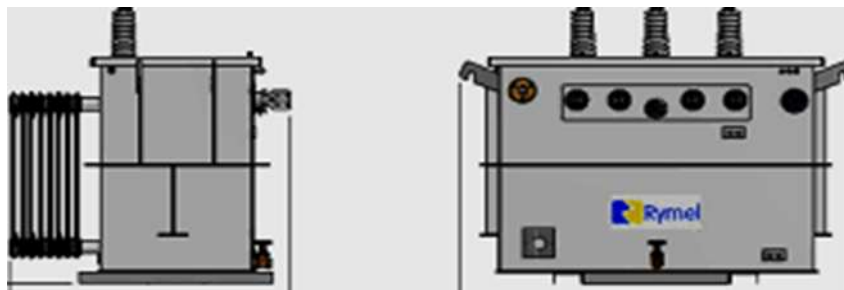


Gráfico No 14: Transformador trifásico
Fuente: (Warren, 2014)
Elaborado por: El Investigador

Transformador convencional

De acuerdo con lo extraído en la página web de Magnetron (2015), los transformadores de distribución tipo convencionales son los que se utilizan, en intemperie o en interiores, para distribución de energía eléctrica en media tensión. Estos equipos son diseñados para convertir el voltaje de media tensión a baja

tensión o viceversa, y normalmente son usados para cargas de servicios residenciales y comerciales. La mayoría de los transformadores convencionales están diseñados para montaje sobre postes. Sin embargo algunos se construyen para montaje tipo subestación. Este tipo de transformador no tiene ningún accesorio de protección. Por lo tanto, los pararrayos y protecciones contra sobre-tensión y sobrecarga deben ser suministrados por el comprador.

Transformador auto-protegido

De acuerdo con lo extraído en el sitio web de Magnetron (2015), un transformador auto protegido comprende, desde su etapa de diseño, elementos de protección contra sobretensiones, sobrecargas y elementos para aislarlo de la red en caso de fallas internas o externas.



Gráfico No 15: Transformador auto-protegido

Fuente: (Warren, 2014)

Elaborado por: El Investigador

Transformador de pedestal

El transformador de tipo pedestal se encuentra dentro de un gabinete, generalmente ubicado a la intemperie, con terminales de media tensión de frente, provisto de puertas con cerraduras. Magnetron (2015), indica que los transformadores tipo de pedestal son utilizados en sistemas de distribución subterránea, aptos para aplicaciones residenciales, sitios turísticos, hoteles, edificios, entre otros, ya que

cuentan con compartimientos sellados y con seguridades tanto para alta como para baja tensión, lo cual hace que su funcionamiento sea seguro, previniendo posibles accidentes al público.



Gráfico No 16: Transformador de pedestal

Fuente: (Warren, 2014)

Elaborado por: El Investigador

Todos estos conceptos y elementos hasta este punto definidos, son insumos esenciales para cumplir los objetivos del presente proyecto. Para llevar a cabo este propósito se desarrollarán los siguientes pasos:

Inventario energético

Se realizará inventarios eléctricos dentro del Campus de la UTI sede Quito; con ellos se determinará la carga máxima y la potencia de trabajo de los generadores de mayor consumo de energía eléctrica, especificando los pisos, ambientes y áreas donde se encuentran.

Estimación de la potencia individual de los elementos de consumo

Para determinar la potencia en watts de los elementos de consumo eléctrico, se tomará en cuenta las placas de características informativas de equipos, lámparas y máquinas, para proceder al cálculo de potencia utilizando la siguiente fórmula:

$$P = V \times I \quad (3)$$

Donde:

P es la potencia a determinar

V el voltaje

I la corriente en amperios que se encuentran en las placas informativas de cada aparato (Sobrevila & Farina, 2007).

Levantamiento eléctrico

El levantamiento de cargas eléctricas en una industria, edificio, vivienda o institución consiste en cuantificar todos los equipos consumidores de energía eléctrica y anotar la demanda eléctrica que la placa de datos especifica. El censo o levantamiento de cargas se lleva a cabo por cada uno de los edificios a analizar. Para conocer el comportamiento energético de los edificios o bloques de la universidad, es necesario llevar a cabo mediciones de parámetros eléctricos en los circuitos de alimentación eléctrica y analizar toda esa información para obtener el valor de carga y consumo eléctrico.

Se debe tener en cuenta el deterioro de las instalaciones eléctricas, debido a posibles deficiencias tales como: fugas de energía, pérdidas de aislamiento, aumento de la carga demandada y sus consecuencias en el consumo, y consecuentemente en la facturación, operación inadecuada de interruptores, deterioro de equipos, entre otros.

Análisis de información

Una vez terminada la etapa de medición y recopilación de información, se procede al análisis con base en las normas oficiales, para verificar su cumplimiento conforme a los procesos de evaluación de tablas y cálculos correspondientes. De la información recabada y la medición de parámetros eléctricos se identificará la demanda máxima y el consumo estimado mensual.

El levantamiento de datos mediante la medición de parámetros eléctricos es la etapa de mayor importancia para el buen desarrollo de la investigación, debido a que las siguientes etapas están fundamentadas en ella.

Con el levantamiento eléctrico se identificarán los circuitos o tableros que están destinados en la red eléctrica interna para conectar un equipo de medición de parámetros eléctricos, comprobando las estimaciones teóricas.

Diagnóstico energético

El mayor consumo de energía eléctrica en viviendas, edificios, instituciones o industrias representa una importante oportunidad para el ahorro energético y la reducción del impacto ambiental. El continuo incremento de cargas en las instalaciones existentes y la falta de mantenimiento adecuado, son causas del uso ineficiente de la energía en este tipo de inmuebles. Un diagnóstico energético es la aplicación en conjunto de técnicas que permiten determinar el grado de eficiencia con el que se utiliza la energía eléctrica.

Ubicación de los tableros y puntos de medición

La ubicación de las cámaras de los transformadores, circuitos de alimentación y centros de medición de la carga eléctrica, se la realizará en campo (campus UTI sede Quito), en las diferentes edificios, áreas, ambientes y bloques de aulas; además se utilizará el programa AutoCad para diagramar planos donde se pueda identificar y determinar con coordenadas X e Y en planos cartesianos, la ubicación y los puntos exactos y ambientes donde se encuentran instalados los circuitos y tableros eléctricos principales de abastecimiento y distribución de energía eléctrica en las instalaciones de la red eléctrica interna de la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Quito.

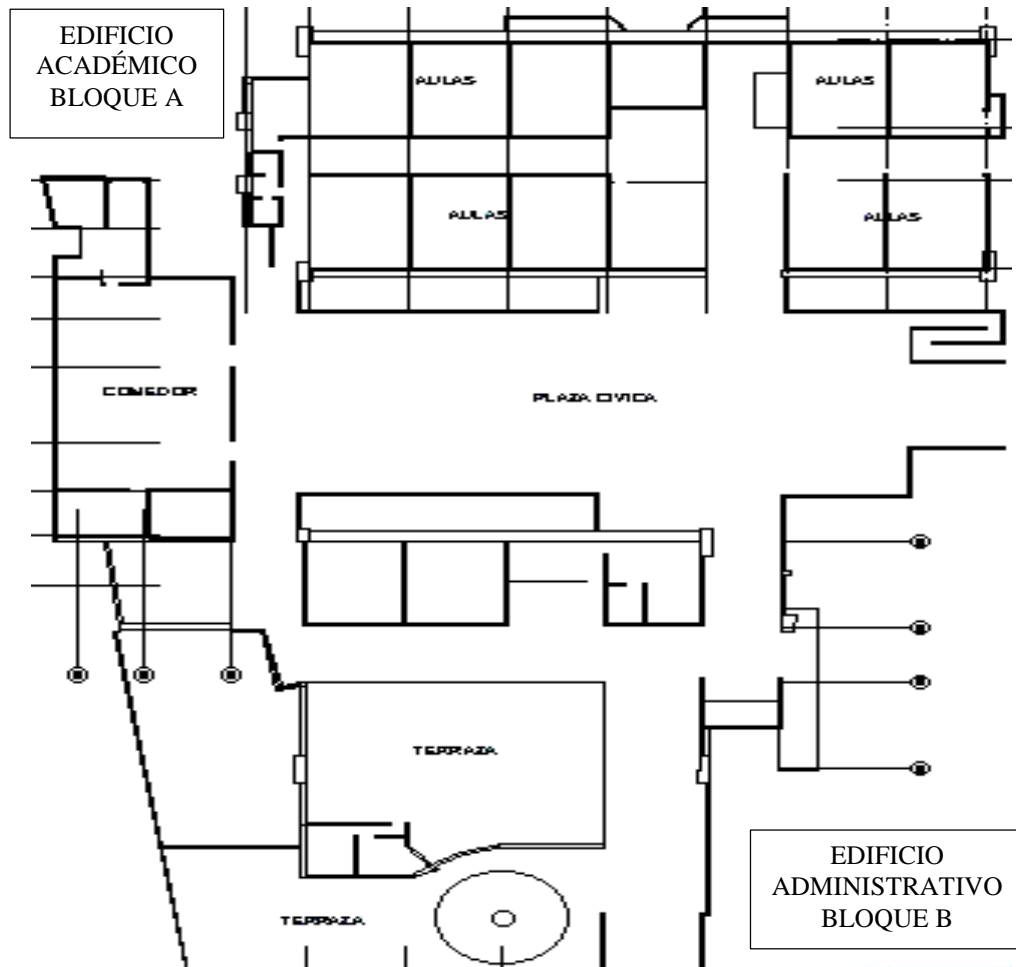


Gráfico No 17: Plano planta baja de la UTI sede Quito

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Toma de medidas

Tras determinar en sitio la ubicación exacta de los tableros eléctricos existentes en la universidad, se utilizará la pinza amperimétrica con escalas de precisión para magnitudes eléctricas, para medir la corriente de cada tablero eléctrico. La toma de lecturas y muestras se las realizarán en los meses de marzo y abril del presente año, en los cuales las diferentes áreas e instalaciones de la universidad trabajaron a plena carga en diferentes horarios y en periodos de tiempo necesarios entre 0 y 15 minutos (Empresa Eléctrica Quito, 2014), para medir los valores máximos de corriente en los tableros eléctricos de las diferentes áreas y ambientes de la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Quito. Además en la Tabla No 5 se detalla el horario para esta actividad y en Anexo No 9 se describe el equipo utilizado.

Tratamiento y tabulación de datos

Con los valores obtenidos en la etapa de medición, se procederá a tabular los datos medidos en cada tablero y ambiente de medición. Mediante este proceso, se podrá obtener y sintetizar los valores de carga y consumo máximos, con lo cual se podrá dar paso a las siguientes etapas del proceso investigativo, que consiste en el análisis de cargas eléctricas, con el cual a su vez se podrá dar paso al análisis de consumo eléctrico dentro del campus en su totalidad.

Edificio académico bloque A



Imagen No 1: Cámara de abastecimiento principal Av. Machala
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 10: Mediciones realizadas con carga en la cámara de abastecimiento principal transformador T 166075 Av. Machala.

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A(C400A)	120,8	130,2	125	128,7	122,9	130,2
B(C400A)	143,8	138,5	140,7	141,2	139	143,8
C(C400A)	89,5	97	94,2	95,9	91,4	97
C2(250A)	62,6	65,54	67,4	63,80	60,2	67,4
C3(250A)	50,9	55,6	52,3	56,3	52,1	56,3
Ground	0,950	0,653A	0,752	0,850	0,825	0,950

Fuente: El Investigador
Elaborado por: El Investigador

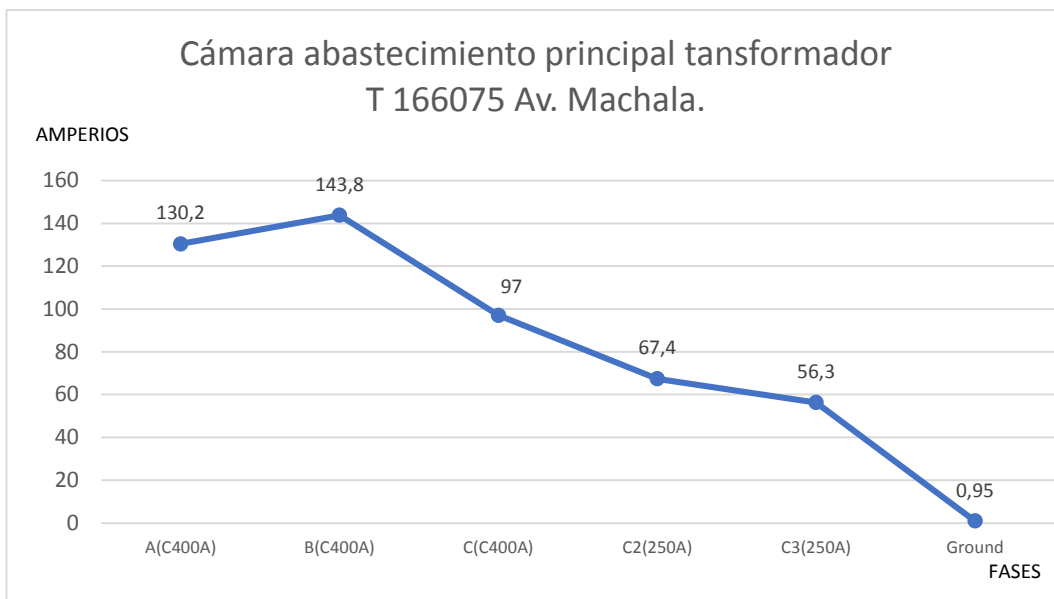


Gráfico No 18: Cámara abastecimiento T166075 Av. Machala

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

El abastecimiento principal de energía del transformador T 166075 de la Av. Machala, tiene un valor máximo de 371 A, ($130,2 \text{ A} + 143,8 \text{ A} + 97 \text{ A}$) obtenido de la sumatoria de los valores de las corrientes de cada fase ($I_t = I_1 + I_2 + I_3$) en el horario de demanda máxima en la universidad (07h00-18h00). En el Gráfico No 18 se puede apreciar los valores de corriente en cada fase, los cuales indican que no afectan a la capacidad de la red eléctrica interna de la Universidad.



Imagen No 2: Tablero de distribución edificio Bloque A

Elaborado por: El Investigador

Tabla No 11: Mediciones realizadas en el tablero de distribución edificio Bloque A

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A(315A)	82,5	89,7	86,9	84,3	86	89,7
B(315A)	64,8	67,9	70,3	68,3	69,2	70,3
C(315A)	70,2	69,8	68,7	75,6	72	75,6
Ground	0,860	0,752	0,810	0,970	0,782	0,970
C2(80A)	14,2	13,7	13,5	14,1	13,9	14,2
C3(80A)	14,8	13,9	15,9	14,9	15,6	15,9
C4(80A)	13,8	14,2	14,7	15,06	14,9	15,06
C5(80A)	15A	14,8	14,4	14,52	14,66	15
C6(160A)	7,9	7,86	8,5	8,2	8,1	8,5
C7(80A)	20,5	24,2	22,8	19,6	23,5	24,2

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

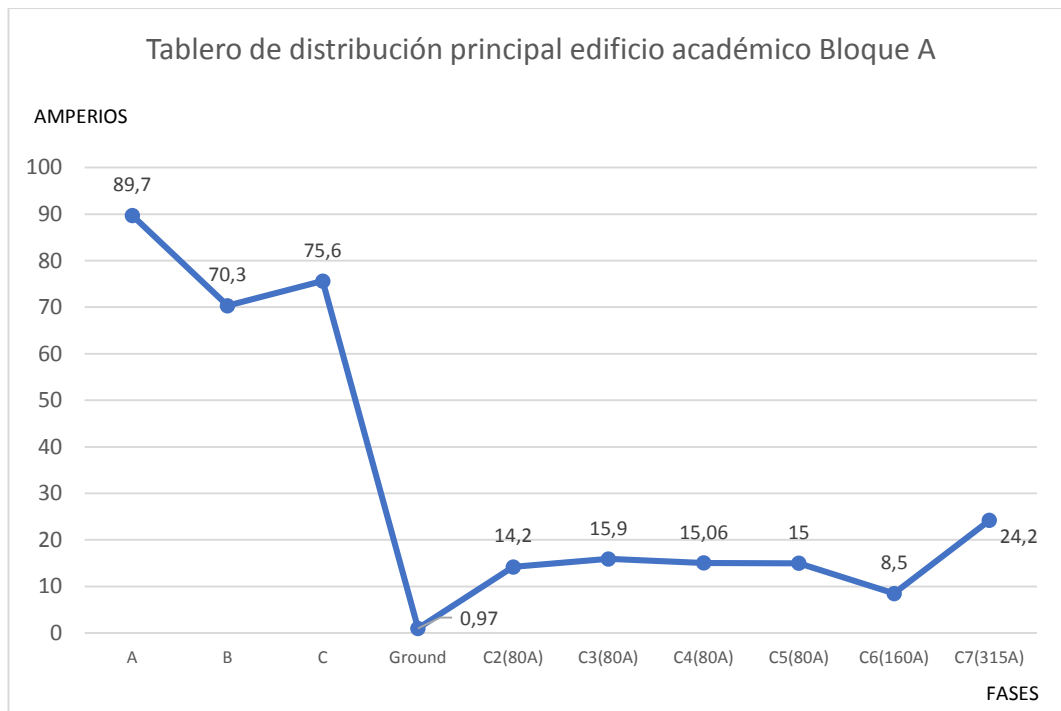


Gráfico No 19: Tablero distribución principal edificio Bloque A

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Este tablero de distribución del edificio Bloque A, abastecido por el transformador T 166075, entre los valores máximos de carga tiene: 89,7 A entre las fases principales de alimentación y 24,2 A entre las fases del ascensor, en el horario de máxima demanda de consumo en la universidad (07h00-18h00). Como se puede apreciar en el Gráfico No 19, los valores obtenidos revelan que no hay sobrecargas, por lo que no afecta a la red eléctrica interna de la Universidad.

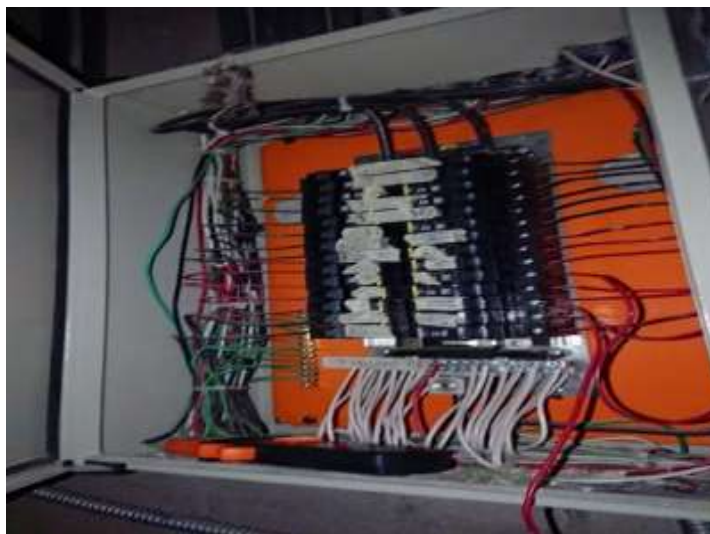


Imagen No 3: Tablero de alimentación piso 1, aulas A1-A11
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 12: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación piso 1 bloque de aulas A1-A11

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A	16,7	14,3	15,60	16,2	13,9	16,7
B	13,7	14,80	12,6	14,6	13	14,80
C	14	13,6	12,8	14,5	13,1	14,5
Ground	0,441	0,256	0,250	0,320	0,510	0,510
C1(20A)	4,11	5,20	4,50	4,90	5,10	5,20
C2(20A)	0,165	0,142	0,210	0,200	0,205	0,210
C3(20A)	4,35	3,25	3,80	4,20	4,30	4,35
C4(20A)	0,240	0,150	0,300	0,280	0,340	0,340
C5(20A)	4,13	3,8	3,3	4,5	3,75	4,5
C6(20A)	0,386	0,186	0,200	0,250	0,325	0,386
C7(20A)	1,701	1,25	2,10	2,20	2,5	2,5
C8(20A)	1,492	1,290	1,420	0,990	1,680	1,680
C9(20A)	0,373	0,540	0,280	0,460	0,260	0,540
C10(20A)	0,192	0,170	0,165	0,188	0,179	0,192
C11(20A)	0,086	0,290	0,145	0,186	0,280	0,290
C12(20A)	2,50	1,90	2,40	0,900	1,975	2,50
C13(20A)	0,166	0,120	0,140	0,190	0,188	0,190
C14(40A)	0,307	0,207	0,286	0,320	0,250	0,320
C15(20A)	4,52	5,20	5,50	4,20	5	5,50
C16(20A)	0,487	0,390	0,450	0,470	0,410	0,487
C17(20A)	5,12	4,89	4,526	5,05	5,50A	5,50
C18(20A)	4,17	3,89	4,60	4,20	3,95	4,60
C19(20A)	0,165	0,100	0,120	0,090	0,150	0,165
C20(20A)	0,050	0,120	0,080	0,70	0,125	0,125
C21(20A)	0,089	0,100	0,160	0,125	0,145	0,160
C22(20A)	0,890	0,900	0,964	0,790	0,850	0,964
C23(20A)	0,253	0,310	0,220	0,300	0,290	0,310
C24(20A)	2,25	2	2,80	1,98	2,45	2,80
C25(20A)	0,156	0,100	0,126	0,186	0,149	0,186
C26(20A)	0,431	0,390	0,400	0,420	0,358	0,431
C27(32A)	1,535	1,890	1,720	0,630	0,810	1,890

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

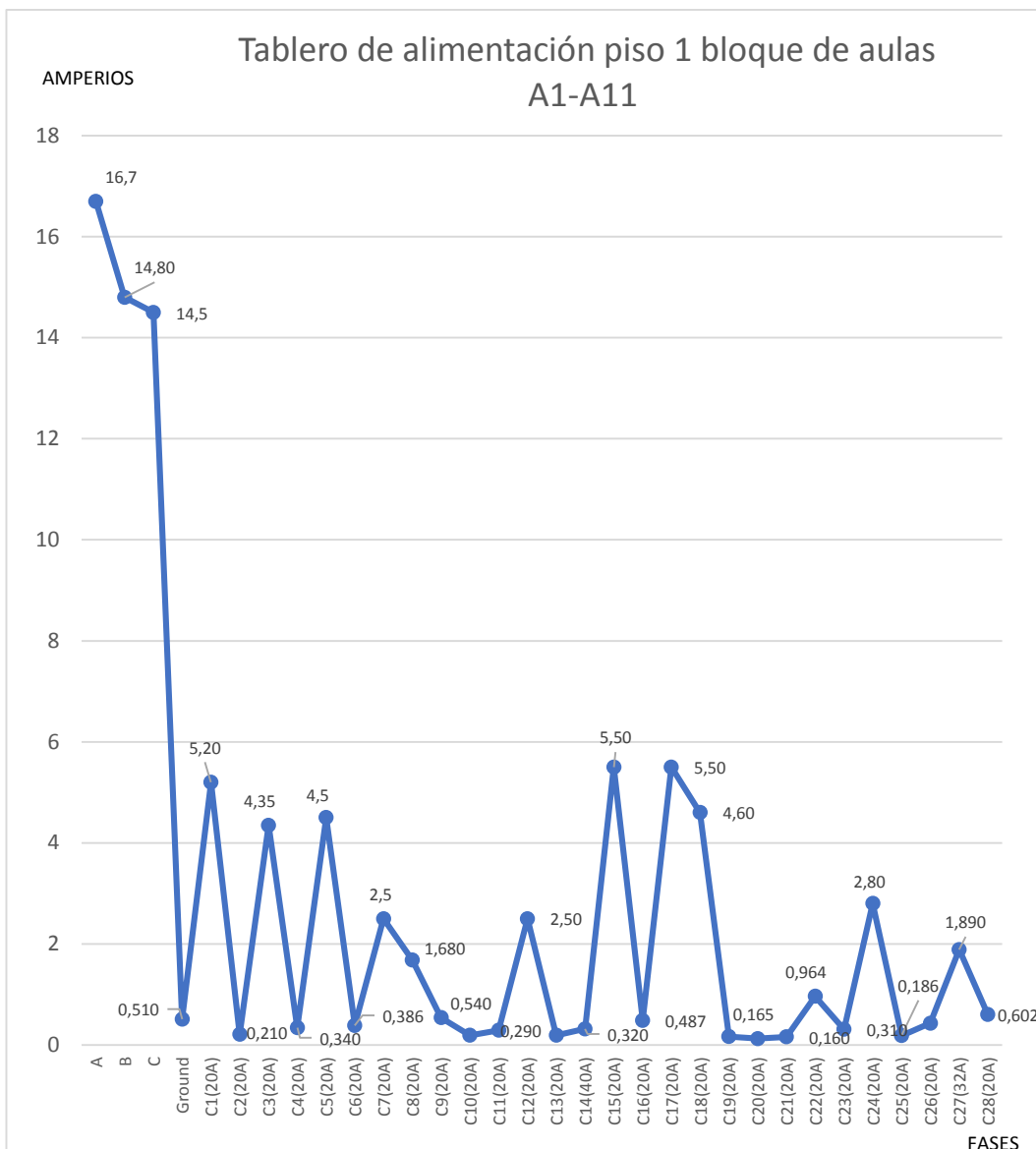


Gráfico No 20: Tablero de alimentación piso 1, aulas A1-A11

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Para el primer piso del edificio Bloque A, abastecido por el transformador T 166075 de la Av. Machala, entre los valores máximos más representativos de carga se tiene: 16,7 A para el valor más alto de las fases principales de alimentación, y 5A para la iluminación de las aulas y pasillos en el horario de máxima demanda en la universidad (07h00-18h00). En el Gráfico No 20 observa que los valores obtenidos a partir de las mediciones realizadas, se pueden considerar bajos respecto de la carga máxima que el tablero puede soportar, por lo que no afectan a la red eléctrica interna.



Imagen No 4: Tablero de alimentación piso 2, aulas B1-B11
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 13: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación piso 2 bloque de aulas B1-B11

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A	18,1	19,2	18,70	18,50	19,10	19,2
B	13,5	11,90	12,8	13,80	12,5	13,80
C	14,1	13,2	14,9	13,58	14,28	14,9
Ground	0,196	0,100	0,211	0,150	0,205	0,211
C1(20A)	3,8	3,40	4,2	3,78	4	4,2
C2(20A)	0,058	0,046	0,020	0,068	0,040	0,068
C3(20A)	3,70	4	4,10	4,56	3,90	4,56
C4(20A)	3,96	4,85	3,50	3,85	4,50	4,85
C5(20A)	3,52	4,10	3,80	4,05	3,40	4,10
C6(20A)	0,142	0,125	0,135	0,152	0,140	0,152
C7(20A)	1,342	1,125	1,100	1,130	1,280	1,342
C8(20A)	0,070	0,100	0,120	0,090	0,110	0,120
C9(20A)	0,086	0,058	0,090	0,105	0,095	0,105
C10(20A)	0,170	0,150	0,160	0,145	0,168	0,170
C11(20A)	0,134	0,125	0,130	0,140	0,129	0,140
C12(20A)	0,082	0,075	0,069	0,092	0,100	0,100
C13(20A)	1,621	1,520	1,320	1,450	1,600	1,621
C14(20A)	4,12	3,85	3,90	4,25	4,01	4,25
C15(20A)	3,97	3,50	3,87	4	4,15	4,15
C16(20A)	3,75	3,55	4,20	4,10	3,90	4,20
C17(20A)	3,65	3,52	3,86	4,05	3,84	4,05
C18(20A)	0,065	0,110	0,089	0,078	0,095	0,110
C19(20A)	0,109	0,080	0,125	0,075	0,099	0,125
C20(20A)	0,144	0,125	0,135	0,140	0,129	0,144
C21(20A)	3,05	2,95	3,15	3,30	3,18	3,30
C22(20A)	2,40	2	2,10	2,35	2,120	2,40
C23(20A)	0,180	0,160	0,145	0,190	0,175	0,190
C24(20A)	0,405	0,328	0,460	0,398	0,420	0,460
C25(20A)	0,988	0,780	0,910	0,856	0,820	0,988
C26(20A)	0,044	0,063	0,098	0,103	0,089	0,103

Fuente: Propia

Elaborado por: El Investigador

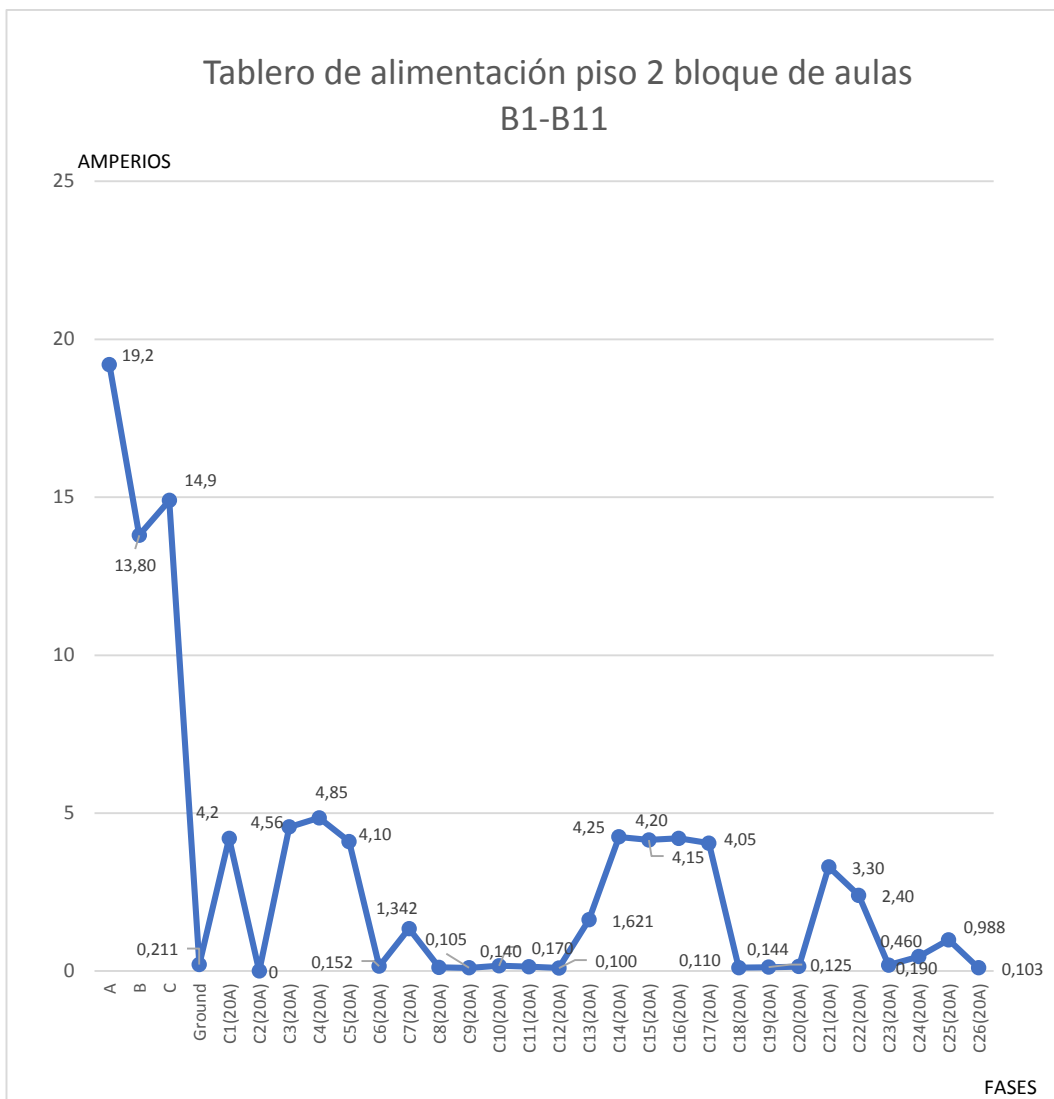


Gráfico No 21: Tablero de alimentación piso 2, aulas B1-B11

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

En este tablero de distribución de carga para el segundo piso del edificio Bloque A, abastecido por el transformador T 166075 de la Av. Machala, entre los valores máximos más representativos de carga se tiene: 19,2 A para el valor más alto de las fases principales de alimentación, y 4,85 A para la iluminación de las aulas y pasillos, en el horario de máxima demanda eléctrica en la universidad (07h00-18h00). Los valores tomados en las mediciones de este tablero, como se puede ver en el Gráfico No 21, no generan picos muy altos de carga, por lo que tampoco afectan a la red eléctrica interna de este piso.



Imagen No 5: Tablero de alimentación piso 3, aulas C1-C12

Elaborado por: El Investigador

Tabla No 14: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación piso 3 bloque de aulas C1-C12

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A	17,2	18	17,8	19,5	20	20
B	7,8	9,50	10,1	8,40	9,80	10,1
C	1,9	2,5	2,84	2	2,64	2,84
Ground	0,986	0,762	0,890	0,920	0,950	0,98
C1(20A)	0,125	0,100	0,098	0,110	0,150	0,150
C2(20A)	0,108	0,140	0,120	0,098	0,115	0,140
C3(20A)	0,165	0,145	0,140	0,138	0,155	0,165
C4(20A)	0,143	0,140	0,158	0,138	0,130	0,158
C5(20A)	0,162	0,150	0,152	0,145	0,160	0,162
C6(20A)	0,704	0,658	0,680	0,610	0,690	0,704
C7(20A)	14,9	14	13,9	14,50	13,8	14,9
C8(20A)	0,659	0,620	0,649	0,630	0,615	0,659
C9(20A)	0,669	0,600	0,648	0,620	0,690	0,690
C10(20A)	0,640	0,710	0,680	0,700	0,698	0,710
C11(20A)	0,566	0,640	0,520	0,620	0,600	0,640
C12(20A)	0,186	0,220	0,198	0,200	0,210	0,210
C13(20A)	2,3	2	2,6	2,4	2,55	2,6
C14(20A)	0,345	0,245	0,290	0,350	0,310	0,350
C15(20A)	0,147	0,150	0,132	0,140	0,138	0,150
C16(20A)	0,305	0,245	0,320	0,290	0,300	0,320
C17(20A)	3,90	3,75	3,80	3,92	3,85	3,92
C18(20A)	4,1	3,95	4	3,89	3,90	4,1
C19(20A)	0,524	0,510	0,498	0,560	0,530	0,560
C20(20A)	9,856	9,460	9,5	9,76	9,90	9,90
C21(20A)	0,490	0,498	0,512	0,480	0,505	0,512
C22(20A)	0,245	0,220	0,260	0,252	0,238	0,260
C23(20A)	0,380	0,375	0,364	0,342	0,369	0,380
C24(20A)	0,305	0,290	0,288	0,315	0,300	0,315
C25(20A)	0,427	0,400	0,415	0,410	0,430	0,430
C26(32A)	0,830	0,780	0,820	0,798	0,835	0,835
C27(20A)	0,091	0,022	0,078	0,082	0,089	0,091

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

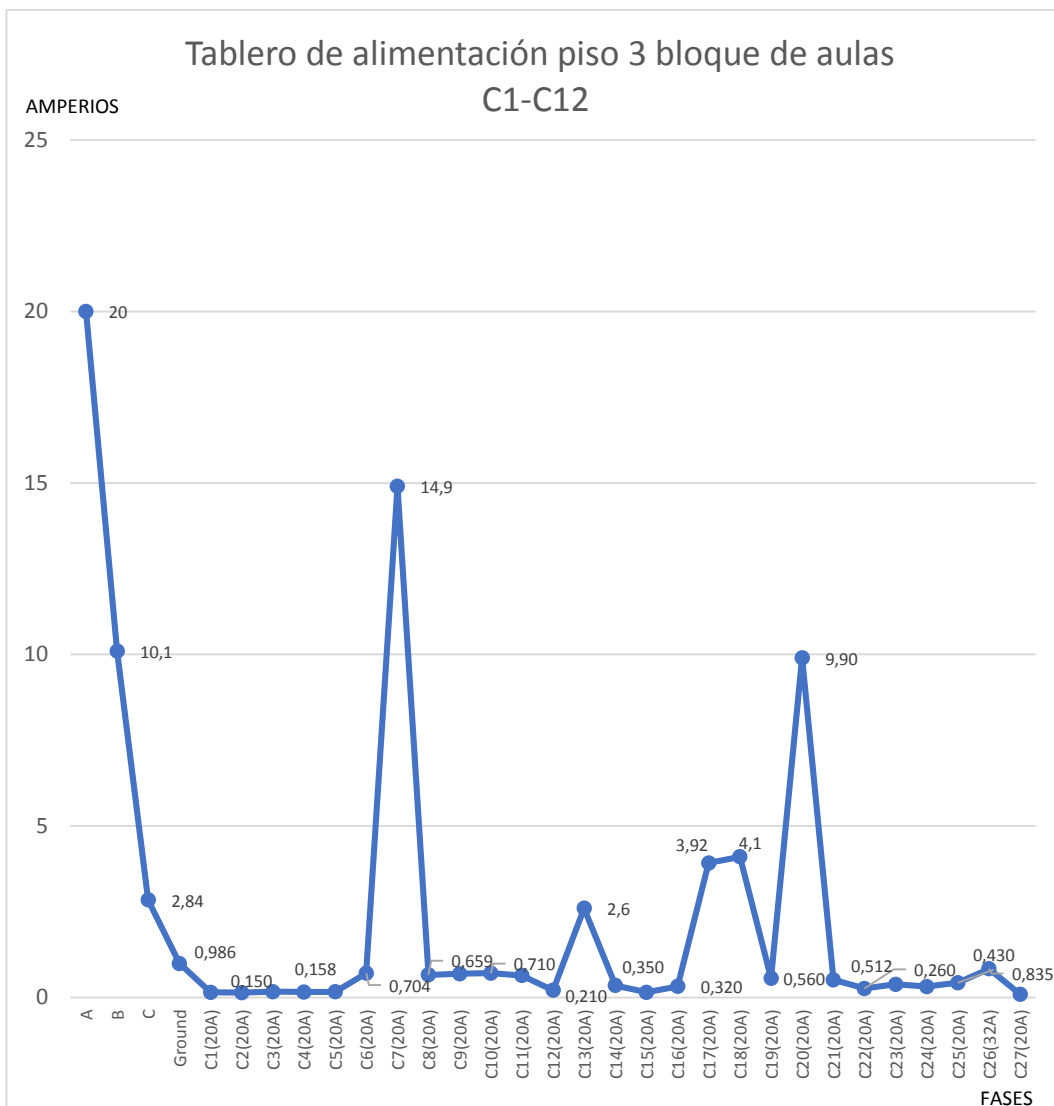


Gráfico No 22: Tablero de alimentación piso 3, aulas C1-C12
Fuente: El Investigador
Elaborado por: El Investigador

Para el tercer piso del edificio Bloque A, abastecido por el transformador T 166075 de la Av. Machala, entre los valores máximos más representativos de carga se tiene: 20 A para el valor más alto entre las fases principales de alimentación, y 14,9 A para la iluminación de aulas y pasillos, en el horario de máxima demanda eléctrica en la universidad (07h00-18h00). En este piso se puede observar que existen valores más altos en ciertos periodos de tiempo, en especial dentro de la fase que corresponde a iluminación, como expone el Gráfico No 22. Sin embargo, estos picos no sobrepasan la carga máxima que el tablero puede soportar, por lo que tampoco generan afectación a la red eléctrica interna de este piso.



Imagen No 6: Tablero de alimentación piso 4, aulas D1-D8

Elaborado por: El Investigador

Tabla No 15: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación piso 4: Consejo Académico, bloque de aulas D1-D8

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A	3,2	3,5	2,9	3,15	3,45	3,5
B	6,2	6,5	5,9	6,45	5,98	6,5
C	9,1	8,5	8,7	9,2	8,6	9,2
Ground	0,405	0,380	0,410	0,390	0,379	0,410
C1(20A)	0,704	0,715	0,720	0,780	0,810	0,80
C2(20A)	0,090	0,078	0,092	0,08	0,089	0,092
C3(20A)	0,125	0,110	0,140	0,135	0,129	0,140
C4(20A)	0,084	0,075	0,080	0,070	0,090	0,090
C5(20A)	3,59	3,75	4,10	3,68	4,06	4,10
C6(20A)	0,215	0,250	0,195	0,220	0,240	0,250
C7(20A)	0,137	0,100	0,15	0,110	0,140	0,153
C8(20A)	0,083	0,06	0,07	0,07	0,080	0,083
C9(20A)	2,60	2,75	3,22	2,88	2,99	3,22
C10(20A)	3,40	3,15	3,50	3,05	0,35	3,50
C11(20A)	4,40	4,15	3,99	4,25	4,30	4,40
C12(20A)	2,15	2,45	2,25	2,50	2,30	2,50
C13(40A)	0,136	0,125	0,110	0,115	0,145	0,145
C14(20A)	0,160	0,175	0,155	0,165	0,170	0,175
C15(20A)	0,209	0,182	0,196	0,200	0,215	0,215
C16(20A)	0,089	0,079	0,085	0,095	0,075	0,095
C17(20A)	0,203	0,215	0,190	0,195	0,188	0,215
C18(20A)	0,136	0,115	0,110	0,125	0,120	0,125
C19(20A)	3,80	4,2	3,92	3,88	4,45	4,45
C20(20A)	0,208	0,200	0,245	0,238	0,225	0,238
C21(20A)	0,268	0,243	0,260	0,250	0,240	0,268
C22(20A)	3,41	3,89	3,25	4,12	3,78	4,12
C23(20A)	0,371	0,345	0,360	0,368	0,380	0,380
C24(20A)	0,350	0,330	0,360	0,345	0,310	0,360
C25(40A)	0,220	0,210	0,245	0,200	0,250	0,250
C26(20A)	0,341	0,321	0,350	0,360	0,330	0,360
C27(32A)	0,998	0,977	0,980	0,968	0,990	0,998
C28(20A)	1,87	2,30	2,10	1,90	2,20	2,30

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

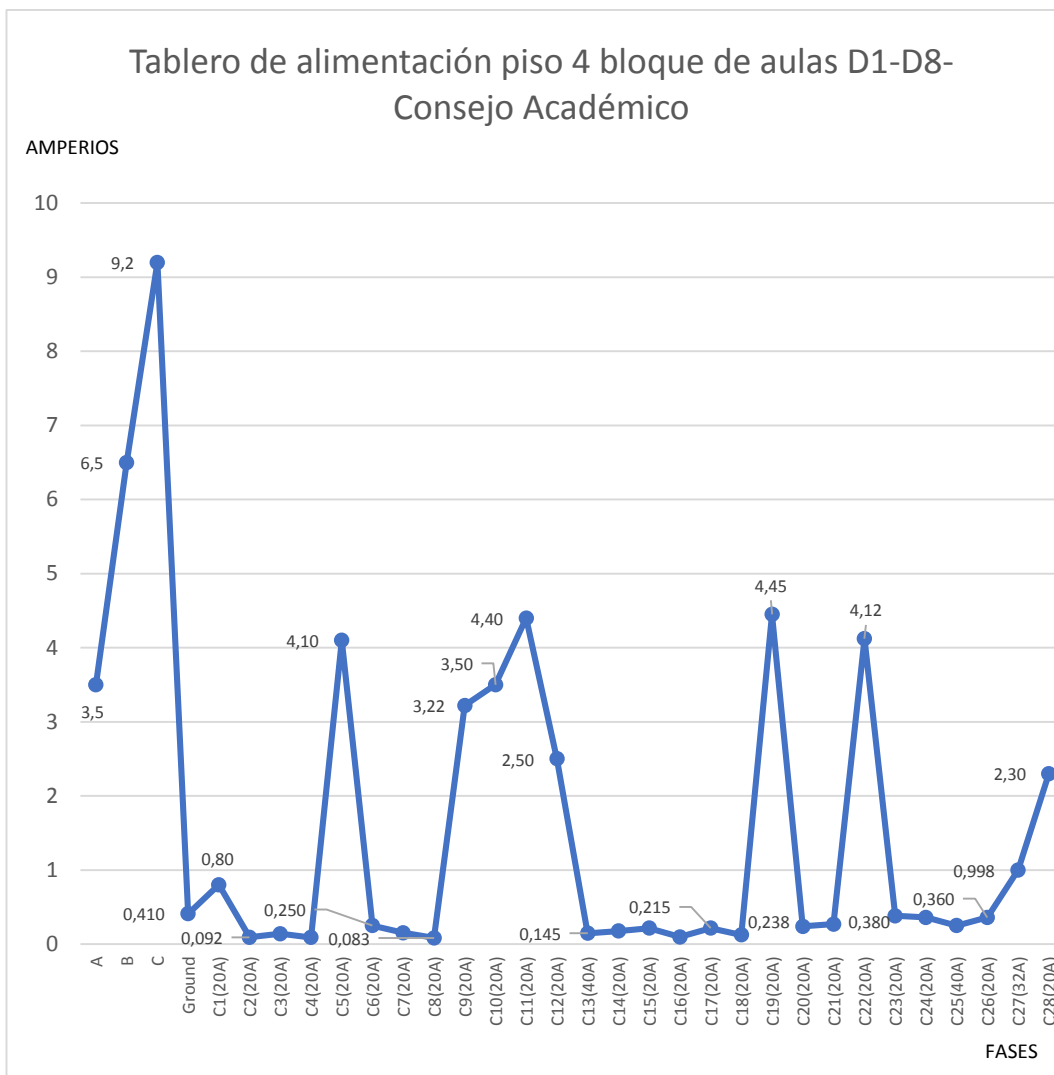


Gráfico No 23: Tablero de alimentación piso 4, aulas D1-D8
Fuente: El Investigador
Elaborado por: El Investigador

En el cuarto piso del edificio Bloque A, abastecido por el transformador T 166075 de la Av. Machala, entre los valores máximos más representativos de carga se tiene: 9,2 A para el valor más alto de las fases principales de alimentación, y 4,45 A para la iluminación de aulas y pasillos, en el horario de máxima demanda en la universidad (07h00-18h00). Las mediciones tomadas en este tablero, como se puede ver en el Gráfico No 23, no generan picos ni sobrecargas que afecten a la red eléctrica interna de este piso.

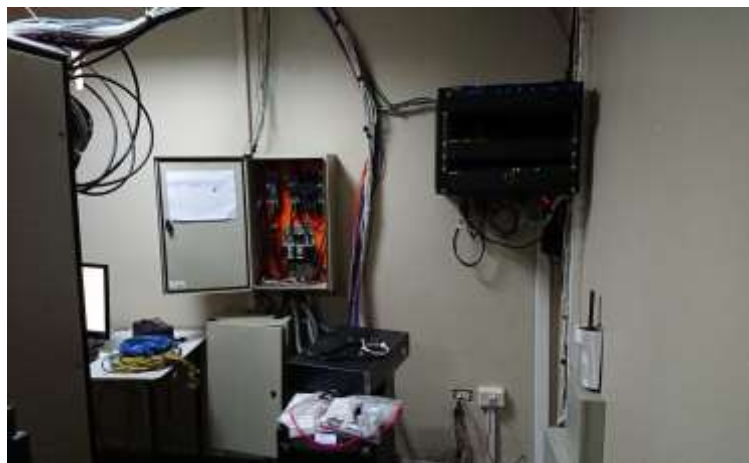


Imagen No 7: Tablero de abastecimiento principal Data Center
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 16: Mediciones realizadas con carga en tablero de abastecimiento principal Data Center-CCTV

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A C1(60A)	6,8	6,2	7,4	6,6	7,2	7,4
B C1(60A)	7,6	8,7	9,4	8,4	9	9,4
Ground	0,108	0,098	0,086	0,0100	0,092	0,108
C2(20A)	0,580	0,440	0,482	0,492	0,520	0,580
C3(60A)	7,72	8,20	7,89	8	7,92	8,20
C4(40A)	1,002	0,986	0,898	1,100	0,998	1,100
C5(20A)	2,6	2,89	2,54	2,10	2,75	2,89
C6(60A)	2,1	2,45	2,58	2	2,60	2,60
C7(20A)	0,213	0,156	0,176	0,250	0,194	0,250
FASES Y BREAKERS UPS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A	25,40	26,5	25,89	26,10	26,4	26,5
B	27,70	25,90	26,50	26,98	27	27,70
C	11,8	11,95	12,8	12,2	12,40	12,8
Ground	0,952	0,857	0,920	0,896	0,945	0,952
C1(20A)	1,52	1,82	1,98	1,77	1,63	1,98
C2(60A)	0,090	0,063	0,045	0,082	0,078	0,090
C3(40A)	0,060	0,088	0,074	0,066	0,070	0,088
C4(60A)	19,1	17,90	18,50	19,25	18,80	19,25
C5(50A)	22,3	22,82	23	23,2	22,71	23,2
C6(20A)	3,3	3,8	3,50	2,98	3,58	3,8

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

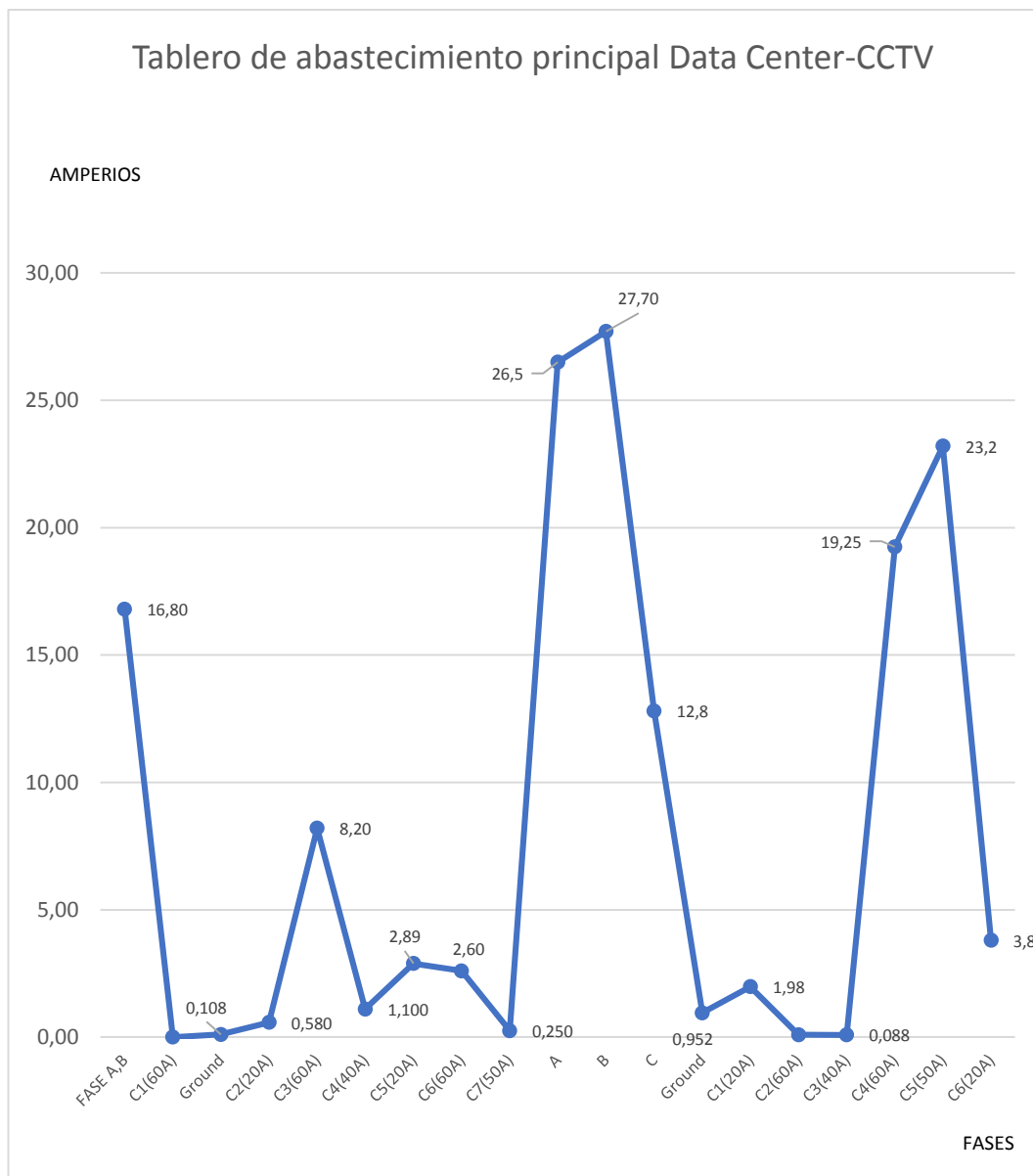


Gráfico No 24: Tablero de abastecimiento principal Data Center
Fuente: El Investigador
Elaborado por: El Investigador

En el tablero de alimentación del Data Center del edificio Bloque A, abastecido por el transformador T 166075 de la Av. Machala, se tiene 27,7 A como valor máximo de carga entre las fases del UPS, y 9,4 A como el valor más alto de carga entre las fases del aire acondicionado y servidores, en el horario de máxima demanda en el área del data center y CCTV (24 horas). El Gráfico No 24 revela que en este tablero de medición tenemos valores de corriente altos, debido a que los equipos instalados allí trabajan continuamente. Sin embargo, estos valores de corriente no afectan a la red eléctrica interna de la Universidad.



Imagen No 8: Tablero de distribución principal auditorio
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 17: Mediciones realizadas con carga en tablero de distribución principal del auditorio

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A C1(150A)	3,7	4,2	4,8	3,4	4,6	4,8
B C1(150A)	3,3	3,9	3,5	3,8	3,1	3,9
C C1(150A)	5,2	6,8	5,7	7,05	6,98	7,05
Ground	0,070	0,060	0,054	0,069	0,055	0,070
C2(100A)	5,26	4,78	4,5	5,1	4,9	5,26
C3(80A)	0,20	0,35	0,41	0,49	0,32	0,49
C4(60A)	0,36	0,41	0,30	0,38/	0,40	0,41
C5(20A)	3,67	3,58	3,45	3,60	3,70	3,70
C6(20A)	3,30	2,98	3,10	3,25	3,28	3,30
C7(20A)	0,619	0,489	0,560	0,580	0,600	0,619
C8(20A)	0,092	0,080	0,090	0,098	0,088	0,098
C9(20A)	0,089	0,075	0,096	0,082	0,090	0,096
C10(20A)	0,062	0,058	0,055	0,060	0,058	0,062
C11(20A)	0,072	0,066	0,083	0,068	0,080	0,083
C12(20A)	0,115	0,110	0,98	0,077	0,112	0,115
C13(20A)	1,002	0,98	0,89	0,95	0,82	1,002
C14(20A)	0,050	0,082	0,068	0,071	0,078	0,082
C15(20A)	0,042	0,032	0,058	0,040	0,055	0,058
C16(20A)	0,852	0,774	0,810	0,825	0,790	0,852
C17(20A)	0,163	0,125	0,110	0,180	0,0170	0,180
C18(20A)	0,200	0,264	0,225	0,252	0,220	0,264
C19(20A)	0,945	0,920	0,912	0,890	0,955	0,955
C20(20A)	0,321	0,282	0,0298	0,300	0,340	0,340

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

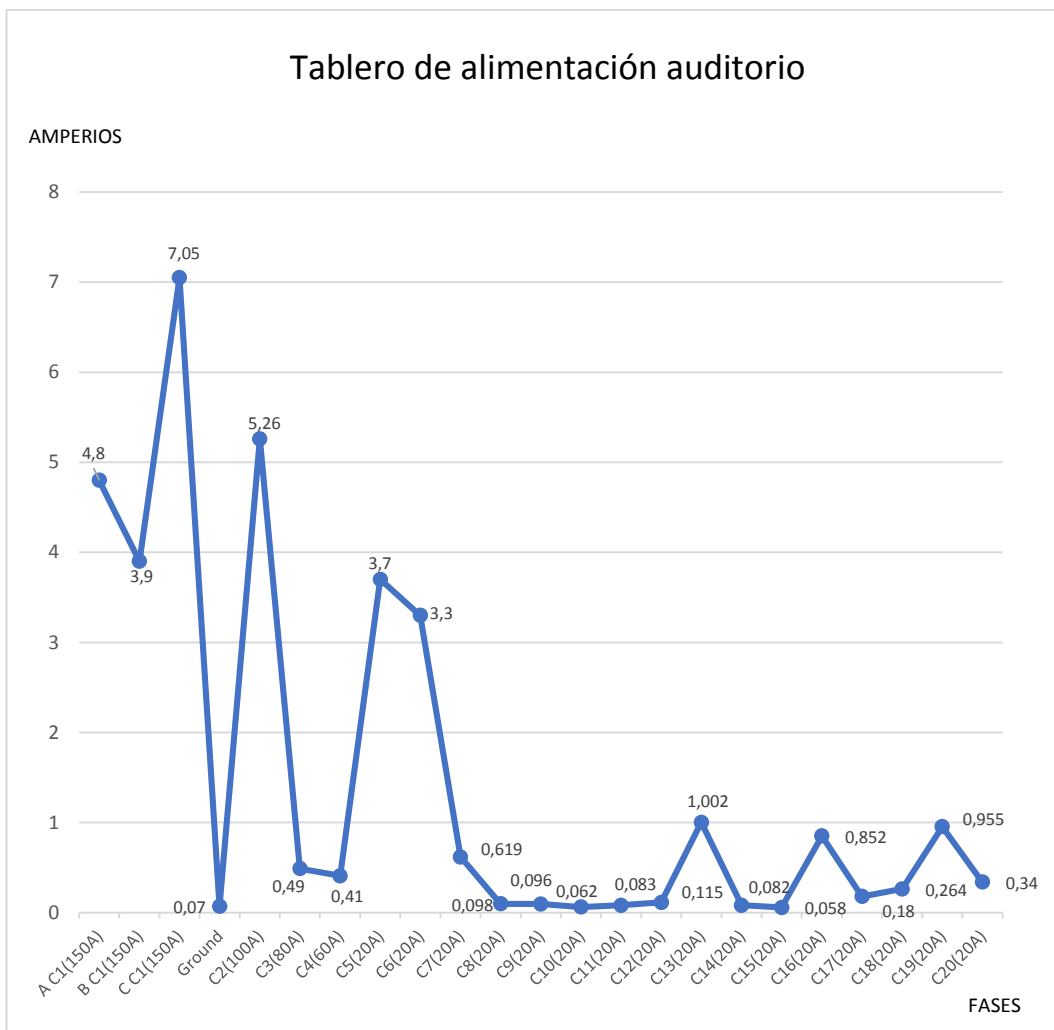


Gráfico No 25: Tablero de distribución principal auditorio

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

En el tablero de alimentación que corresponde al auditorio, entre los valores máximos más representativos de carga se tiene: 7,05 A para el valor más alto de las fases principales de alimentación, y 5,26 A para la iluminación interior y pasillos, en el horario de máxima demanda (07h00-18h00). En este tablero de medición, como se aprecia en el Gráfico No 25, los valores obtenidos son bajos, dado que el auditorio se usa con menos regularidad, para actividades académicas más ocasionales. Por tanto, estos valores no afectan a la capacidad de la red eléctrica interna de la Universidad.



Imagen No 9: Alimentación laboratorios de computación Lab1-Lab6
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 18: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación para laboratorios de computación Lab1-Lab6

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A	10,7	11,2	11,6	10,9	10,88	11,6
B	9,8	11,1	9,7	10,5	10,9	11,1
C	2,8	3	3,2	2,9	3,1	2,9
Ground	0,274	0,250	0,260	0,280	0,275	0,280
C1(20A)	6,8	6,6	6,40	6,9	6,20	6,9
C2(20A)	4,5	4,1	4,9	5,100	5,120	5,120
C3(20A)	0,266	0,276	0,300	0,289	0,260	0,300
C4(20A)	0,424	0,400	0,410	0,450	0,423	0,450
C5(20A)	5,12	5,2	4,98	5	4,78	5,2
C6(20A)	6,60	6,1	6,87	6,10	6,70	6,87
C7(20A)	5,50	5,26	4,97	5,15	5,36	5,50
C8(20A)	0,689	0,612	0,645	0,692	0,640	0,689
C9(20A)	1,1	0,98	1,63	1,25	1,54	1,63
C10(20A)	1,30	1,20	1,45	1,22	1,38	1,45
C11(20A)	3,50	4,1	3,75	3,8	4,12	4,12
C12(20A)	1,96	2,4	2,10	1,98	2,30	2,4
C13(20A)	3,42	3,22	3,52	3,60	3,30	3,60
C14(20A)	1,22	1	1,15	0,98	0,900	1,22
C15(20A)	0,409	0,402	0,520	0,472	0,462	0,520
C16(20A)	0,737	0,758	0,782	0,721	0,792	0,792
C17(20A)	1,890	1,560	1,775	1,90	1,68	1,90
C18(20A)	3,28	3,25	3,86	3,1	3,67	3,86
C19(20A)	2,40	2,2	3,1	2,80	2,98	3,1
C20(20A)	1,002	1,54	0,96	1,12	1,3	1,54
C21(20A)	2,10	1,78	1,85	2,18	2,26	2,26
C22(20A)	1,32	1,12	0,99	1,15	1,23	1,32
C23(20A)	0,338	0,310	0,410	0,380	0,368	0,410
C24(20A)	0,418	0,412	0,352	0,468	0,432	0,468
C25(20A)	0,124	0,18	0,14	0,099	0,140	0,140

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

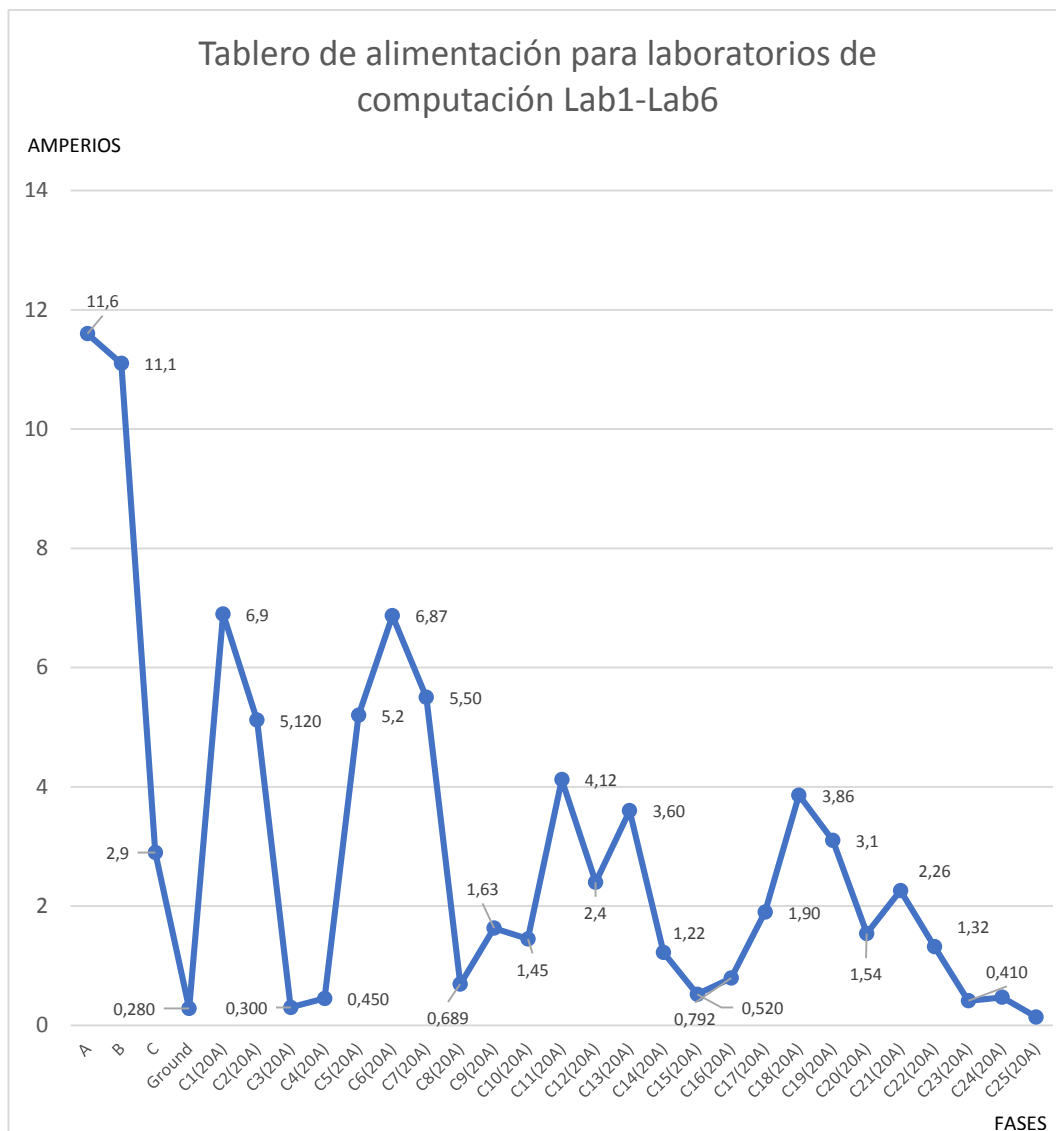


Gráfico No 26: Alimentación laboratorios de computación Lab1-Lab6
Fuente: El Investigador
Elaborado por: El Investigador

En el tablero de alimentación para los laboratorios de computación, entre los valores máximos más representativos de carga se tiene: 11,6 A para el valor más alto de las fases principales de alimentación y 6,87 A para la iluminación de aulas, pasillos y funcionamiento de computadoras, en el horario de máxima demanda en la universidad (07h00-18h00). Como se observa en el Gráfico No 26, tampoco se registró valores significativamente altos, que puedan representar sobrecargas o afectaciones a la red eléctrica interna de la Universidad.



Imagen No 10: Alim Tablero de alimentación Ingeniería Industrial
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 19: Mediciones realizadas con carga en tablero de Ingeniería Industrial

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A	82,5	90,2	85,5	87,9	89,1	90,2
B	77,40	78,40	76,60	86,5	79,8	86,5
C	68,3	66,8	70,9	69,4	67,9	70,9
Ground	1,002	0,860	0,940	1,090	0,940	1,090
C1(40A)	0,245	0,200	0,310	0,280	0,275	0,310
C2(40A)	0,134	0,150	0,125	0,145	0,140	0,150
C3(40A)	0,198	0,172	0,186	0,179	0,195	0,198
C4(40A)	0,090	0,086	0,080	0,098	0,092	0,098
C5(40A)	0,456	0,444	0,425	0,435	0,450	0,456
C6(40A)	0,288	0,270	0,279	0,282	0,291	0,291
C7(40A)	2,185	2,40	2,26	2,198	2,32	2,40
C8(40A)	0,225	0,220	0,210	0,236	0,239	0,239
C9(40A)	0,654	0,580	0,638	0,668	0,592	0,668
TORNO A C10(50A)	7,1	6,8	6,9	7	6,5	7,1
B C10(50A)	6,4	6,8	6,2	6,5	6	6,8
C C10(50A)	6,9	7,1	7,5	6,8	6,7	7,5
C11(40A)	2,20	2,80	3	3,10	2,64	3,10
C12(40A)	15,2	13,9	14,58	15,6	14,70	15,6
C13(40A)	14,5	13,2	13,8	14,8	14,2	14,8
C14(40A)	1,42	1,9	1,10	1,32	2	2
C15(40A)	1,3	1,6	2,2	1,8	1,10	2,2
C16(40A)	0,546	0,532	0,580	0,570	0,566	0,580
C17(40A)	0,263	0,176	0,182	0,230	0,250	0,263
C18(40A)	0,960	0,880	0,900	0,920	0,890	0,960
C19(40A)	5,60	6,3	5,75	5,98	6,1	6,3
SOLADORAS A C20(50A)	24,8	25,5	26,8	25,2	26	26,8
B C20(50A)	19,5	18,3	18,9	19,1	18,4	19,5
C C20(50A)	31,6	33,9	30,8	34,3	32,5	34,3

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador



Gráfico No 27: Tablero de alimentación Ingeniería Industrial
Fuente: El Investigador
Elaborado por: El Investigador

En el tablero CC1 que alimenta a los laboratorios de ingeniería industrial, entre los valores máximos de carga se tiene: 90,2 A para el valor más alto de las fases principales de alimentación; 7,5 A como valor más alto entre las fases del torno, 34,3 A como valor máximo entre las fases de las soldadoras, y la iluminación de aulas y pasillos registra un 2,4 A como valor más alto entre sus fases, en el horario de máxima demanda en la universidad (07h00-18h00). En este circuito, como se aprecia en el Gráfico No 27, los valores medidos de corriente son altos entre sus fases cuando las máquinas y equipos instalados en este ambiente, funcionan a plena carga. Sin embargo, al no ser de uso continuo o prolongado en el tiempo, no afectan a la capacidad máxima de carga de la red interna de la Universidad.

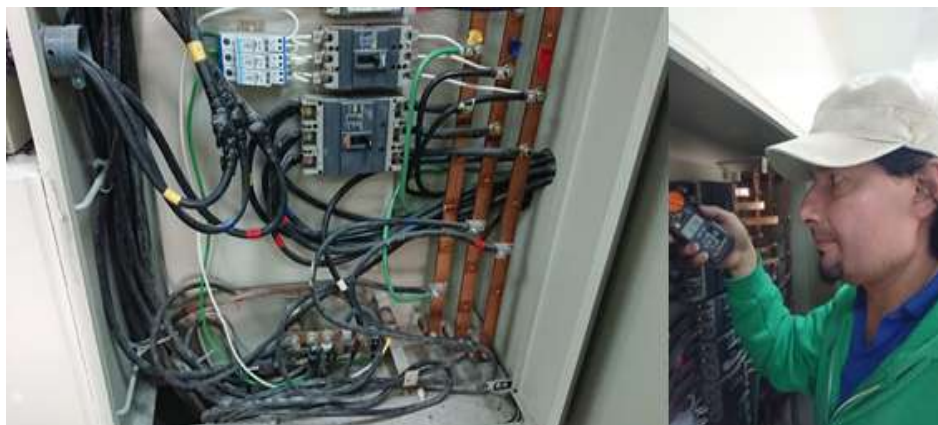


Imagen No 11: Tablero de alimentación centro de investigación y biodiversidad
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 20: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación del centro de investigación y biodiversidad

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A C1(225A)	28,5	27,6	28,8	29,4	30	30
B C1(225A)	22,6	19,8	19,2	20,7	21,2	22,6
C C1(225A)	34,5	37,4	36	34,8	35,2	37,4
Ground	0,240	0,189	0,210	0,225	0,196	0,240
C2(175A)	1,8	1,2	1,6	1,1	1,5	1,8A
C3(100A)	12,5	13,2	12,9	14	13,9	14
C4(100A)	7,25	8,83	8,25	7,86	8,44	8,83
C5(160A)	8,7	8,3	8,96	8,68	8,90	8,96
C6(40A)	2,3	2,10	2,43	2,18	2,36	2,43
C7(40A)	0,845	0,780	0,830	0,890	0,796	0,890
C8(20A)	4,25	3,94	4,12	4,58	4,30	4,58
C9(20A)	0,309	0,270	0,396	0,294	0,358	0,396
C10(20A)	5,04	4,89	4,93	4,78	5,5	5,5
C11(20A)	10,1	11,6	10,45	11,2	11,9	11,9
C12(20A)	0,288	0,192	0,264	0,210	0,280	0,288
C13(20A)	0,090	0,085	0,096	0,080	0,079	0,096
C14(20A)	0,529	0,482	0,610	0,589	0,680	0,680
C15(20A)	0,060	0,048	0,056	0,075	0,072	0,075
C16(20A)	1,25	1,45	1,50	1,35	1,29	1,50
C17(32A)	0,360	0,340	0,355	0,370	0,365	0,370
C18(20A)	0,280	0,196	0,225	0,270	0,286	0,286
C19(20A)	0,680	0,600	0,720	0,620	0,640	0,720
C20(20A)	0,045	0,035	0,042	0,029	0,038	0,045
C21(20A)	3,2	3,35	2,96	3,5	3	3,5
C22(20A)	0,586	0,510	0,596	0,550	0,570	0,596
C23(20A)	0,370	0,320	0,360	0,386	0,390	0,390
C24(20A)	0,290	0,245	0,310	0,268	0,282	0,310
C25(20A)	0,686	0,725	0,645	0,693	0,710	0,725

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

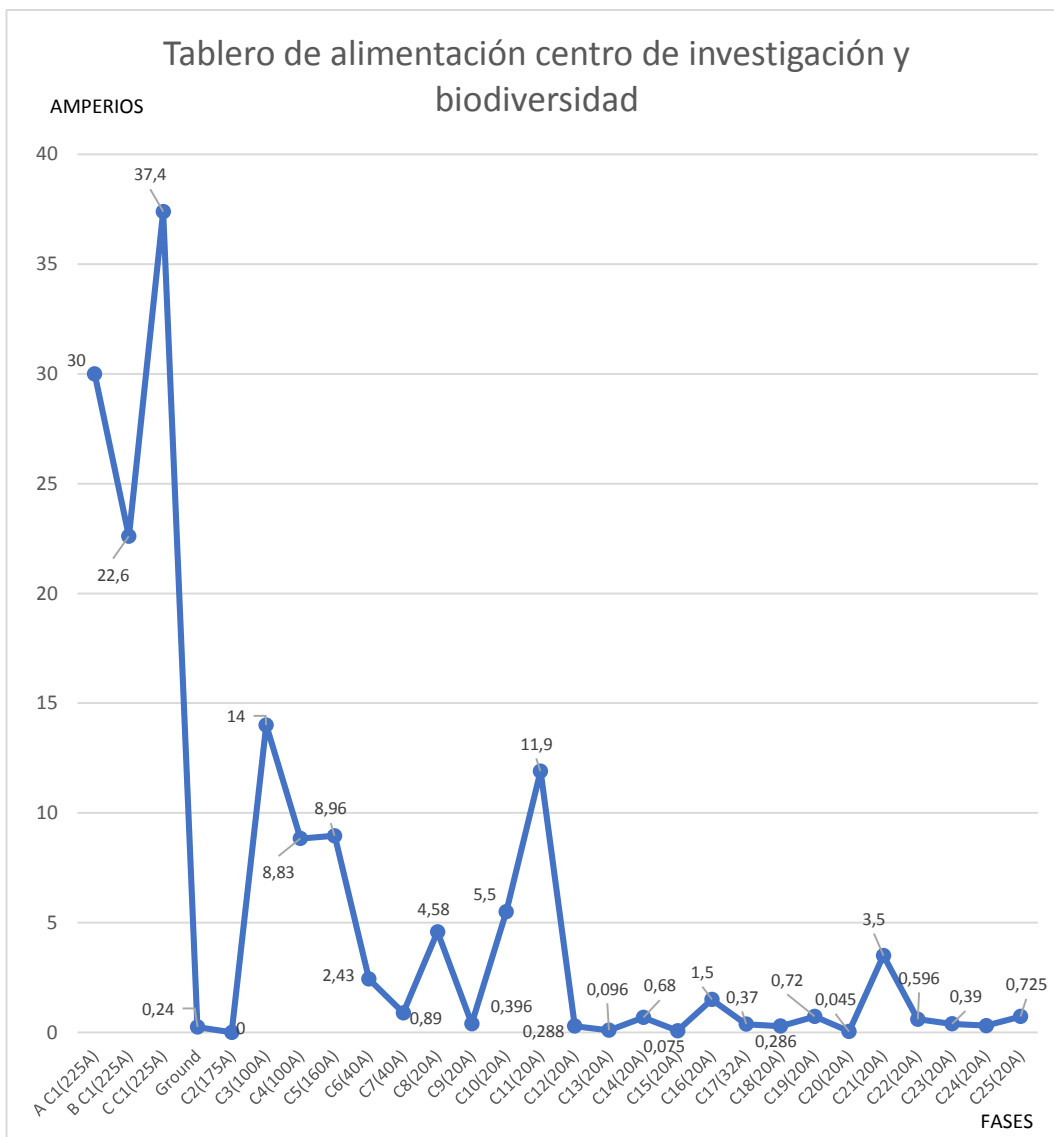


Gráfico No 28: Tablero de alimentación Investigación y biodiversidad

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

El abastecimiento eléctrico proporcionado para el centro de investigación y biodiversidad, entre los valores máximos de carga tiene: 37,4 A para el valor más alto de las fases principales de alimentación; 11,9 A para el enfriador y equipos instalados; y 5,5 A para la iluminación de aulas y pasillos, en el horario de máxima demanda de la universidad (07h00-18h00). Como indica el Gráfico No 28, en este ambiente los valores de corriente medidos entre sus fases y en los circuitos que alimentan a los equipos instalados en este laboratorio, no afectan a la red eléctrica de la Universidad, ya que no son de uso continuo, a excepción del enfriador de muestras, al cual corresponde el registro de los valores más altos.

Edificio administrativo bloque B



Imagen No 12: Cámara de abastecimiento principal T38355 Av. Sabanilla
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 21: Mediciones realizadas con carga en cámara de abastecimiento principal transformador T 38355 Av. Sabanilla

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A C1(400A)	82,1	80,5	87,6	88,7	84,5	88,7
B C1(400A)	78,5	71,6	76,4	80,2	73,9	80,2
C C1(400A)	100,6	112,5	118,6	124,1	120,9	124,1
Ground	1,120	1,058	1,086	1,100	1,078	1,120
C2(100A)	3,52	3,18	3,25	3,60	3,45	3,60
A C3(250A)	70,2	73,1	76,8	79,3	75,6	79,3
B C3(250A)	65,3	62,8	66,4	68,1	64,7	68,1
C C3(250A)	79,5	85,7	88,7	86,9	90,6	90,6

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

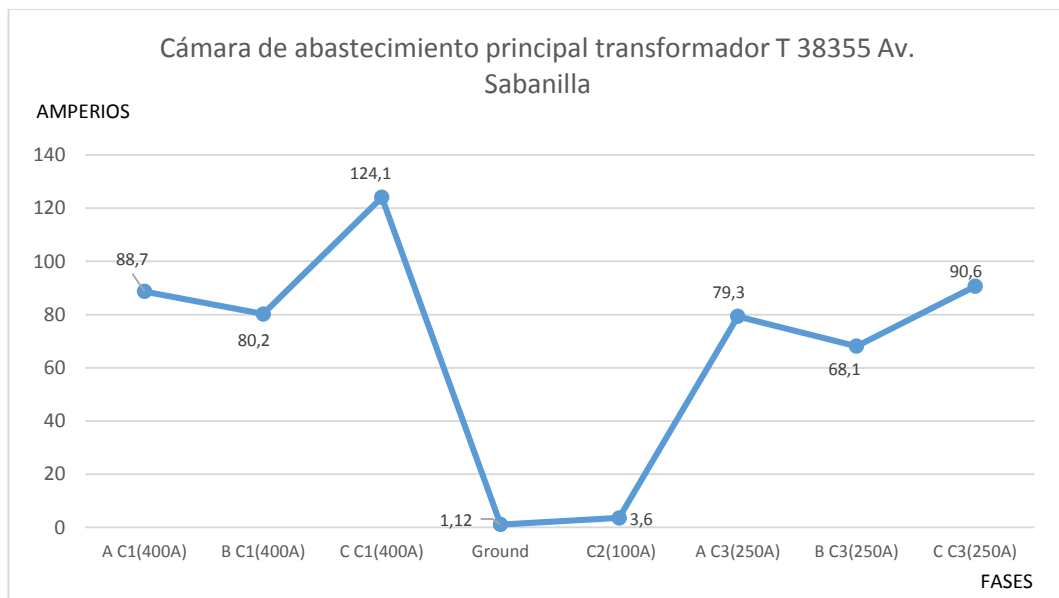


Gráfico No 29: Tablero abastecimiento principal T38355 Av. Sabanilla

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

En lo que respecta al abastecimiento principal de energía del transformador T 38355, ubicado en la Av. Sabanilla, registra un valor máximo de carga de 293 A (88,7 A + 80,2 A + 124,1 A) en el horario de máxima demanda en la universidad, que va 07h00 a 18h00. En el Gráfico No 29 se puede apreciar los valores máximos de corriente en cada fase al momento de la medición, los cuales indican que no hay afectación a la capacidad de la red eléctrica interna de la Universidad.



Imagen No 13: Tablero de distribución principal edificio 1
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 22: Mediciones realizadas con carga en tablero de distribución principal edificio Bloque B, Av. Sabanilla

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx (A)
A	92,8	93,1	94,2	91,2	94	94,2
B	102,6	100,8	99,8	101,4	101,9	102,6
C	94,4	95,6	94,83	95,9	96,2	96,2
Ground	0,180	0,212	0,218	0,190	0,240	0,240
C1(80A)	12,9	12,3	13,4	13,9	12,8	13,9
C2(100A)	46,3	45,1	45,82	46,10	46,9	46,9
C3(80A)	20,89	19,2	20,56	19,8	20,10	20,89
C4(80A)	53	51,5	52,8	51	53,4	53,4
C5(80A)	55,8	53,4	56,7	54,4	54	56,7
C6(80A)	54,9	57,2	56,8	55,3	55,9	57,2
C7(80A)	51,6	53,8	52,9	53,6	52,6	53,8
C8(100A)	3,4	3,1	4,1	3,56	3,76	4,1
C9(20A)	1,982	1,880	2,1	1,890	2	2,1
C10(20A)	0,420	0,380	0,320	0,440	0,450	0,450
C11(20A)	0,062	0,052	0,086	0,075	0,070	0,086
C12(20A)	0,075	0,045	0,052	0,070	0,048	0,075
C13(20A)	0,085	0,098	0,079	0,082	0,090	0,098
C14(20A)	1,350	1,21	1,31	1,28	1,38	1,38
C15(20A)	0,624	0,600	0,635	0,615	0,608	0,635
C16(20A)	0,070	0,069	0,0782	0,076	0,064	0,0782
C17(20A)	0,050	0,039	0,048	0,045	0,058	0,058
C18(20A)	0,120	0,105	0,135	0,128	0,115	0,135
C19(20A)	0,300	0,420	0,356	0,380	0,348	0,420
C20(40A)	1,450	1,905	2,3	2,8	1,88	2,8
C21(32A)	0,920	0,828	0,890	0,950	0,940	0,950

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

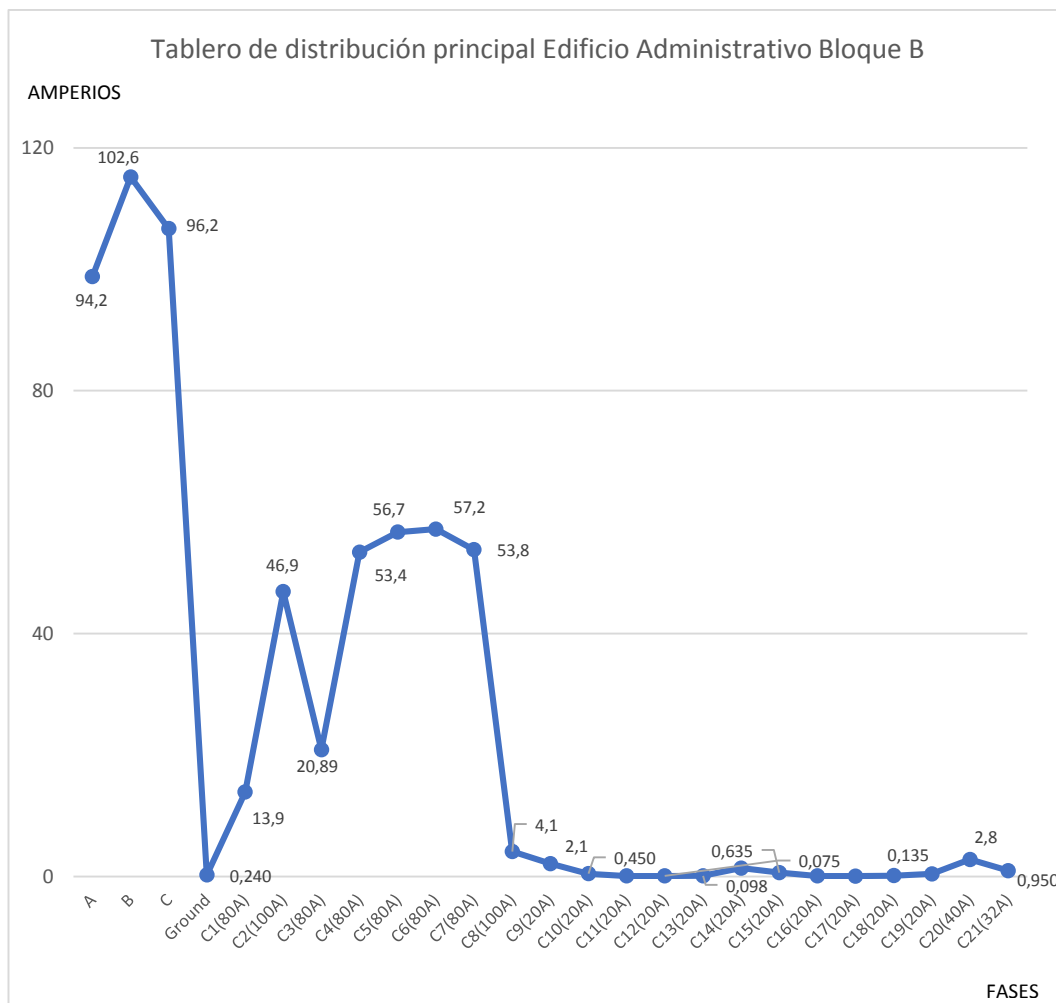


Gráfico No 30: Tablero de distribución principal edificio 1

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

En este tablero de distribución de carga principal para el edificio Bloque B, abastecido por el transformador T 38375 de la Av. Sabanilla, entre los valores máximos más representativos de carga registra: 102,6 A entre las fases principales de distribución, y 57,2 A entre las fases de alimentación para el primer piso, que incluyen iluminación, equipos multimedia y biblioteca, en el horario de máxima demanda (07h00-18h00). El Gráfico No 30 nos indica que los valores medidos en este circuito, correspondientes a las áreas previamente mencionadas, son altos debido a que son abastecidos directamente por la cámara de transformación, para la distribución en cada piso del edificio administrativo Bloque B. No obstante, estos valores, pese a ser altos, no generan sobrecargas o afectaciones en la red eléctrica interna de la Universidad.



Imagen No 14: Tablero de alimentación piso 1: biblioteca, dirección semipresencial
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 23: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación del piso 1: biblioteca, dirección semipresencial, odontología, sistemas

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A	34,5	36,2	33,9	35,3	34,9	36,2
B	16,7	15,8	14,96	15,75	16,10	16,7
C	14,9	15,8	14,7	15,23	15,50	15,8
Ground	0,645	0,545	0,720	0,682	0,710	0,720
C1(20A)	5,53	5,83	7,1	6,9	6,40	7,1
C2(20A)	1,583	1,870	1,920	1,681	1,720	1,920
C3(20A)	0,245	0,210	0,250	0,290	0,315	0,315
C4(20A)	0,178	0,168	0,182	0,154	0,146	0,182
C5(20A)	2,64	2,93	2,54	2,82	3	3
C6(20A)	3,42	4,42	3,98	4,10	3,15	4,42
C7(20A)	0,257	0,225	0,185	0,279	0,264	0,279
C8(20A)	0,275	0,210	0,198	0,244	0,215	0,275
C9(20A)	1,450	1,264	1,390	1,400	1,480	1,480
C10(20A)	7,80	6,4	6,85	7,92	7,20	7,92
C11(20A)	0,456	0,387	0,398	0,425	0,480	0,480
C12(20A)	0,513	0,440	0,500	0,590	0,498	0,590
C13(20A)	0,236	0,248	0,240	0,298	0,310	0,310
C14(20A)	0,192	0,182	0,157	0,175	0,200	0,200
C15(20A)	1,119	2,2	1,82	1,55	1,90	2,2
C16(20A)	5,06	4,20	4,60	5,2	4,88	5,2
C17(20A)	0,362	0,262	0,285	0,310	0,380	0,380
C18(20A)	2,72	3,5	2,95	3,62	2,80	3,62
C19(20A)	3,53	3,12	3,90	4,25	4,10	4,25
C20(20A)	1,369	1,260	1,287	1,9	2	2
C21(20A)	0,411	0,464	0,385	0,362	0,420	0,464
C22(20A)	0,736	0,802	0,756	0,846	0,790	0,846
C23(20A)	0,273	0,192	0,257	0,280	0,312	0,312
C24(20A)	1,753	1,896	1,645	1,792	1,690	1,896
C25(20A)	4,69	5,8	4,96	5,54	5,68	5,8
C26(20A)	0,843	0,692	0,752	0,790	0,820	0,843
C27(20A)	0,208	0,345	0,268	0,293	0,310	0,345
C28(20A)	1,23	1,55	2,10	1,98	2,25	2,25
C29(20A)	2	2,68	2,85	3,20	3	3,20
C30(20A)	1,120	0,975	1,100	1,590	1,200	1,590

Fuente: El Investigador
Elaborado por: El Investigador

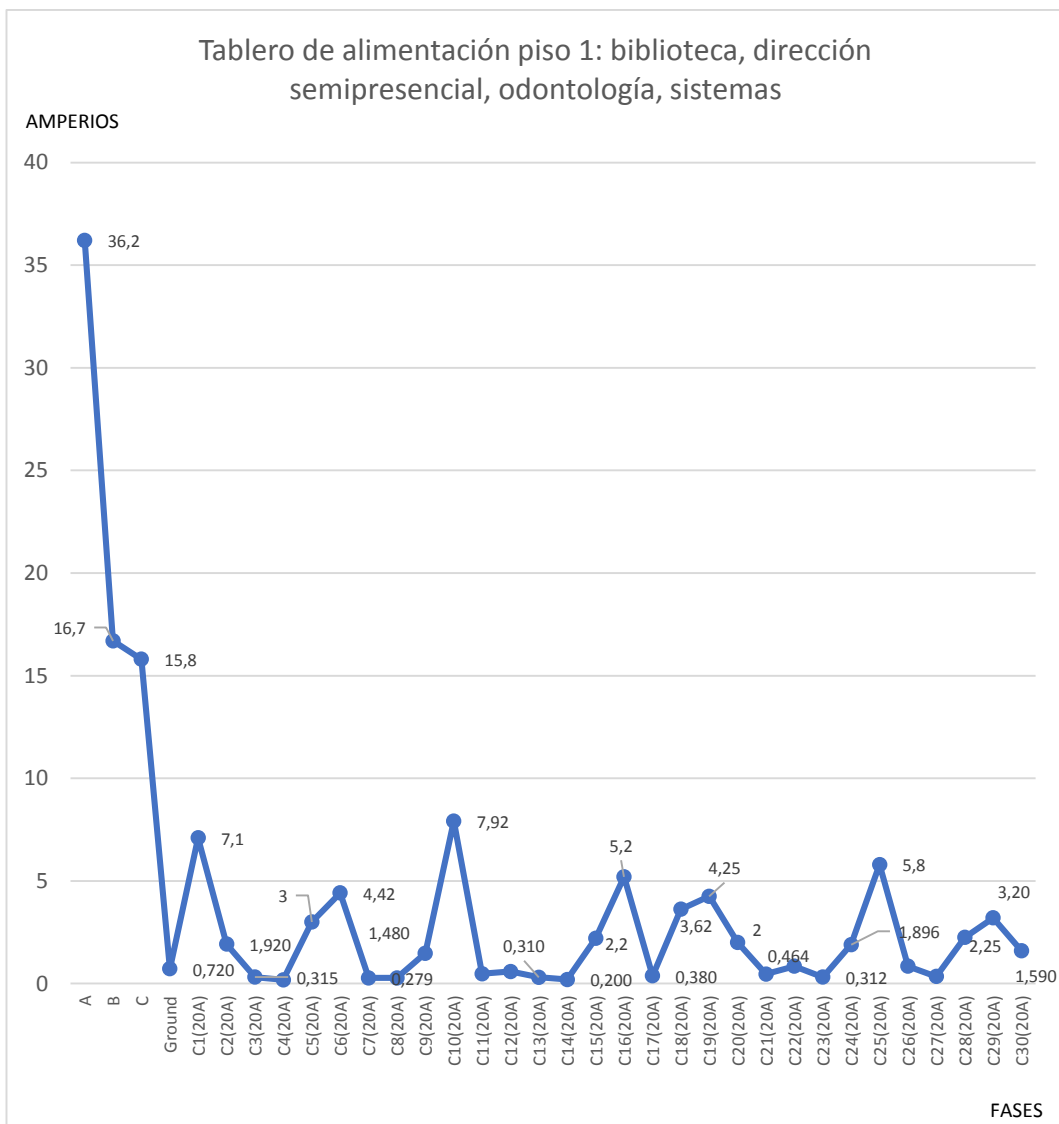


Gráfico No 31: Tablero de alimentación piso 1: biblioteca, dirección semipresencial
Fuente: El Investigador
Elaborado por: El Investigador

El abastecimiento de carga en el primer piso del edificio Bloque B, abastecido por el transformador T 38375 de la Av. Sabanilla, entre los valores máximos más representativos de carga se tiene: 36,2 A entre las fases de alimentación para el primer piso, y 16,7 para iluminación de la biblioteca, sistemas, dirección de modalidad semipresencial, pasillos y funcionamiento de computadoras, en el horario de máxima demanda (07h00-18h00). Como indica el Gráfico No 31, los valores medidos en este circuito se mantienen estables y no generan sobrecargas o afectaciones a la red eléctrica interna de la Universidad.



Imagen No 15: Tablero de alimentación piso 2: secretaria
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 24: Mediciones realizadas con carga en el tablero de alimentación piso 2: docentes, colecturía, secretaria, dirección postgrados

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A	20,1	21,5	20,9	21,8	20,62	21,8
B	16,6	15,5	15,2	16,1	15,9	16,6
C	14,5	12,8	13,5	14,7	13,8	14,7
Ground	0,982	0,852	0,940	0,898	0,968	0,982
C1(20A)	7,1	7,5	6,8	6,4	7,4	7,5
C2(20A)	0,20	0,31	0,28	0,27	0,23	0,31
C3(20A)	3,28	3,11	4,2	3,68	3,90	4,2
C4(20A)	0,592	0,438	0,536	0,610	0,490	0,610
C5(32A)	0,276	0,287	0,320	0,340	0,290	0,340
C6(32A)	0,485	0,490	0,528	0,540	0,560	0,560
C7(32A)	1,526	1,330	1,445	1,640	1,398	1,640
C8(32A)	8,3	9,2	9,8	8,60	8,7	9,8
C9(32A)	4,75	4,22	4,89	5,1	4,85	5,1
C10(20A)	0,714	0,660	0,590	0,700	0,680	0,714
C11(20A)	0,020	0,054	0,046	0,036	0,050	0,054
C12(20A)	2,70	2,10	3,25	3,82	2,74	3,82
C13(20A)	0,101	0,098	0,078	0,080	0,093	0,101
C14(20A)	0,086	0,080	0,079	0,068	0,075	0,086
C15(32A)	3,06	3,1	2,92	3,4	2,70	3,4
C16(20A)	7,98	8,6	6,98	7,52	8,4	8,6
C17(20A)	2,64	3,2	3,8	2,86	3	3,8
C18(20A)	3,50	4,50	3,90	4,20	4,60	4,60
C19(20A)	0,429	0,396	0,410	0,375	0,491	0,491
C20(20A)	4,01	3,82	4,60	3,95	4,35	4,60
C21(32A)	0,801	0,720	0,784	0,860	0,764	0,860
C22(32A)	1,289	1,320	1,150	1,380	1,210	1,320
C23(32A)	0,274	0,254	0,260	0,290	0,312	0,312
C24(20A)	2,22	1,92	2	2,45	2,8	2,8
C25(20A)	0,545	0,526	0,580	0,482	0,430	0,580
C26(32A)	2,40	2,1	2,78	2,96	3,2	3,2
C27(32A)	1,715	1,645	1,580	1,678	1,593	1,715
C28(32A)	2,82	3,1	3,56	2,98	3,45	3,56
C29(20A)	0,233	0,32	0,29	0,28	0,38	0,38
C30(20A)	0,344	0,336	0,382	0,390	0,364	0,390

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

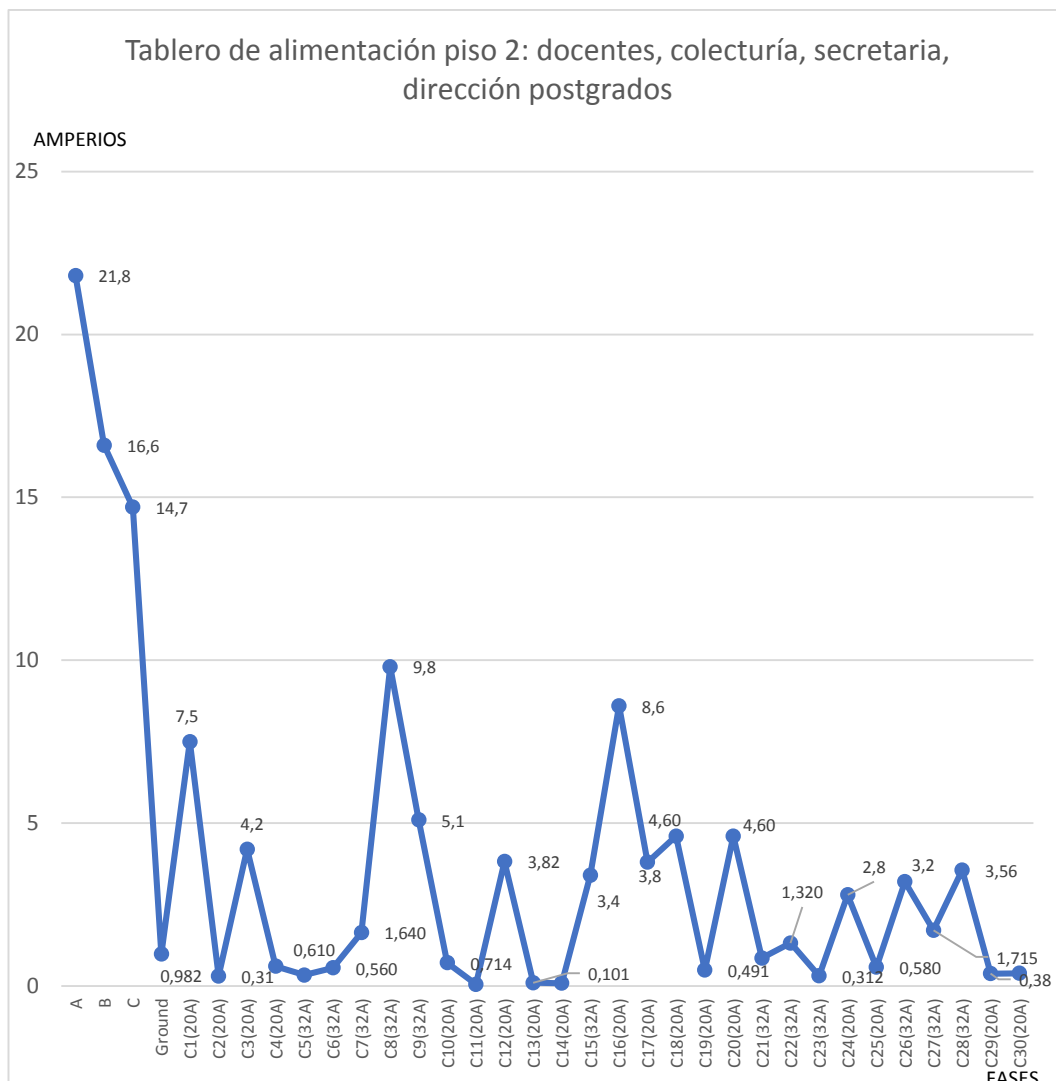


Gráfico No 32: Tablero de alimentación piso 2: bloque administrativo, secretaría
Fuente: El Investigador
Elaborado por: El Investigador

En el segundo piso del edificio Bloque B, abastecido por el transformador T 38375 de la Av. Sabanilla, entre los valores máximos más representativos de carga se tiene: 21,8 A entre las fases de alimentación y 9,8 A para iluminación de oficinas administrativas, secretaría, sala de docentes, pasillos y funcionamiento de equipos y computadoras, en el horario de máxima demanda (07h00-18h00). Como se observa en el Gráfico No 32, los valores medidos de corriente entre las fases de circuitos de iluminación y equipos multimedia, no generan picos de sobrecargas, a pesar de que son de uso prolongado durante el día, debido a que la corriente máxima en este circuito no afecta a la red interna de la Universidad.

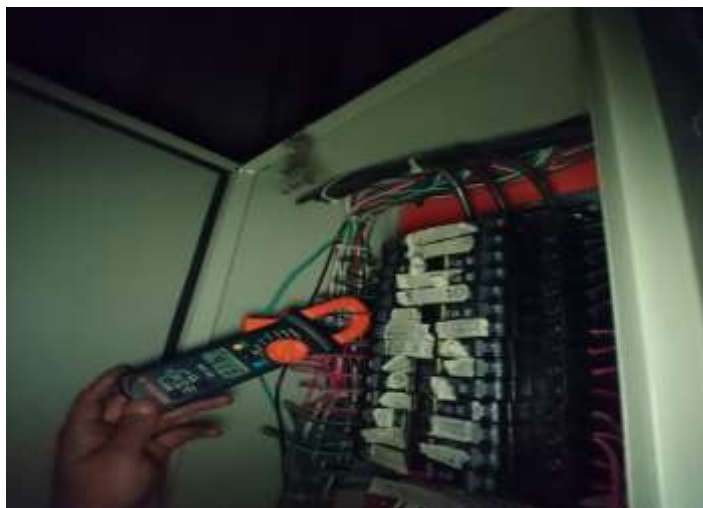


Imagen No 16: Tablero de alimentación piso 3, aulas F1-F9
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 25: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación piso 3: dirección de idiomas, aulas F1-F9

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A	3,52	3,64	3,89	3,10	3,75	3,89
B	12,4	13,6	13,89	12,8	13,2	13,89
C	16,8	14,9	15,3	15,7	14,8	16,8
Ground	0,150	0,196	0,175	0,186	0,168	0,196
C1(20A)	0,386	0,271	0,293	0,372	0,390	0,390
C2(20A)	5,02	4,10	4,52	5,5	4,80	5,5
C3(20A)	5,45	5,85	6,1	5,9	6,2	6,2
C4(20A)	0,328	0,289	0,310	0,325	0,341	0,341
C5(20A)	0,393	0,324	0,298	0,345	0,380	0,393
C6(20A)	0,149	0,186	0,236	0,214	0,233	0,236
C7(20A)	0,180	0,166	0,175	0,158	0,170	0,180
C8(20A)	0,203	0,200	0,306	0,264	0,287	0,306
C9(20A)	0,081	0,065	0,072	0,090	0,092	0,092
C10(20A)	0,301	0,288	0,271	0,325	0,298	0,325
C11(20A)	3,25	3,05	2,82	2,93	3,40	3,40
C12(20A)	3,50	3,87	4,64	3,96	4,42	4,64
C13(20A)	0,219	0,278	0,320	0,280	0,248	0,320
C14(20A)	2,30	2,68	2,25	3,4	3,2	3,4
C15(20A)	0,246	0,220	0,264	0,289	0,300	0,300
C16(20A)	0,138	0,087	0,093	0,120	0,145	0,145
C17(20A)	0,127	0,147	0,187	0,116	0,128	0,187
C18(20A)	3,92	3,46	3,25	4,1	3,80	4,1
C19(20A)	0,349	0,258	0,315	0,400	0,294	0,400
C20(20A)	0,406	0,458	0,378	0,425	0,398	0,458
C21(20A)	2,90	3,70	3,52	3,10	3,39	3,52
C22(20A)	0,301	0,340	0,325	0,387	0,365	0,387
C23(20A)	5,07	4,54	4,87	5,25	4,36	5,25
C24(32A)	0,356	0,374	0,320	0,398	0,345	0,398
C25(20A)	0,238	0,225	0,310	0,275	0,290	0,310
C26(20A)	0,306	0,258	0,346	0,375	0,285	0,375
C27(20A)	0,376	0,386	0,286	0,330	0,298	0,386

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

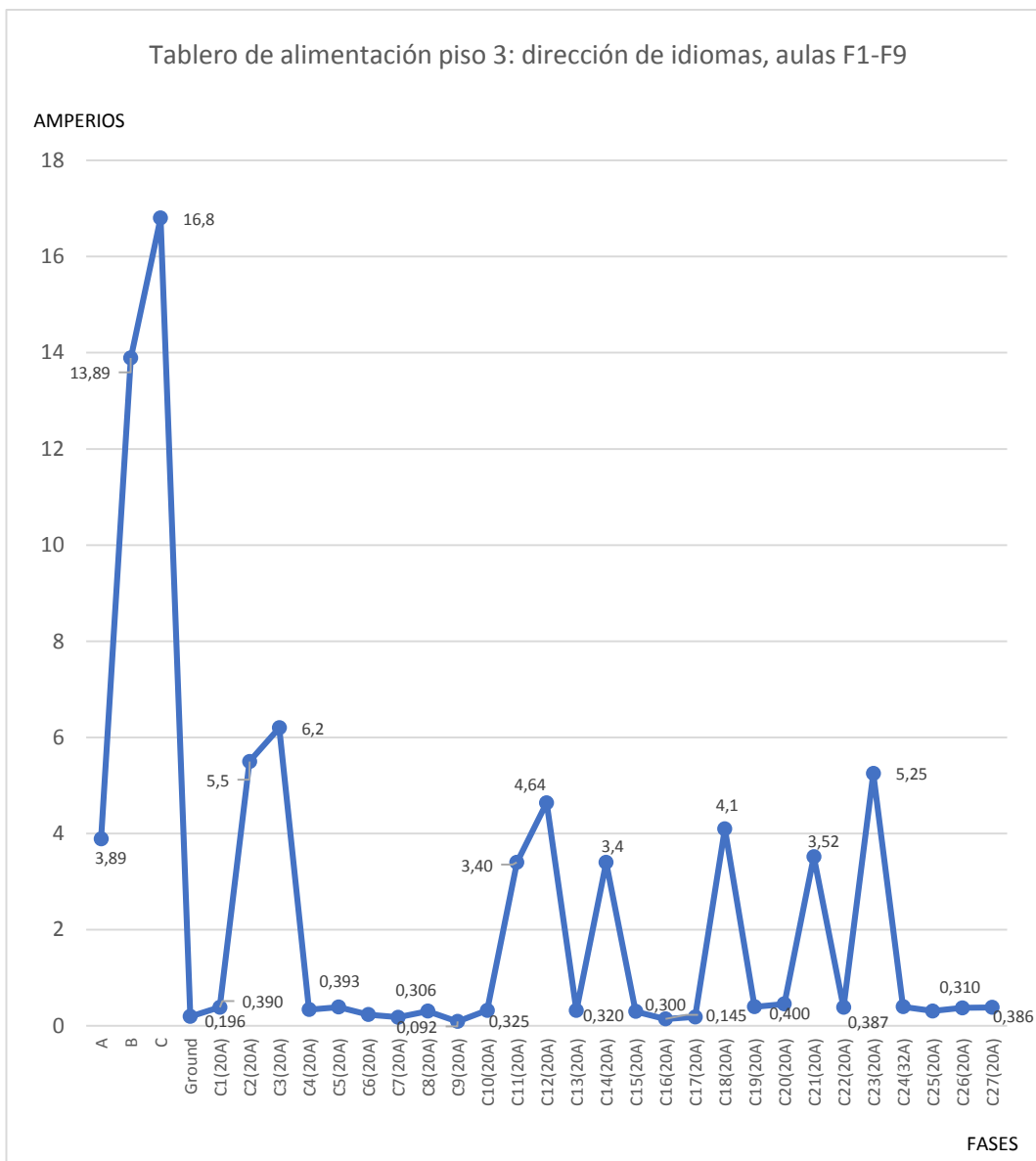


Gráfico No 33: Tablero de alimentación piso 3, Centro de Idiomas bloque aulas F1-F9
Fuente: El Investigador
Elaborado por: El Investigador

En el tablero de alimentación para el tercer piso del edificio Bloque B, abastecido por el transformador T 38375 de la Av. Sabanilla, entre los valores máximos más representativos de carga se tiene: 16,8 A entre las fases de alimentación y 6,2 A para iluminación de oficinas, aulas y pasillos, en el horario de máxima demanda (07h00-18h00). Como se aprecia en el Gráfico No 33, los valores medidos en este circuito se pueden considerar buenos, ya que no generan picos ni sobrecargas, y por tanto no afectan a la capacidad de la red eléctrica interna de la Universidad.

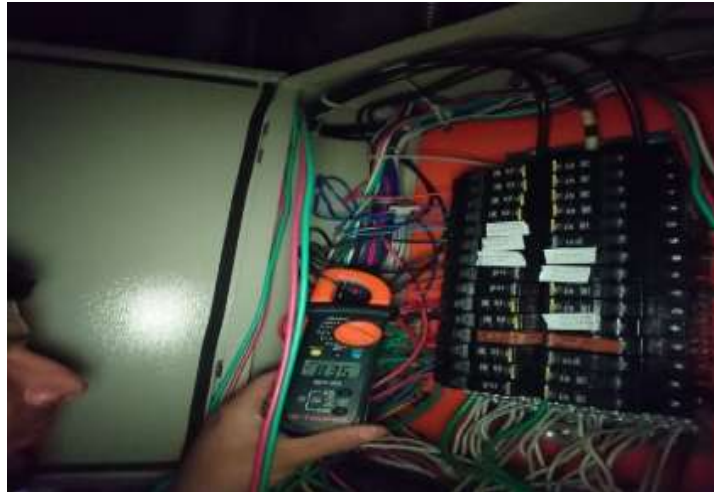


Imagen No 17: Tablero de alimentación piso 4: aulas G1-G2
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 26: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación piso 4: centro de investigación, sala de reuniones, aulas G1-G2

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A	12,3	11,8	12,8	12,2	12,5	12,8
B	8,86	7,70	8,10	8,50	8,60	8,86
C	8,6	7,5	7,8	8,2	7,7	8,6
Ground	0,114	0,098	0,087	0,100	0,094	0,114
C1(20A)	0,115	0,180	0,125	0,166	0,145	0,180
C2(20A)	0,057	0,035	0,042	0,087	0,066	0,087
C3(20A)	0,117	0,110	0,134	0,124	0,120	0,134
C4(20A)	0,232	0,323	0,271	0,286	0,311	0,323
C5(20A)	3,75	3,55	3,66	3,88	3,60	3,88
C6(20A)	0,100	0,085	0,078	0,095	0,098	0,100
C7(20A)	0,081	0,066	0,077	0,090	0,069	0,090
C8(20A)	0,287	0,245	0,364	0,22	0,289	0,364
C9(20A)	0,083	0,069	0,092	0,077	0,080	0,092
C10(20A)	1,100	0,980	0,125	0,856	0,112	0,125
C11(20A)	0,501	0,430	0,480	0,560	0,510	0,560
C12(20A)	1,492	1,422	1,356	1,54	1,62	1,62
C13(32A)	0,210	0,180	0,175	0,200	0,225	0,225
C14(32A)	1,287	1,354	1,296	1,310	1,320	1,354
C15(32A)	2,9	2,45	2,65	3,1	3	3,1
C16(20A)	0,187	0,125	0,165	0,180	0,175	0,187
C17(20A)	2,40	2,66	3,4	2,96	3,60	3,60
C18(20A)	0,167	0,123	0,155	0,189	0,200	0,200
C19(20A)	0,148	0,158	0,110	0,175	0,187	0,187
C20(20A)	0,179	0,202	0,205	0,215	0,190	0,215
C21(20A)	0,075	0,052	0,063	0,085	0,093	0,093
C22(20A)	2,30	2,55	2,89	2,95	2,45	2,95
C23(20A)	0,115	0,100	0,158	0,125	0,164	0,164
C24(20A)	0,077	0,058	0,105	0,096	0,088	0,105
C25(20A)	4,80	4,96	4,25	3,99	4,70	4,96
C26(32A)	0,399	0,352	0,455	0,420	0,385	0,455
C27(32A)	0,414	0,312	0,385	0,354	0,430	0,430
C28(32A)	0,743	0,654	0,525	0,620	0,736	0,743
C29(32A)	0,383	0,425	0,341	0,361	0,410	0,425

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

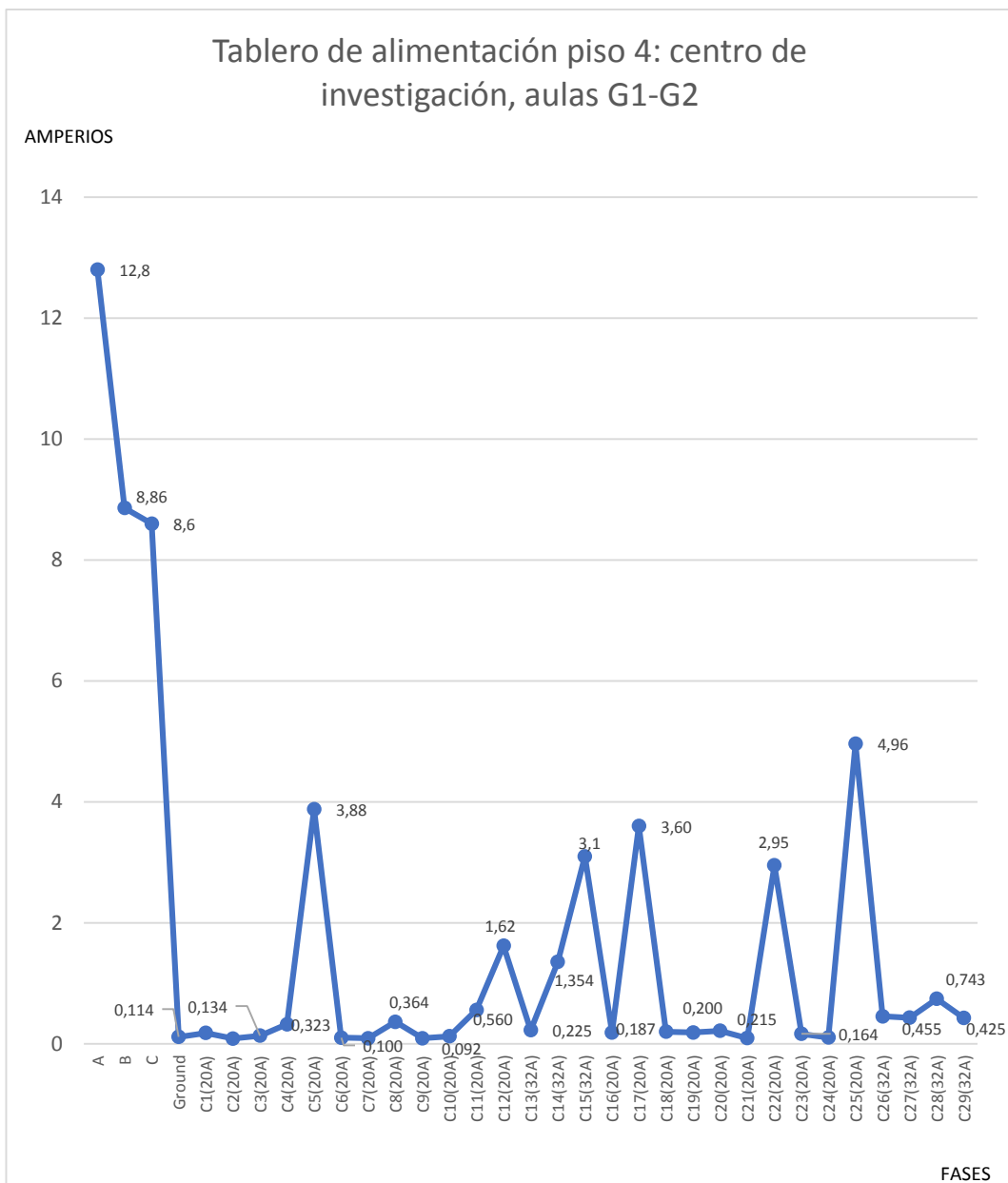


Gráfico No 34: Tablero de alimentación piso 4: aulas G1-G2

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

En el cuarto piso del edificio Bloque B, el tablero abastecido por el transformador T 38375 de la Av. Sabanilla, entre los valores máximos más representativos de carga se tiene: 12,8 A entre las fases de alimentación y 4,96 A para iluminación oficinas, aulas, pasillos y funcionamiento de equipos y computadoras, en el horario de máxima demanda (07h00-18h00). El Gráfico No 34 indica que los valores medidos en este circuito se mantienen estables y no generan sobrecargas o afectaciones a la red eléctrica interna de la Universidad.



Imagen No 18: Tablero de alimentación bar el campus
Elaborado por: El Investigador

Tabla No 27: Mediciones realizadas con carga en tablero de alimentación para el bar el campus.

FASES Y BREAKERS	Medición 1 (A)	Medición 2 (A)	Medición 3 (A)	Medición 4 (A)	Medición 5 (A)	Valor máx. (A)
A	44	42	40	41	40,5	44
B	43,2	41,8	40,8	42,6	43,78	43,78
C	15,4	14,8	15,1	14,9	15,5	15,5
Ground	1,12	1,24	1,18	1,10	1,18	1,24
C1(20A)	2,06	2,3	2,1	3,20	2,75	3,20
C2(20A)	1,011	0,565	0,741	0,853	1,23	1,23
C3(20A)	0,634	0,555	0,425	0,589	0,636	0,636
C4(20A)	0,686	0,122	0,789	0,952	0,856	0,122
C5(20A)	0,787	0,823	0,800	0,923	0,854	0,923
C6(20A)	1,104	1,320	1,256	1,100	1,300	1,320
C7(20A)	1,481	1,523	1,576	1,786	1,690	1,786
C8(20A)	2,52	2	2,68	3,4	3,1	3,4
C9(20A)	1,549	1,56	1,120	1,456	1,616	1,616
C10(20A)	9,5	10	8,9	8,8	9,9	10
C11(20A)	2,56	2,78	2,2	2,9	2,10	2,9
C12(20A)	0,626	0,582	0,596	0,600	0,615	0,626
C13(20A)	10,2	9,7	9,5	8,9	10	10,2
C14(20A)	0,625	0,610	0,670	0,710	0,690	0,710
C15(20A)	1,079	1,220	1,150	1,110	1,090	1,220
C16(20A)	0,727	0,688	0,786	0,790	0,745	0,790
C17(20A)	12,5	11,9	12,88	11,98	12,90	12,90
C18(20A)	0,257	0,320	0,280	0,270	0,300	0,320
C19(20A)	1,886	1,70	0,982	1,95	1,78	1,95
C20(20A)	0,438	0,400	0,520	0,490	0,510	0,520
C21(20A)	1,256	1,290	1,325	1,320	1,305	1,325
C22(20A)	3,47	3,12	3,86	4,20	4	4,20
C23(20A)	0,368	0,345	0,390	0,310	0,355	0,390
C24(20A)	0,716	0,590	0,650	0,680	0,630	0,716
C25(20A)	0,277	0, 220	0,325	0,310	0,280	0,325
C26(20A)	0,145	0,190	0,260	0,230	0,188	0,260
C27(20A)	0,258	0,290	0,340	0,310	0,280	0,310
C28(50A)	36,8	37,2	38	36,85	37,70	38
C29(32A)	1,120	1,100	1,80	2	1,75	2
C30(20A)	1,652	1,78	2,45	2,80	2,25	2,80
C31(20A)	10,5	9,2	8,7	10	9,8	10,5
C32(20A)	12,7	11,8	12,8	13,2	12,6	13,2

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

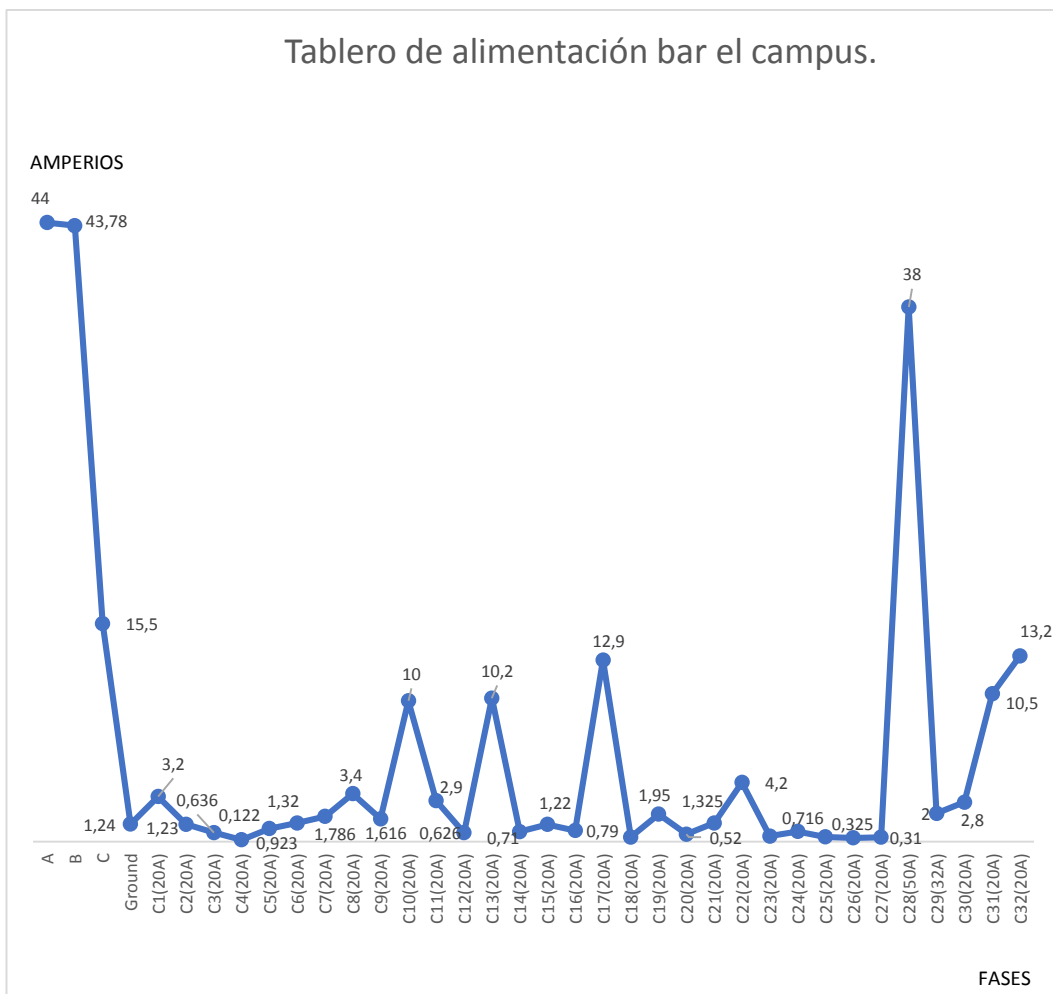


Gráfico No 35: Tablero de alimentación bar el campus

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

En el tablero de alimentación para el bar – cafetería de la universidad, entre los valores máximos más representativos de carga se tiene: 44 A para el valor más alto de las fases principales de alimentación, 38 A para el extractor de humo, hornos, enfriadores, y 4,2 A para la iluminación interior, pasillos y Tv led, en el horario de máxima demanda del bar-cafetería de la universidad (07h00-18h00). Finalmente, el Gráfico No 35 revela que los valores medidos de corriente entre las fases de circuitos de iluminación, electrodomésticos y enfriadores, no generan picos o sobrecargas, a pesar de que son de uso prolongado durante el día, debido a que la corriente máxima en este circuito no afecta a la red interna de la Universidad.

Análisis de cargas

Para establecer la carga abastecida por los transformadores de distribución instalados en la Universidad Tecnológica Indoamérica, sede Quito, en el mes de junio del 2019, se procedió a medir con instrumentación eléctrica (pinza amperimétrica), la corriente abastecida por los transformadores en las cámaras y tableros de abastecimiento principales, instalados en las diferentes áreas y ambientes de la universidad.

El transformador T 166075 de 125 kVA, instalado en la Av. Machala, abastece una carga máxima de 371 A distribuidos para cada piso del Edificio Bloque A, centro de Biodiversidad, laboratorios de Ingeniería Industrial y el bar cafetería de la universidad. En el transformador T 38355 de 100 kVA, instalado en la Av. Sabanilla, se obtuvo como valor de carga máxima abastecida 293 A, distribuidos para cada piso del Edificio Bloque B, biblioteca, laboratorios de computación y auditorio.

El valor de carga máxima fue definido en periodos de medición de 0 a 10 minutos en horarios de alta demanda, en los cuales los dispositivos generadores de consumo se encontraban trabajando a plena carga. Tomando en cuenta estos valores se procede a realizar el cálculo de la potencia (P) empleada en la red eléctrica interna de la UTI sede Quito. Según Martínez (2014), para determinar la potencia abastecida por los transformadores de distribución en (kVA) se utiliza la siguiente fórmula:

$$P = V \times I \times Fp \quad (4)$$

Donde:

P es la potencia

V el voltaje

I corriente (amperios)

Fp es el factor de potencia ($\cos \varphi$)

Cálculo de la potencia activa en el transformador T 166075 de 125 kVA

$$\begin{aligned}P &= V \times I \times Fp \\P &= 220V \times 371A \times 0,85 \\P &= 69,38 \text{ kW}\end{aligned}$$

Cálculo de potencia aparente del transformador de 125 kVA

$$\text{Cos}\varnothing = \frac{P}{S}$$

$$S = \frac{P}{\text{Cos}\varnothing}$$

$$S = \frac{69,38}{0,85}$$

$$S = 81,62 \text{ kVA}$$

Factor de uso: 65,3 %

Demanda disponible: 43,38 kVA

Para la selección del transformador se toma en cuenta la carga real es decir la potencia aparente que tiene un valor de 81,62 kVA, la cual debe ser incrementada en un 20% de reserva en el banco de transformador por cualquier incremento de demanda.

Valor de la Potencia Aparente más el 20% de reserva

$$81,62 = 100\%$$

$$x = 20\%$$

$$x = 16,32 \text{ kVA}$$

$$St = S + 20\%$$

$$St = 81,62 + 16,32$$

$$St = 97,94 \text{ kVA}$$

El valor de potencia aparente más la reserva da un valor de 97,94 kVA el cual servirá para la selección del transformador, dicho valor debe ser ajustado al correspondiente valor normalizado inmediato superior de los transformadores comerciales que se encuentren en el mercado (ver Anexo 11). De acuerdo a los cálculos realizados se escoge el transformador de capacidad normalizada de 100kVA trifásico, con relación de voltaje 22,8kv/127v/220v.

De esta manera al cambiar el transformador T 166075 por otro de menor capacidad se reducirían las pérdidas por potencia reactiva en el circuito de transformación primaria que alimentan a la red eléctrica interna de la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Quito.

Cálculo de la potencia activa en el transformador T 38355 de 100 kVA

$$\begin{aligned}P &= V \times I \times Fp \\P &= 220V \times 293A \times 0,85 \\P &= 54,79 \text{ kW}\end{aligned}$$

Cálculo de la potencia aparente del transformador de 100kVA

$$\text{Cos}\phi = \frac{P}{S}$$

$$S = \frac{P}{\text{Cos}\phi}$$

$$S = \frac{54,79}{0,85}$$

$$S = 64,4 \text{ kVA}$$

Factor de uso: 64,4 %

Demanda disponible: 35,6 kVA

En la selección del transformador se toma en cuenta la carga real es decir la potencia aparente que tiene un valor de 64,4 kVA la cual debe ser incrementada en un 20% de reserva en el banco de transformador por cualquier incremento de demanda.

Valor de la Potencia Aparente más el 20% de reserva

$$64,4 = 100\%$$

$$x = 20\%$$

$$x = 12,88\text{kVA}$$

$$St = S + 20\%$$

$$St = 64,4 + 12,88$$

$$\mathbf{St = 77,28\text{ kVA}}$$

El valor de potencia aparente más la reserva da un valor de 77,28 kVA el cual servirá para la selección del transformador, dicho valor debe ser ajustado al correspondiente valor normalizado inmediato superior de los transformadores comerciales que se encuentren en el mercado (ver Anexo 11). De acuerdo con esto se escoge el transformador de capacidad normalizada de 75kVA trifásico, con relación de voltaje 22,8kv/127v/220v, de esta manera se reducirían pérdidas por potencia reactiva en el circuito de transformación primaria de la red interna de la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Quito.

Tras realizar los cálculos correspondientes, se pudo determinar que el transformador T 166075 de 125 kVA ubicado en la Av. Machala, tiene demanda máxima de 81,62 kVA, factor de uso de 65,3 %, demanda disponible de 43,38 kVA y un valor de potencia aparente más la reserva de 97,94 kVA. El voltaje promedio en cada fase es de 128 V con un valor máximo de carga de 371 A.

Por otra parte, en el transformador T 38355 de 100 kVA ubicado en la Av. Sabanilla, se determina una demanda máxima de 64,4 kVA, un factor de uso de 64,4 %, demanda disponible de 35,6 kVA y un valor de potencia aparente más la reserva de 77,28 kVA. El voltaje promedio en cada fase es de 128 V y el valor máximo de carga es 293 A.

Análisis del consumo eléctrico

Una vez identificados los distintos elementos de consumo instalados en los diferentes ambientes del recinto universitario, se determinará mediante la información de la placa de características, los valores de potencia (w) y consumo de los diferentes dispositivos, luminarias, máquinas, equipos multimedia, elementos y aparatos instalados dentro de la institución. Posteriormente, se procederá a tabular y calcular el consumo eléctrico kWh mensual generado en cada piso de los bloques académicos del campus de la UTI, sede Quito, obteniendo así los valores máximos de carga y consumo en cada ambiente de trabajo.

Para el cálculo del consumo eléctrico (kWh) se considerará la potencia nominal (Pn) indicada en la placa de características, la carga instalada representativa (CIR), la demanda máxima (DM) con sus valores máximos respectivamente. Según normativa para sistemas de distribución de la Empresa Eléctrica Quito (Sosa, 2014, pág. 8), para el cálculo de la demanda máxima y consumo (kWh) se utilizan las siguientes fórmulas:

$P_n =$ Valor de potencia en la placa de características

$$DM (Kw) = CIR * F_p / 1000$$

$$CONSUMO kWh = DM * 0,088 USD$$

Donde:

- DM (Kw) = demanda máxima (kilowatts)
- CIR = carga instalada representativa
- Fp = factor de potencia
- 0,088 USD = costo por cada kWh (horario de alta demanda)

Según indica el pliego tarifario, para el año 2019, el costo del servicio eléctrico en el horario de alto consumo, es decir de 07h00 a 18h00, es de 0,088 el kW/h. Para el horario de bajo consumo, por su parte, también llamado periodo base, que va 22h00 a 07h00, es de 0,070 el Kw/h. Con estos valores se obtiene el valor de consumo de cada periodo. Por ejemplo para una lámpara de 100 w de potencia, con un régimen de trabajo de 1 hora diaria, durante 1 mes y con un factor de potencia de 0,99 el consumo en USD Kw/h será:

$$DM (Kw) = (100w) (0,99)/1000$$

$$DM= 0,099 Kw$$

$$USD kWh mes = (0,099 x 0,088) (30 días)$$

$$\text{Costo kWh mes} = 0,26 \text{ USD}$$

Proyección de consumo de energía eléctrica

Tabla No 28: Proyección de consumo de energía eléctrica

CONSUMO KW 2018	CONSUMO KW 2019			2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
\$ 276,34	\$ 253,43	1,10%	3,00%	256,22	259,04	261,89	269,74	277,83	286,17	294,75	303,60	312,71	322,09
\$ 298,71	\$ 245,37	0,11%	3,00%	248,07	250,80	253,56	261,16	269,00	277,07	285,38	293,94	302,76	311,84
\$ 263,89	\$ 234,81	1,50%	3,00%	237,39	240,00	242,64	249,92	257,42	265,14	273,10	281,29	289,73	298,42
\$ 227,61	\$ 251,24	0,10%	3,00%	254,00	256,80	259,62	267,41	275,43	283,70	292,21	300,97	310,00	319,30
\$ 232,15	\$ 234,44	1,00%	3,00%	237,02	239,63	242,26	249,53	257,02	264,73	272,67	280,85	289,27	297,95
\$ 246,47	\$ 258,55	1,00%	3,00%	261,39	264,27	267,18	275,19	283,45	291,95	300,71	309,73	319,02	328,59
\$ 226,46	\$ 252,25	1,00%	3,00%	255,03	257,83	260,67	268,49	276,54	284,84	293,39	302,19	311,25	320,59
\$ 229,74	\$ 255,91	1,00%	3,00%	258,72	261,57	264,45	272,38	280,55	288,97	297,64	306,56	315,76	325,23
\$ 222,03	\$ 247,32	1,00%	3,00%	250,04	252,79	255,57	263,24	271,14	279,27	287,65	296,28	305,16	314,32
\$ 221,10	\$ 246,28	1,00%	3,00%	248,99	251,73	254,50	262,14	270,00	278,10	286,44	295,04	303,89	313,00
\$ 251,48	\$ 280,12	1,00%	3,00%	283,20	286,32	289,47	298,15	307,10	316,31	325,80	335,57	345,64	356,01
\$ 249,38	\$ 277,78	1,00%	3,00%	280,84	283,93	287,05	295,66	304,53	313,67	323,08	332,77	342,76	353,04
\$ 2.945,36	\$ 3.037,51			3.070,92	3.104,70	3.138,86	3.233,02	3.330,01	3.429,91	3.532,81	3.638,79	3.747,96	3.860,40

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Flujo de caja

Tabla No 29: Flujo de caja

A. INGRESOS OPERACIONALES	PREOP.	Año 2018	Año 2019	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023	Año 2024	Año 2025	Año 2026	Año 2027	Año 2028	Año 2029
Recuperación por servicios eléctrico en la institución	-	5.596,18	5.771,27	5.834,76	5.898,94	5.963,83	6.304,39	6.493,52	6.688,33	6.888,98	7.095,65	7.308,52	7.527,77
Valor Residual Activos Fijos	-		-	-	-	-							
Recuperación Capital de Trabajo	-		-	-	-	-							
Parcial	-	5.596,18	5.771,27	5.834,76	5.898,94	5.963,83	6.304,39	6.493,52	6.688,33	6.888,98	7.095,65	7.308,52	7.527,77
B.- EGRESOS OPERACIONALES													
Gastos incremento de energía eléctrica		441,80	455,63	460,64	465,71	470,83	484,95	499,50	514,49	529,92	545,82	562,19	579,06
Servicios eléctricos		2.945,36	3.037,51	3.070,92	3.104,70	3.138,86	3.233,02	3.330,01	3.429,91	3.532,81	3.638,79	3.747,96	3.860,40
Otros gastos adicionales		88,36	91,13	92,13	93,14	94,17	96,99	99,90	102,90	105,98	109,16	112,44	115,81
Parcial	-	3.475,52	3.584,26	3.623,69	3.663,55	3.703,85	3.814,97	3.929,41	4.047,30	4.168,72	4.293,78	4.422,59	4.555,27
C FLUJO OPERACIONAL (A-B)	-	2.120,66	2.187,01	2.211,07	2.235,39	2.259,98	2.489,43	2.564,11	2.641,03	2.720,26	2.801,87	2.885,93	2.972,51
D INGRESOS NO OPERACIONALES	-												
Crédito Instituciones Financieras	8.000,00			-	-	-			-	-	-		
Aporte de Capital	-												
Parcial	8.000,00												
E EGRESOS NO OPERACIONALES	-												
Pago intereses	-	1.353,43	1.141,31	887,70	584,48	221,94	-	-	-	-	-	-	-
Activos Fijos Operativos	-												
Maquinaria y equipos	6.000,00		-	-	-	-							
Otros equipos	2.000,00		-	-	-	-							
Parcial	8.000,00	1.353,43	1.141,31	887,70	584,48	221,94	-	-	-	-	-	-	-
F FLUJO NO OPERACIONAL (D-E)	-	-1.353,43	-1.141,31	-887,70	-584,48	-221,94	-	-	-	-	-	-	-
G FLUJO NETO GENERADO (C+F)	-	767,23	1.045,70	1.323,37	1.650,91	2.038,04	2.489,43	2.564,11	2.641,03	2.720,26	2.801,87	2.885,93	2.972,51
H, SALDO INICIAL DE CAJA	-	-	767,23	1.812,93	3.136,29	4.787,20	6.825,24	9.314,66	11.878,77	14.519,81	17.240,07	20.041,94	22.927,87
I- SALDO FINAL CAJA (G+H)	-	767,23	1.812,93	3.136,29	4.787,20	6.825,24	9.314,66	11.878,77	14.519,81	17.240,07	20.041,94	22.927,87	25.900,38

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

VAN Y TIR

Tabla No 30: VAN-TIR

	Tasa de Descuento	18,4%	R2
		Tasa	Valor Descontado
Inversión	(8.000,00)		
Flujo 1 Año 2018	767,23	84%	648,00
Flujo 2 Año 2019	1.045,70	71%	745,94
Flujo 3 Año 2020	1.323,37	60%	797,31
Flujo 4 Año 2021	1.650,91	51%	840,07
Flujo 5 Año 2022	2.038,04	43%	875,90
Flujo 6 Año 2023	2.489,43	36%	903,63
Flujo 7 Año 2024	2.564,11	31%	786,09
Flujo 8 Año 2025	2.641,03	26%	683,85
Flujo 9 Año 2026	2.720,26	22%	594,90
Flujo 10 Año 2027	2.801,87	18%	517,52
Flujo 11 Año 2028	2.885,93	16%	450,21
Flujo 12 Año 2029	2.972,51	13%	391,65
Subtotal			8.235,07
VAN			235,07
TIR CON FÓRMULA	19%		

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Tabla No 31: Razón Beneficio - Costo

	Tasa de Descuento	18,4%	R2
		Tasa	Valor Descontado
Inversión	(8.000,00)		
Flujo 1 Año 2018	767,23	84%	648,00
Flujo 2 Año 2019	1.045,70	71%	745,94
Flujo 3 Año 2020	1.323,37	60%	797,31
Flujo 4 Año 2021	1.650,91	51%	840,07
Flujo 5 Año 2022	2.038,04	43%	875,90
Flujo 6 Año 2023	2.489,43	36%	903,63
Flujo 7 Año 2024	2.564,11	31%	786,09
Flujo 8 Año 2025	2.641,03	26%	683,85
Flujo 9 Año 2026	2.720,26	22%	594,90
Flujo 10 Año 2027	2.801,87	18%	517,52
Flujo 11 Año 2028	2.885,93	16%	450,21
Flujo 12 Año 2029	2.972,51	13%	391,65
			8.235,07
B/C			(1,03)

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Tabla No 32: Periodo de recuperación

Inversión	8.000,00	Acumulado	Periodo
Flujo 1 Año 2018	767,23	767,23	1,00
Flujo 2 Año 2019	1.045,70	1.812,93	2,00
Flujo 3 Año 2020	1.323,37	3.136,29	3,00
Flujo 4 Año 2021	1.650,91	4.787,20	4,00
Flujo 5 Año 2022	2.038,04	6.825,24	5,00
Flujo 6 Año 2023	2.489,43	9.314,66	
Flujo 7 Año 2024	2.564,11	11.878,77	

Fuente: El Investigador**Elaborado por:** El Investigador**Tabla No 33:** Tiempo de recuperación exacto

2 años 4 meses	1.174,76
5 Años y 6 meses	5.662,81

Elaborado por: El Investigador**Fuente:** El Investigador**Financiamiento****Tabla No 34:** Financiamiento

Crédito Mediano/Largo Plazo				
	Monto		8.000	
	Plazo		60	
	Interés Normal		18%	0,0150
	Periodo de Pago		Mensual	
Periodo	Saldo	Capital	Interés	Cuota
0	8.000,00	-	-	-
1	8.000,00	\$ 83,15	\$ 120,00	\$ 203,15
2	7.916,85	\$ 84,39	\$ 118,75	\$ 203,15
3	7.832,46	\$ 85,66	\$ 117,49	\$ 203,15
4	7.746,80	\$ 86,95	\$ 116,20	\$ 203,15
5	7.659,85	\$ 88,25	\$ 114,90	\$ 203,15
6	7.571,60	\$ 89,57	\$ 113,57	\$ 203,15
7	7.482,03	\$ 90,92	\$ 112,23	\$ 203,15
8	7.391,11	\$ 92,28	\$ 110,87	\$ 203,15
9	7.298,83	\$ 93,66	\$ 109,48	\$ 203,15
10	7.205,17	\$ 95,07	\$ 108,08	\$ 203,15
11	7.110,10	\$ 96,50	\$ 106,65	\$ 203,15
12	7.013,60	\$ 97,94	\$ 105,20	\$ 203,15
13	6.915,66	\$ 99,41	\$ 103,73	\$ 203,15
14	6.816,24	\$ 100,90	\$ 102,24	\$ 203,15
15	6.715,34	\$ 102,42	\$ 100,73	\$ 203,15
16	6.612,92	\$ 103,95	\$ 99,19	\$ 203,15
17	6.508,97	\$ 105,51	\$ 97,63	\$ 203,15

Tabla No 35: (Continuación)

Periodo	Saldo	Capital	Interés	Cuota
18	6.403,46	\$ 107,10	\$ 96,05	\$ 203,15
19	6.296,36	\$ 108,70	\$ 94,45	\$ 203,15
20	6.187,66	\$ 110,33	\$ 92,81	\$ 203,15
21	6.077,33	\$ 111,99	\$ 91,16	\$ 203,15
22	5.965,34	\$ 113,67	\$ 89,48	\$ 203,15
23	5.851,67	\$ 115,37	\$ 87,78	\$ 203,15
24	5.736,30	\$ 117,10	\$ 86,04	\$ 203,15
25	5.619,20	\$ 118,86	\$ 84,29	\$ 203,15
26	5.500,34	\$ 120,64	\$ 82,51	\$ 203,15
27	5.379,69	\$ 122,45	\$ 80,70	\$ 203,15
28	5.257,24	\$ 124,29	\$ 78,86	\$ 203,15
29	5.132,95	\$ 126,15	\$ 76,99	\$ 203,15
30	5.006,80	\$ 128,05	\$ 75,10	\$ 203,15
31	4.878,76	\$ 129,97	\$ 73,18	\$ 203,15
32	4.748,79	\$ 131,92	\$ 71,23	\$ 203,15
33	4.616,87	\$ 133,89	\$ 69,25	\$ 203,15
34	4.482,98	\$ 135,90	\$ 67,24	\$ 203,15
35	4.347,08	\$ 137,94	\$ 65,21	\$ 203,15
36	4.209,14	\$ 140,01	\$ 63,14	\$ 203,15
37	4.069,13	\$ 142,11	\$ 61,04	\$ 203,15
38	3.927,01	\$ 144,24	\$ 58,91	\$ 203,15
39	3.782,77	\$ 146,41	\$ 56,74	\$ 203,15
40	3.636,37	\$ 148,60	\$ 54,55	\$ 203,15
41	3.487,76	\$ 150,83	\$ 52,32	\$ 203,15
42	3.336,93	\$ 153,09	\$ 50,05	\$ 203,15
43	3.183,84	\$ 155,39	\$ 47,76	\$ 203,15
44	3.028,45	\$ 157,72	\$ 45,43	\$ 203,15
45	2.870,73	\$ 160,09	\$ 43,06	\$ 203,15
46	2.710,64	\$ 162,49	\$ 40,66	\$ 203,15
47	2.548,16	\$ 164,93	\$ 38,22	\$ 203,15
48	2.383,23	\$ 167,40	\$ 35,75	\$ 203,15
49	2.215,83	\$ 169,91	\$ 33,24	\$ 203,15
50	2.045,92	\$ 172,46	\$ 30,69	\$ 203,15
51	1.873,46	\$ 175,05	\$ 28,10	\$ 203,15
52	1.698,42	\$ 177,67	\$ 25,48	\$ 203,15
53	1.520,75	\$ 180,34	\$ 22,81	\$ 203,15
54	1.340,41	\$ 183,04	\$ 20,11	\$ 203,15
55	1.157,37	\$ 185,79	\$ 17,36	\$ 203,15
56	971,58	\$ 188,57	\$ 14,57	\$ 203,15
57	783,01	\$ 191,40	\$ 11,75	\$ 203,15
58	591,61	\$ 194,27	\$ 8,87	\$ 203,15
59	397,33	\$ 197,19	\$ 5,96	\$ 203,15
60	200,15	\$ 200,15	\$ 3,00	\$ 203,15
	TOTAL	8.000,00	4.188,85	12.188,85

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Tabla No 35: Tasa de descuento

Concepto	Porcentaje
Inflación	1,12%
Riesgo País	0,00%
Costo promedio ponderado	17,28%
Total	18,40%

Fuente: El Investigador**Elaborado por:** El Investigador**Tabla No 36:** Tasa de interés del crédito

Inversión	Capital	% Participación	Tasa pasiva	Costo Ponderado
Capital Propio o Autofinanciamiento	-	0%	5,5%	0,0%
Préstamo	8.000,00	100%	17,3%	17,3%
Total	8.000,00	100%	22,8%	17,3%

Fuente: El Investigador**Elaborado por:** El Investigador

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Interpretación de resultados obtenidos

Análisis del consumo eléctrico mes de junio del 2019

En la Universidad Tecnológica Indoamérica se registra un promedio de 3.232 consumidores de energía eléctrica en uso habitual, que consumieron alrededor de 24516,14 kWh en junio del 2019. El análisis realizado para determinar el consumo eléctrico en el mes de estudio (junio 2019), en el cual las actividades académicas y administrativas de la universidad se ejecutan con normalidad y a plena carga en todas las áreas y ambientes de la universidad, determina que los dispositivos de iluminación generan un consumo de 6170,45 kWh mes; el UPS instalado en el data center consume 4276,80 kWh mes; los equipos multimedia (computadoras), 6757 kWh mes; y con menor registro de potencia tenemos a los proyectores, con 1925.43 kWh mes. Las áreas que se establecieron como generadoras de consumo de energía eléctrica son:

- Edificio Académico Bloque A
- Edificio Administrativo Bloque B
- Talleres y laboratorios de Ingeniería Industrial, centro de Biodiversidad, bar-cafetería del campus
- Área de laboratorios de computación

Edificio académico bloque A

Tabla No 37: Consumo eléctrico junio 2019 primer piso, bloque de aulas A1-A11

Consumo Piso 1 -Edificio Académico Bloque A								
Carga instalada	Cant	P (W)	CIR (W)	DM (kW h)	Horas mes	DM (kWh) mes	Consumo (USD) mes	% Gasto
Computadoras (Pc)	5	250	1250	1,24	100	123,75	10,89	10,22%
Impresoras	3	495	1485	1,47	80	117,61	10,35	9,72%
Proyectores	7	280	1960	1,94	120	232,85	20,49	19,23%
Ascensor	1	6500	6500	6,44	25	160,88	14,16	13,29%
Secador de manos	2	1000	2000	1,98	12	23,76	2,09	1,96%
Iluminación (aulas)	180	18	3240	3,21	120	384,91	33,87	31,80%
Iluminación(pasillo)	42	20	840	0,83	120	83,16	7,32	6,87%
Iluminación baños	18	18	324	0,32	100	32,08	2,82	2,65%
Luces de emergencia	4	30	120	0,12	15	1,78	0,16	0,15%
Cámaras	4	6	24	0,02	720	17,11	1,51	1,41%
Detectores de humo	14	0,8	11,2	0,01	720	7,98	0,70	0,66%
Tv Led	1	130	130	0,13	192	24,71	2,17	2,04%
	281			17,71		1210,58	106,53	100%

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

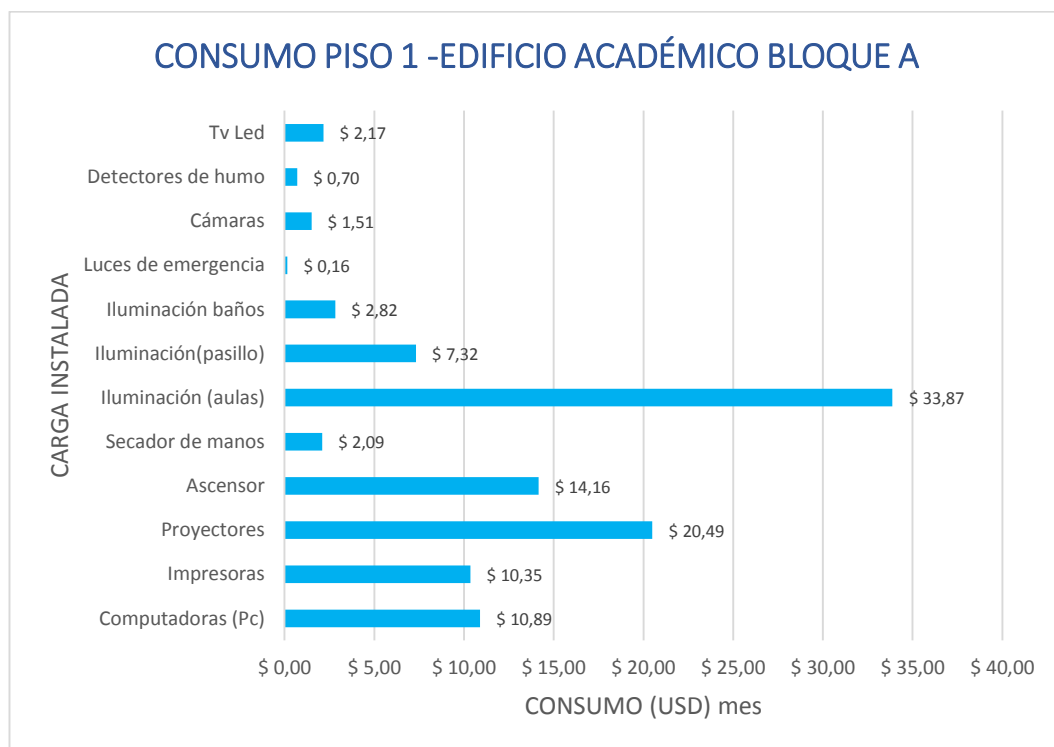


Gráfico No 36: Consumo eléctrico primer piso, aulas A1-A11 junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

En el primer piso del edificio académico Bloque A, los valores de mayor consumo diario son generados por la iluminación de las aulas, con 19,24 kWh día, equivalente a 384,91 kWh mes, que representan \$ 33,87. Además, el ascensor genera un consumo de 6,43 kWh día, equivalente a 160,88 kWh mes, que representa \$ 14,16. Este piso registró 281 dispositivos de consumo, con una demanda máxima de 1210,58 kWh, lo que representa un costo de \$106,53 mes.

Análisis: Para determinar la variación entre las horas del mes se consideró el funcionamiento del centro de copiado que integra computadoras, copiadoras e impresoras que utilizan con frecuencia energía eléctrica, sin embargo, el uso de los proyectores y la iluminación de las aulas está de acuerdo a la programación académica.

Tabla No 38: Consumo eléctrico junio 2019 piso 2, bloque de aulas B1-B11

Consumo Piso 2-Edificio Académico Bloque A								
Carga instalada	Cant	P (W)	CIR (W)	DM (kW h)	Horas mes	DM (kWh) mes	Consumo (USD) mes	% Gasto
Computadoras (Pc)	5	250	1250	1,24	100	123,75	10,89	10,11%
Impresoras	1	150	150	0,15	40	5,94	0,52	0,49%
Proyectores	11	280	3080	3,05	120	365,90	32,20	29,90%
Secador de manos	2	1000	2000	1,98	12,5	24,75	2,18	2,02%
Iluminación (aulas)	210	18	3780	3,74	144	538,88	47,42	44,03%
Iluminación(pasillo)	40	20	800	0,79	120	95,04	8,36	7,77%
Iluminación baños	24	18	432	0,43	100	42,77	3,76	3,49%
Lucesde emergencia	4	30	120	0,12	15	1,78	0,16	0,15%
Cámaras	4	6	24	0,02	720	17,11	1,51	1,40%
Detectores de humo	14	0,8	11,2	0,01	720	7,98	0,70	0,65%
	315			11,53		1223,90	107,70	100%

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

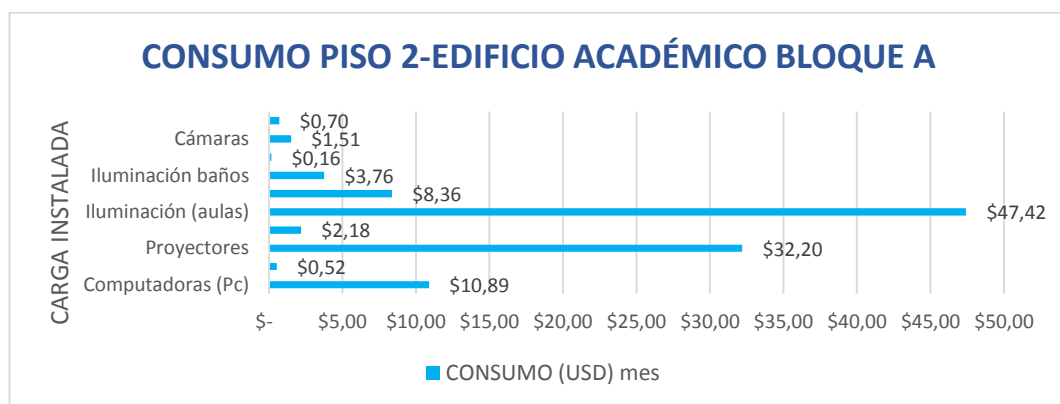


Gráfico No 37: Consumo eléctrico segundo piso, aulas B1-B11 junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Los resultados calculados en el segundo piso del edificio académico Bloque A, determinan que los valores de mayor consumo diario son generados por la iluminación de las aulas, con 22,45 kWh día, equivalente a 538,88 kWh mes, lo que representa \$ 47,42 mensual. Este piso registró 315 dispositivos de consumo, con una demanda máxima de 1223,90 kWh mes, lo que dio un costo de \$107,70 para el mes de junio de 2019. **Análisis:** En este piso el uso de iluminación y proyectores de las aulas están de acuerdo a la programación académica. Además se considera que las cámaras de seguridad, detectores de humo funcionan interrumidamente, y esto genera la variación explicada anteriormente para los pisos No 2 y 3.

Tabla No 39: Consumo eléctrico junio 2019 tercer piso, bloque de aulas C1-C12

Consumo Piso 3-Edificio Académico Bloque A								
Carga instalada	Cant	P (W)	CIR (W)	DM (kW h)	Horas mes	DM (kWh) mes	Consumo (USD) mes	% Gasto
Computadoras (Pc)	5	250	1250	1,24	125	136,13	11,98	12,28%
Impresoras	1	150	150	0,15	40	5,94	0,52	0,54%
Proyectores	11	280	3080	3,05	120	335,41	29,52	30,26%
Secador de manos	2	1000	2000	1,98	12,5	24,75	2,18	2,23%
Iluminación (aulas)	210	18	3780	3,74	120	449,06	39,52	40,51%
Iluminación (pasillo)	40	20	800	0,79	120	87,12	8,36	8,57%
Iluminación baños	18	18	324	0,32	100	35,28	3,10	3,18%
Luces de emergencia	4	30	120	0,12	15	1,78	0,16	0,16%
Cámaras	4	6	24	0,02	720	17,11	1,51	1,54%
Detectores de humo	14	0,8	11,2	0,01	720	7,98	0,70	0,72%
	309			11,42		1100,57	97,55	100%

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

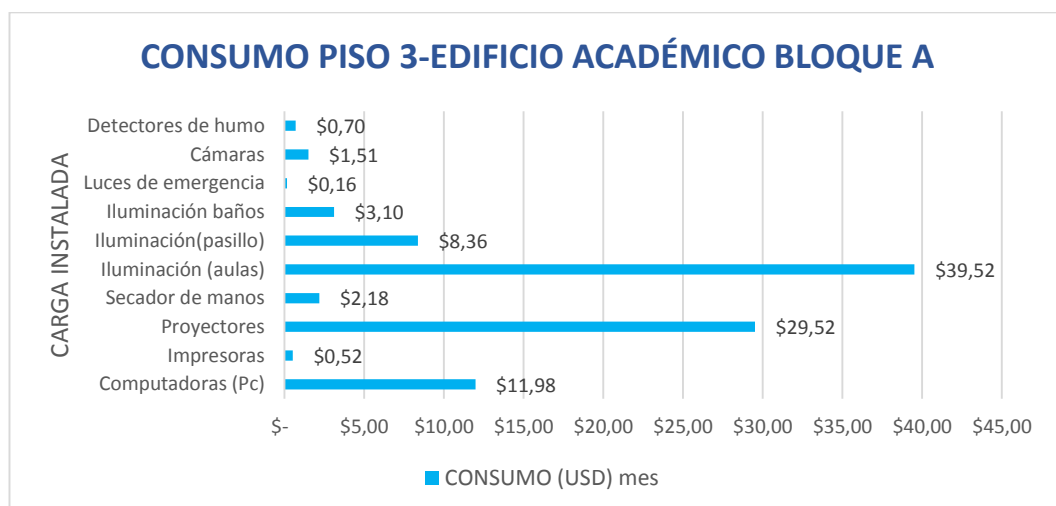


Gráfico No 38: Consumo eléctrico tercer piso, aulas C1-C12 junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

En el tercer piso, se determina que los valores de mayor consumo diario son generados por la iluminación de las aulas con 22,45 kWh día, equivalente a 449,06 kWh mes, representando \$ 39,52. Este piso registró 309 dispositivos de consumo, con una demanda máxima de 1100,57 kWh día, representando un costo de \$97,55 para el mes de junio en 2019.

Tabla No 40: Consumo eléctrico junio 2019 cuarto piso: Consejo Académico, bloque de aulas D1-D8

Consumo Piso 4-Edificio Académico Bloque A								
Carga instalada	Cant	P (W)	CIR (W)	DM (kW h)	Horas mes	DM (kWh) mes	Consumo (USD) mes	% Gasto
Computadoras (Pc)	12	250	3000	2,97	168	498,96	43,91	35,89%
Impresoras	2	150	300	0,30	60	17,82	1,57	1,28%
Proyectores	8	280	2240	2,22	120	266,11	23,42	19,14%
Secador de manos	2	1000	2000	1,98	12,5	24,75	2,18	1,78%
Iluminación oficinas	40	20	800	0,79	140	110,88	9,76	7,98%
Iluminación (aulas)	160	18	2880	2,85	120	342,14	30,11	24,61%
Iluminación(pasillo)	26	20	520	0,51	144	74,13	6,52	5,33%
Iluminación baños	18	18	324	0,32	96	38,49	2,71	2,22%
Luces de emergencia	4	30	120	0,12	15	1,78	0,16	0,13%
Cámaras	4	6	24	0,02	720	17,11	1,51	1,23%
Detectores de humo	10	0,8	8	0,01	720	5,70	0,50	0,41%
	286			12,09		1397,88	122,34	100%

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

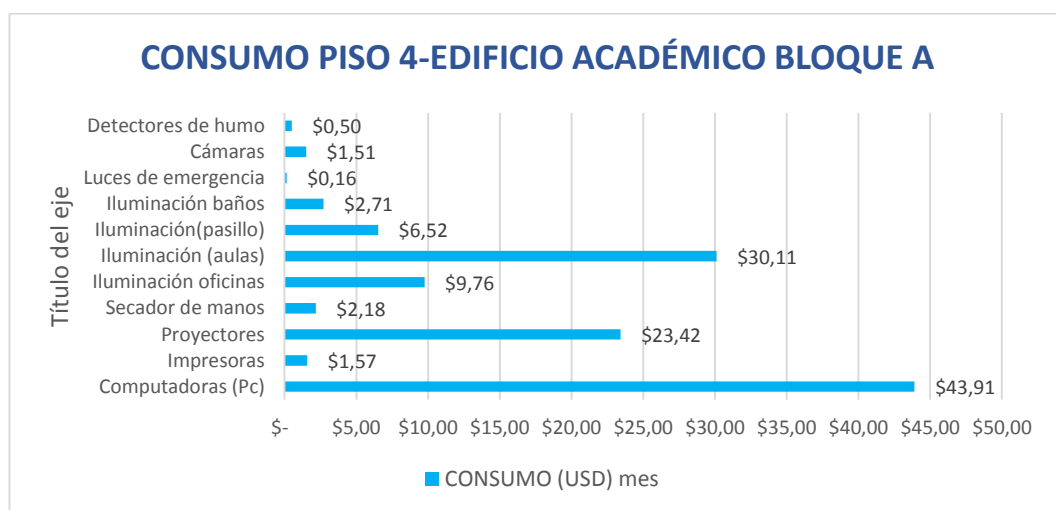


Gráfico No 39: Consumo cuarto piso, Consejo Académico junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Los resultados calculados en el cuarto piso del edificio Bloque A, determinan que los valores de mayor consumo diario son generados por computadoras de escritorio

con 23,76 kWh día, equivalente a 498,96 kWh mes, representando \$ 43,91 al mes. Además, la iluminación de las aulas genera un consumo de 17,10 kWh día, equivalente a 342,14 kWh mes, que representa \$ 30,11. Este piso registró 286 dispositivos de consumo, con una demanda máxima de 1397,88 kWh al mes, representando \$ 122,34 para junio de 2019. **Análisis:** En este piso funcionan el Consejo Académico y bloque de aulas; la variación se da por el tiempo que permanecen los directivos, asistentes y secretarías, mientras el consumo de energía eléctrica en las aulas es según la planificación curricular de la universidad.

Tabla No 41: Consumo eléctrico junio 2019: Data Center

Data Center-Terraza-Edificio Académico Bloque A								
Carga instalada	Cant	P (W)	CIR (W)	DM (kW h)	Horas mes	DM (kWh) mes	Consumo (USD) mes	% Gasto
Computadoras (Pc)	3	250	750	0,74	168	124,74	10,98	2,09%
Iluminación exterior	20	50	1000	0,99	300	297,00	26,14	4,97%
Cámaras	3	6	18	0,02	720	12,83	1,13	0,21%
Iluminación oficinas	12	18	216	0,21	120	25,66	2,26	0,43%
Tv Led	1	130	130	0,13	160	21,62	1,90	0,36%
Aire acondicionado	1	450	450	0,45	720	320,76	28,23	5,37%
UPS	1	6000	6000	5,94	720	4276,80	376,36	71,53%
Servidores	6	160	960	0,95	720	684,29	60,22	11,45%
Reflectores	4	150	600	0,59	360	213,84	18,82	3,58%
Detectores de humo	2	0,8	1,6	0,002	720	1,14	0,10	0,02%
	53			10,02		5978,68	526,12	100%

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

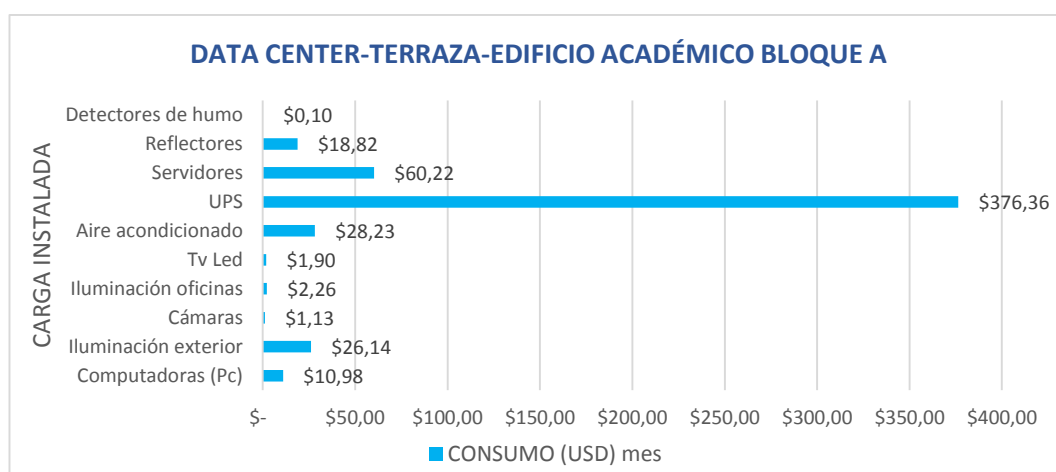


Gráfico No 40: Consumo eléctrico data center, junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

En el data-center, los resultados calculados determinan que el UPS tiene los valores de mayor consumo diario con 142,76 kWh al día, equivalente a 4276,80 kWh por mes, representando \$ 376,36 mes, debido a que trabaja 24 horas diarias; los servidores generan un consumo de 22,80 kWh por día, equivalente a 684,29 kWh mes, representando \$ 60,22. Esta sección registró 53 dispositivos de consumo, con una demanda máxima de 5978,68 kWh mes, representando un costo de \$526,12 en el mes de junio de 2019. **Análisis:** Aquí se hace referencia la existencia de servidores, aire acondicionado, computadoras y otros que utilizan energía eléctrica interrumpidamente.

Tabla No 42: Consumo eléctrico junio 2019: laboratorios de ingeniería industrial

Consumo Laboratorios y Talleres de Ingeniería Industrial								
Carga instalada	Cant	P (W)	CIR (W)	DM (kW h)	Horas mes	DM (kWh) mes	Consumo (USD) mes	% Gasto
Computadoras (Pc)	2	250	500	0,50	120	59,40	5,23	6,78%
Iluminación (aulas)	124	18	2232	2,21	120	265,16	23,33	30,25%
Iluminación(pasillo)	30	20	600	0,59	144	85,54	7,53	9,76%
Máquinas y equipos	7	6500	45500	45,05	10	450,45	39,64	51,39%
Luces de emergencia	2	30	60	0,06	15	0,89	0,08	0,10%
Cámaras	3	6	18	0,02	720	12,83	1,13	1,46%
Detectores de humo	4	0,8	3,2	0,00	720	2,28	0,20	0,2602%
	172			48,42		876,55	77,14	100%

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

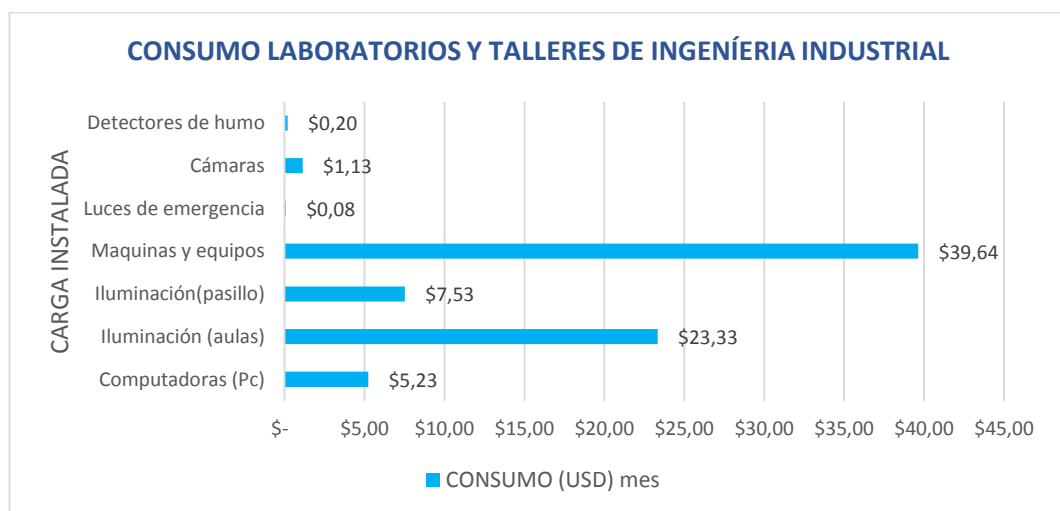


Gráfico No 41: Consumo eléctrico laboratorios de ingeniería industrial, junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Los resultados calculados en los laboratorios de ingeniería industrial determinan que los valores de mayor consumo diario, son generados por las máquinas y equipos instalados en los laboratorios con 45,045 kWh al día, equivalente a 450,45 kWh por mes, representando \$ 39,64. Esta sección del campus registró 172 dispositivos de consumo, con una demanda máxima de 876,55 kWh mes, representando un costo de \$ 77,14 para junio de 2019. **Análisis:** En esta área, los elementos de consumo que utilizan intermitentemente energía eléctrica corresponden a cámaras de seguridad y detectores de humo; pero los equipos y maquinaria que se utilizan en los laboratorios si funcionarían continuamente generarían mayor consumo eléctrico en esta área, actualmente son dispositivos cuyo uso no es permanente.

Tabla No 43: Consumo eléctrico junio 2019: centro de investigación y biología

Consumo Centro de Investigación Biodiversidad								
Carga instalada	Cant	P (W)	CIR (W)	DM (kW h)	Horas mes	DM (kWh) mes	Consumo (USD) mes	% Gasto
Computadora	1	250	250	0,248	120	29,70	2,61	3,86%
Iluminación (aulas)	36	18	648	0,642	120	76,98	6,77	32,47%
Iluminación(pasillo)	8	20	160	0,158	100	15,84	1,39	8,02%
Luces de emergencia	1	30	30	0,030	15	0,45	0,04	1,50%
Cámaras	1	6	6	0,006	720	4,28	0,38	0,30%
Enfriador	1	900	900	0,891	720	641,52	56,45	45,10%
Detectores de humo	2	0,8	1,6	0,002	720	1,14	0,10	0,08%
	50			1,976		769,91	67,75	91%

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

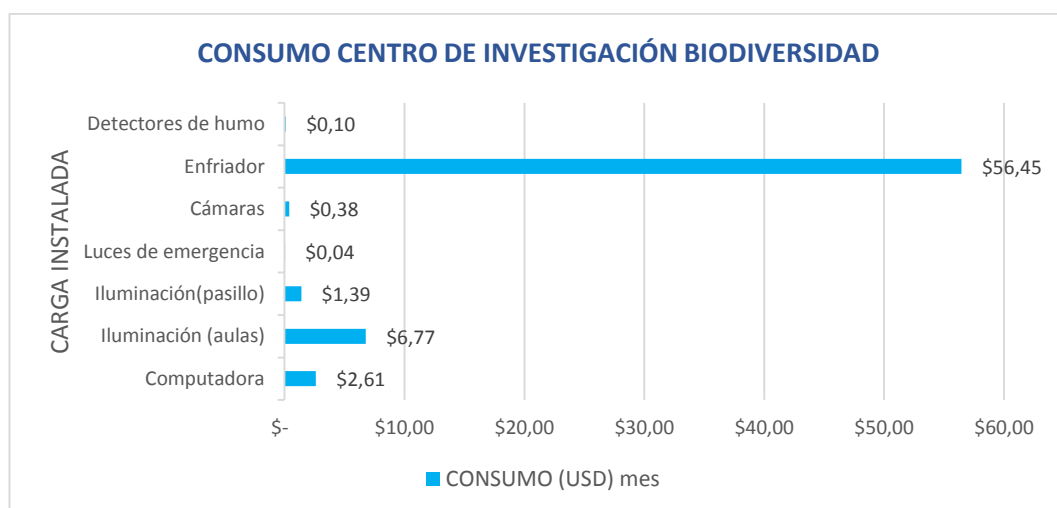


Gráfico No 42: Consumo centro de investigación y biodiversidad, junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Los resultados calculados en el centro de investigación de biodiversidad determinan que el mayor consumo diario es generado por el enfriador instalado en el laboratorio, con 21,38 kWh día, que equivalen a 641,52 kWh mes, representando \$ 56,45 mes. A continuación, la iluminación del laboratorio genera un consumo de 3,84 kWh diarios, equivalente a 76,98 kWh mes, representando \$6,77. Este ambiente registró 50 dispositivos de consumo, con una demanda máxima de 27,70 kWh, lo que da un costo de \$ 67,75 en el mes de junio del 2019. **Análisis:** En este ambiente el enfriador de muestras utiliza energía eléctrica interrumidamente, es utilizado constantemente entre las actividades que se desarrollan en esta área.

Tabla No 44: Consumo eléctrico junio 2019: auditorio

Consumo Auditorio								
Carga instalada	Cant	P (W)	CIR (W)	DM (kW h)	Horas mes	DM (kWh) mes	Consumo (USD) mes	% Gasto
Computadoras (Pc)	2	250	500	0,50	84	41,58	3,66	10,33%
Iluminación interior	50	18	900	0,89	84	74,84	6,59	18,59%
Proyectores	1	320	320	0,32	84	26,61	2,34	6,61%
Iluminación (pasillo)	30	20	600	0,59	84	49,90	4,39	12,39%
Secador de manos	2	1000	2000	1,98	10	19,80	1,74	41,32%
Iluminación baños	24	18	432	0,43	80	34,21	3,01	8,92%
Cámaras	4	6	24	0,02	720	17,11	1,51	0,50%
Luces de emergencia	2	30	60	0,06	15	0,89	0,08	1,24%
Detectores de humo	6	0,8	4,8	0,00	720	3,42	0,30	0,10%
	121			4,79		268,37	23,62	100%

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

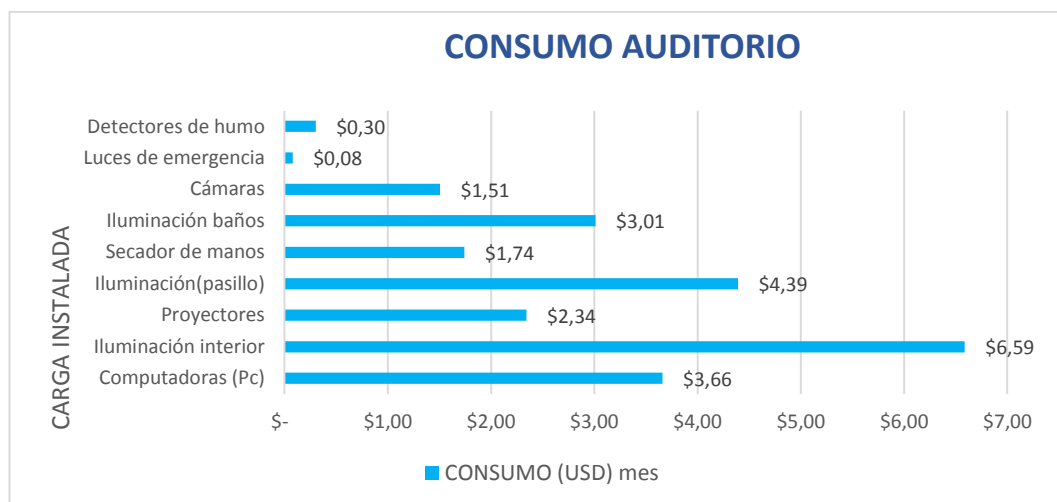


Gráfico No 43: Consumo eléctrico auditorio, junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

En el auditorio, los resultados obtenidos determinan que los valores de mayor consumo diario son generados por la iluminación interior, con 6,23 kWh diarios, equivalente a 74,84 kWh por mes, representando \$ 6,59 al mes, y la iluminación de los pasillos, que genera un consumo de 4,15 kWh día, equivalente a 49,90 kWh al mes, representando \$ 4,39. Este ambiente registró 121 dispositivos de consumo, con una demanda máxima de 268,37 kWh al mes, lo que genera un costo de \$23,62 en el mes de junio del 2019. **Análisis:** Esta área tiene un uso relativamente menor y menos constante que en otras áreas del campus universitario, el uso de energía eléctrica se da cuando existen charlas, conferencias, seminarios u otro acto académico, los cuales a su vez.

Tabla No 45: Consumo eléctrico junio 2019: Bar El Campus

Consumo Bar El Campus								
Carga instalada	Cant	P (W)	CIR (W)	DM (kW h)	Horas mes	DM (kWh) mes	Consumo (USD) mes	% Gasto
Computadoras (Pc)	1	250	250	0,25	175	43,31	3,81	1,78%
Impresoras	1	150	150	0,15	50	7,43	0,65	0,30%
Tv led	2	350	700	0,69	175	121,28	10,67	4,97%
Enfriadores	2	800	1600	1,58	720	1140,48	100,36	46,75%
Equipos	6	600	3600	3,56	250	891,00	78,41	36,52%
Iluminación interior	50	18	900	0,89	175	155,93	13,72	6,39%
Iluminación pasillo	30	20	600	0,59	100	59,40	5,23	2,43%
Luces de emergencia	2	30	60	0,06	15	0,89	0,08	0,04%
Cámaras	4	6	24	0,02	720	17,11	1,51	0,70%
Detectores de humo	5	0,8	4	0,00	720	2,85	0,25	0,12%
	103			7,81		2439,67	214,69	100%

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

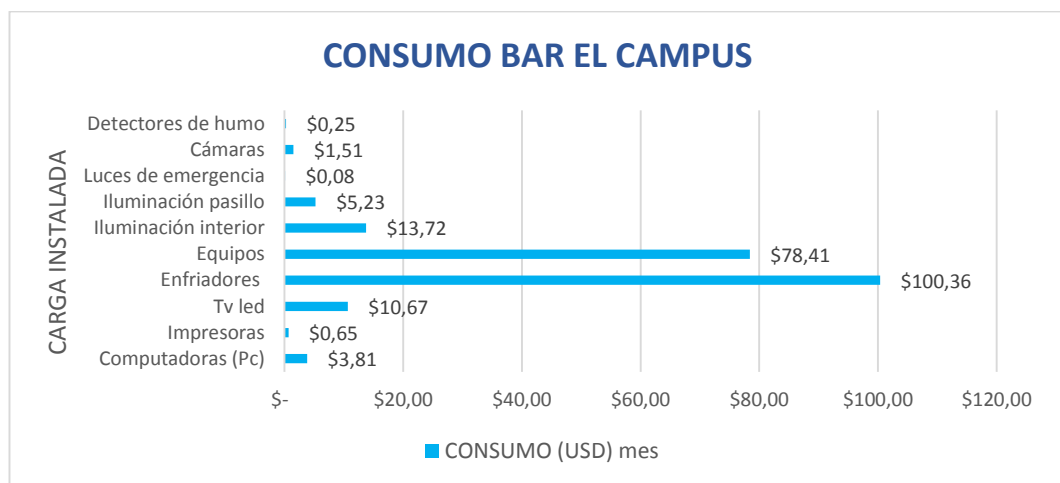


Gráfico No 44: Consumo eléctrico bar del campus, junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Los resultados calculados determinan que los valores de mayor consumo diario en el bar del Campus son generados por los equipos y enfriadores instalados en la cocina y comedor, con 73,65 kWh al día, equivalente a 2031,48 kWh por mes, representando \$ 178,7 al mes; Este ambiente registró 103 dispositivos de consumo, con una demanda máxima de 2439,67 kWh día, representando un costo de \$214,69 en el mes de junio del 2019. **Análisis:** En este ambiente existen enfriadores y congeladores son los dispositivos de mayor consumo eléctrico. Sin embargo, equipos como los electrodomésticos o microondas se utilizan en horario diurno.

Edificio administrativo bloque B

Tabla No 46: Consumo eléctrico junio 2019: primer piso

Consumo Piso 1-Edificio Administrativo Bloque B								
Carga instalada	Cant	P (W)	CIR (W)	DM (kW h)	Horas mes	DM (kWh) mes	Consumo (USD) mes	% Gasto
Computadoras (Pc)	40	250	10000	9,90	100	990,00	87,12	55,96%
Impresoras	6	150	900	0,89	40	35,64	3,14	2,01%
Proyectores	3	280	840	0,83	120	99,79	8,78	5,64%
Iluminación interior	70	18	1260	1,25	144	124,74	10,98	7,05%
Iluminación (aulas)	220	18	3960	3,92	100	392,04	34,50	22,16%
Iluminación(pasillo)	30	20	600	0,59	144	85,54	7,53	4,84%
Luces de emergencia	3	30	90	0,09	15	1,34	0,12	0,08%
Cámaras	8	6	48	0,05	720	34,21	3,01	1,93%
Detectores de humo	10	0,8	8	0,01	720	5,70	0,50	0,32%
	390			17,53		1769,00	155,67	100%

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

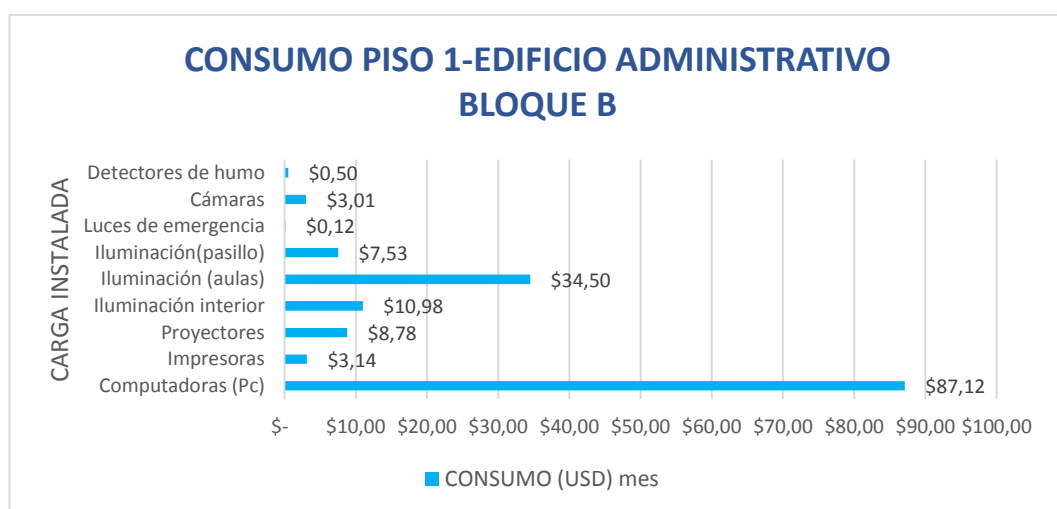


Gráfico No 45: Consumo eléctrico primer piso, junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Los resultados calculados determinan que en el primer piso del edificio Bloque B, los valores de mayor consumo diario son generados por computadoras de escritorio con 49,5 kWh al día, equivalente a 990 kWh por mes, que representan \$ 87,12 al mes, seguido de la iluminación de las aulas con 19,60 kWh al día, equivalente a 392,04 kWh por mes, representando \$ 34,50. Este piso registró 390 dispositivos de consumo, con una demanda máxima de 1769 kWh al mes, representando un costo de \$155,67. **Análisis:** En este sitio está ubicado la biblioteca y la iluminación se da durante la jornada académica; donde el uso de computadores portátiles de los estudiantes o docentes es habitual en este tipo de espacios.

Tabla No 47: Consumo eléctrico junio 2019: segundo piso

Consumo Piso 2-Edificio Administrativo Bloque B								
Carga instalada	Cant	P (W)	CIR (W)	DM (kWh h)	Horas mes	DM (kWh) mes	Consumo (USD) mes	% Gasto
Computadoras (Pc)	50	250	12500	12,38	120	1485,0	130,68	58,75%
Impresoras	6	320	1920	1,90	96	182,48	16,06	7,22%
Secador de manos	2	1000	2000	1,98	12,5	24,75	2,18	0,98%
Iluminación oficinas	150	18	2700	2,67	192	513,22	45,16	20,30%
Iluminación (pasillo)	70	20	1400	1,39	175	242,55	21,34	9,60%
Iluminación baños	12	18	216	0,21	100	21,38	1,88	0,85%
Luces de emergencia	3	30	90	0,09	15	1,34	0,12	0,05%
Cámaras	12	6	72	0,07	720	51,32	4,52	2,03%
Detectores de humo	10	0,8	8	0,01	720	5,70	0,50	0,23%
	315			20,70		2527,74	222,44	100%

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

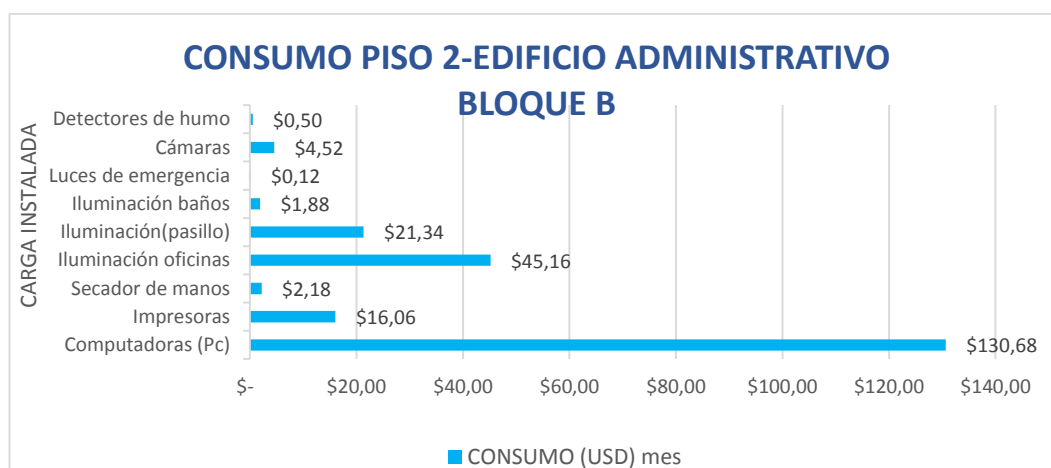


Gráfico No 46: Consumo eléctrico segundo piso, junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Los resultados calculados determinan que los valores de mayor consumo diario son generados por computadoras de escritorio, con 61,87 kWh al día, equivalente a 1485 kWh mes que representan \$ 130,68 mes, además, la iluminación de las oficinas genera 21,38 kWh día, representando 513,22 kWh al mes. Este piso registró 315 dispositivos de consumo, con una demanda máxima de 2527,74 kWh mes, representando un costo de \$222,44 en el mes de junio del 2019. **Análisis:** En este piso existe mayor consumo de energía eléctrica porque aquí están ubicadas las áreas de secretaria, colecturía, sala de profesores por lo cual el uso de equipos de oficina, computación e iluminación según el horario académico.

Tabla No 48: Consumo eléctrico junio 2019: tercer piso

Consumo Piso 3-Edificio Administrativo Bloque B								
Carga instalada	Cant	P (W)	CIR (W)	DM (kW h)	Horas mes	DM (kWh) mes	Consumo (USD) mes	% Gasto
Computadoras (Pc)	6	250	1500	1,49	120	178,2	15,68	17,95%
Impresoras	1	150	150	0,15	20	2,97	0,26	0,30%
Proyectores	10	280	2800	2,77	120	332,64	29,27	33,51%
Secador de manos	2	1000	2000	1,98	12	23,76	2,09	2,39%
Iluminación (aulas)	180	18	3240	3,21	100	320,76	28,23	32,31%
Iluminación(pasillo)	40	20	800	0,79	100	79,2	6,97	7,98%
Iluminación baños	18	18	324	0,32	80	25,6608	2,26	2,58%
Luces de emergencia	3	30	90	0,09	15	1,3365	0,12	0,13%
Cámaras	5	6	30	0,03	720	21,384	1,88	2,15%
Detectores de humo	12	0,8	9,6	0,01	720	6,84288	0,60	0,69%
	277			10,83		992,75	87,36	100%

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

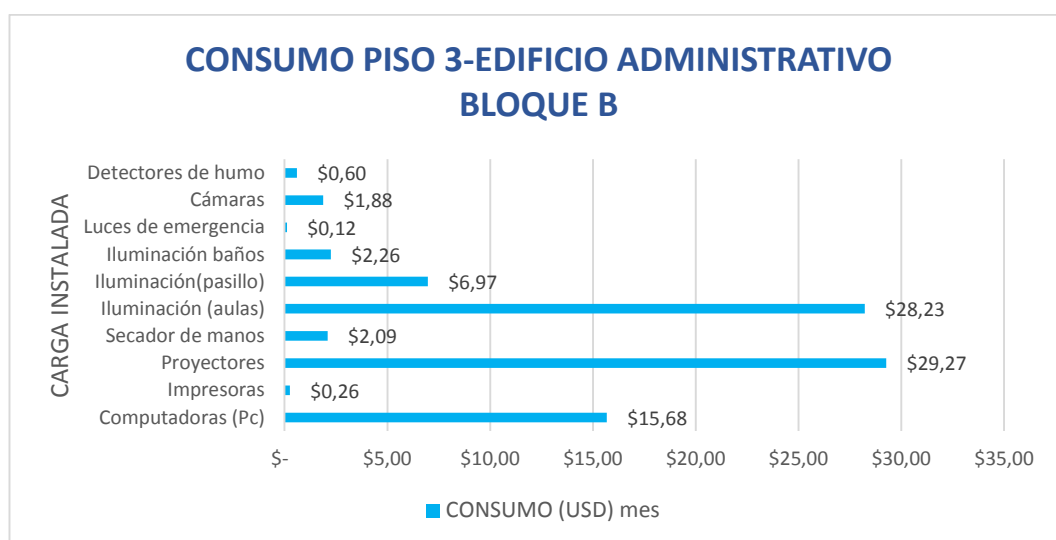


Gráfico No 47: Consumo eléctrico tercer piso, junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Para el tercer piso del edificio Bloque B, los valores de mayor consumo diario son generados por la iluminación de las aulas, con 16,038 kWh al día, equivalente a 320,76 kWh por mes, representando \$ 28,23 al mes; y por los proyectores instalados en las aulas, con 16,63 kWh al día, equivalente a 332,64 kWh mensuales, lo que representa \$ 29,27. Este piso registró 277 dispositivos de consumo, con una demanda máxima de 992,75 kWh al mes, representando un costo de \$87,36 en el mes de junio del 2019. **Análisis** – Este piso tiene menor consumo porque el centro de idiomas tiene una modalidad virtual y el tránsito de personas es reducido.

Tabla No 49: Consumo eléctrico junio 2019: cuarto piso

Consumo Piso 4-Edificio Administrativo Bloque B								
Carga instalada	Cant	P (W)	CIR (W)	DM (kW h)	Horas mes	DM (kWh) mes	Consumo (USD) mes	% Gasto
Computadoras (Pc)	4	250	1000	0,99	120	118,80	10,45	19,10%
Impresoras	3	150	450	0,45	20	8,91	0,78	1,43%
Proyectores	2	280	560	0,55	60	33,26	2,93	5,35%
Secador de manos	2	1000	2000	1,98	10	19,80	1,74	3,18%
Iluminación (aulas)	180	18	3240	3,21	100	320,76	28,23	51,57%
Iluminación(pasillo)	40	20	800	0,79	100	79,20	6,97	12,73%
Iluminación baños	18	18	324	0,32	40	12,83	1,13	2,06%
Luces de emergencia	3	30	90	0,09	15	1,34	0,12	0,21%
Cámaras	5	6	30	0,03	720	21,38	1,88	3,44%
Detectores de humo	10	0,8	8	0,01	720	5,70	0,50	0,92%
	267			8,42		621,99	54,73	100%

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

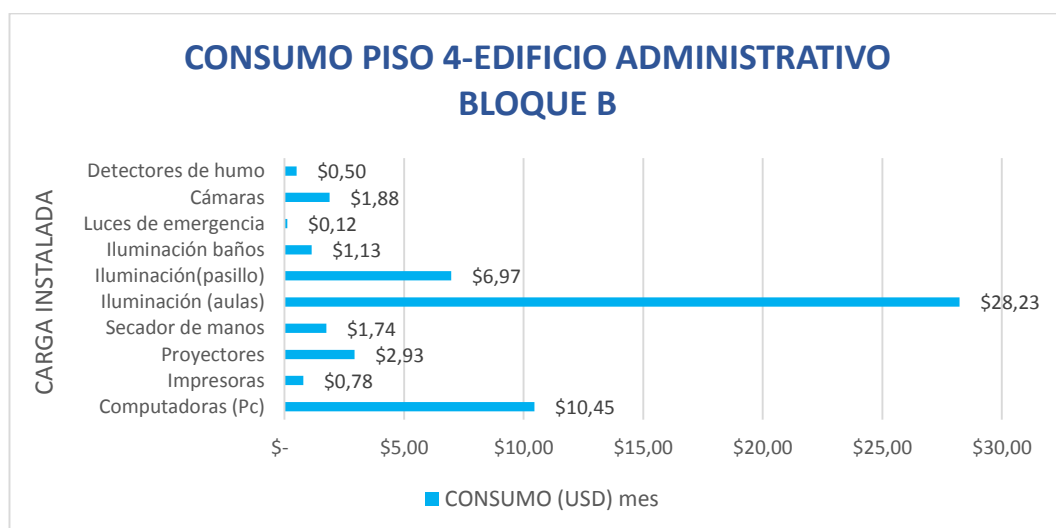


Gráfico No 48: Consumo eléctrico cuarto piso, junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Para el cuarto piso del edificio Bloque B, los valores más representativos de consumo diario son generados por la iluminación de las aulas, con 16,038 kWh al día, equivalente a 320,76 kWh por mes, que representan \$ 28,23 mensuales; y las computadoras de escritorio, que generan 5,94 kWh al día, equivalente a 118,80 kWh por mes, lo que representa \$10,45 mensuales. Este piso registró 267 dispositivos de consumo, con una demanda máxima de 621,99 kWh al día, representando un costo de \$54,73 en el mes de junio del 2019. **Análisis** – Este piso está ubicado el centro de investigación y está sujeto al horario de los investigadores, por ello, el consumo de energía eléctrica es bajo.

Tabla No 50: Consumo eléctrico junio 2019: laboratorios de computación

Carga instalada	Cant	P (W)	CIR (W)	DM (kW h)	Horas mes	DM (kWh) mes	Consumo (USD) mes	% Gasto
Computadoras (Pc)	118	250	29500	29,21	96	2803,68	246,72	83,98%
Proyectores	7	280	1960	1,94	120	232,85	20,49	6,97%
Iluminación (aulas)	124	18	2232	2,21	100	220,97	19,45	6,62%
Iluminación (pasillo)	32	20	640	0,63	125	63,36	5,58	1,90%
Luces de emergencia	2	30	60	0,06	15	0,89	0,08	0,03%
Cámaras	3	6	18	0,02	720	12,83	1,13	0,38%
Detectores de humo	7	0,8	5,6	0,01	720	3,99	0,35	0,12%
	293			34,07		3338,57	293,79	100%

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

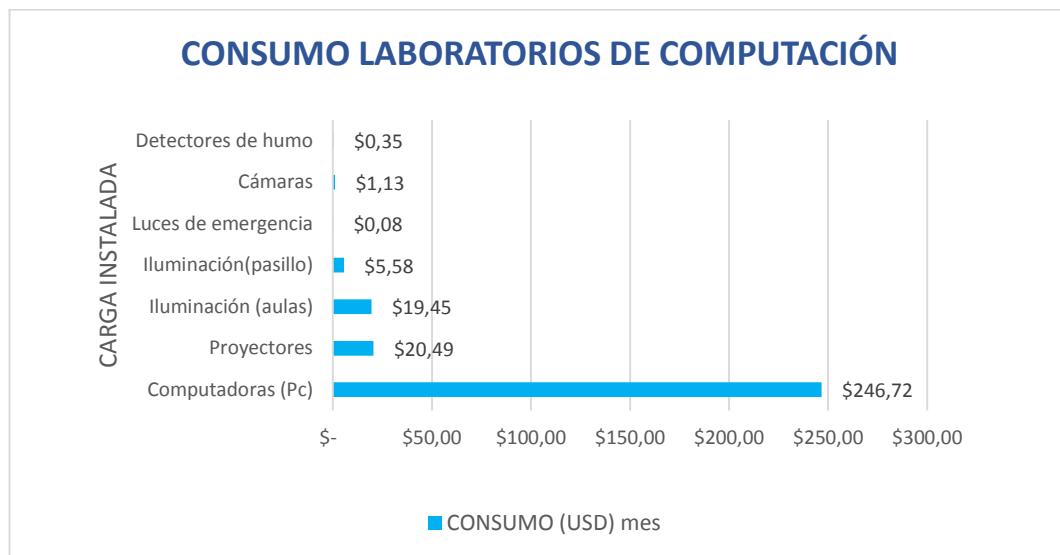


Gráfico No 49: Consumo laboratorios de computación, junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

En los laboratorios de computación los resultados calculados determinan que los valores de mayor consumo diario, son generados por las computadoras de escritorio instaladas con 116,82 kWh día, equivalente a 2803,68 kWh mes, representando \$ 246,72 mes; además la iluminación de las aulas generan un consumo de 8,83 kWh día, equivalente a 220,97 kWh mes, que representa \$ 19,45 mes. Este ambiente registró 293 dispositivos de consumo, con una demanda máxima de 3338,57 kWh mes, representando un costo de \$293,79. **Análisis:** Los laboratorios de computación integran el uso de equipos multimedia, proyectores e iluminación su uso es de acuerdo al horario y cronograma académico de actividades de las facultades de la universidad.

Análisis de consumo eléctrico por bloques

Edificio Académico Bloque A

Conformado por el centro de copiado, primer piso (bloque de aulas A1-A11), segundo piso (bloque de aulas B1-B11), tercer piso (bloque de aulas C1-C12), cuarto piso (bloque de aulas D1-D8, Consejo Académico) y Data Center, registra 1.244 dispositivos de consumo, sumando una potencia acumulada de 10911,61 kWh al mes, representando un costo de \$ 960,22 (junio 2019).

Edificio Administrativo Bloque B

Conformado por la biblioteca, auditorio, primer piso (sistemas, odontología, dirección de modalidad semipresencial), segundo piso (sala de docentes, secretaria general, colecturía), tercer piso (bloque de aulas B1-B11), tercer piso (bloque de aulas F1-F9), y cuarto piso (centro de investigación, aulas G1-G2), registra 1.370 dispositivos de consumo, sumando una potencia acumulada de 6179,85 kWh mes, que representan un costo de \$ 543,82 (junio 2019).

Laboratorios de Ingeniería Industrial y centro de investigación

Lo conforman los laboratorios de Ingeniería Industrial, centro de biodiversidad, y el bar de la universidad, que registran en conjunto 325 dispositivos de consumo, sumando una potencia acumulada de 4086,12 kWh mes, lo que representa un costo de \$ 359,57 (junio 2109).

Laboratorios de computación

Finalmente, los laboratorios de computación (Lab 1- Lab 6) tienen 293 dispositivos de consumo eléctrico, con una potencia acumulada de 3338,57 kWh mes, que representan un costo de \$ 293,794 (junio 2019).

Confianza de datos

El consumo mensual de los dispositivos registrados durante la investigación en el mes de junio 2019, es de 24516.14 kWh al mes, mientras que en las planillas de la empresa eléctrica, en el mismo período (mes de junio 2019), en el medidor ABB 90002031, se registran 15432,8 kWh de consumo eléctrico, que representan un costo de \$ 1.317,61, y en el medidor ABB 90000755 se registran 9775,59 kWh, que representa un costo de \$ 837,39.

Potencia de consumo

Cuando se analizó la potencia acumulada, o potencial, se encontró que las máquinas y equipos, entre los cuales se tiene al UPS, aire acondicionado, enfriadores y máquinas industriales, pese a ser las de menor número, ocupan el primer puesto, con 4086,12 kWh, representando \$ 359,57 en el mes de junio. Suponiendo que todos los elementos se encendieran simultáneamente por elevados periodos de tiempo, la mayor carga de consumo provendría de las máquinas y equipos existentes en la universidad.

La categoría de equipos multimedia (computadoras) es la principal causa de consumo dentro del campus universitario, con 254 dispositivos de consumo que generan un consumo eléctrico de 6757,45 kWh, equivalente a un 27,56 % del total del consumo eléctrico. A continuación, las fuentes lumínicas son los dispositivos más numerosos, con 2628 dispositivos, que generan un consumo de 6170,45 kWh, equivalente a 25,17% del consumo eléctrico total.

Análisis comparativo por área o bloques

El área que registró un mayor potencial acumulado fue la del Edificio Académico Bloque A, que incluye el ascensor del edificio, el centro de copiado, bloques de aulas, impresoras, computadoras del Consejo Académico y Data Center, en el cual se encuentra instalado el UPS, generando un consumo de 10911,61 kWh en el mes de junio. El área con segundo mayor consumo fue el Edificio Administrativo Bloque B. Los datos analizados indican que la biblioteca, el auditorio, la sala de docentes, secretaría y centro de idiomas generan el mayor consumo eléctrico, debido al permanente uso las fuentes lumínicas y computadoras que trabajan continuamente durante el día (6179,85 kWh mes).

Finalmente, los laboratorios de computación (lab1-lab6) generaron 3338,57 kWh en el mes de estudio (junio 2019). Cabe mencionar que el área de equipos, máquinas y enfriadores de los laboratorios de Ingeniería Industrial, centro de biodiversidad y bar del campus, tienen una potencia acumulada y consumo eléctrico considerable de 4086,12 kWh al mes, que dependen del tiempo de trabajo, por lo cual si estos dispositivos instalados incrementan sus horas de trabajo diario, también incrementará el consumo eléctrico en esta área.

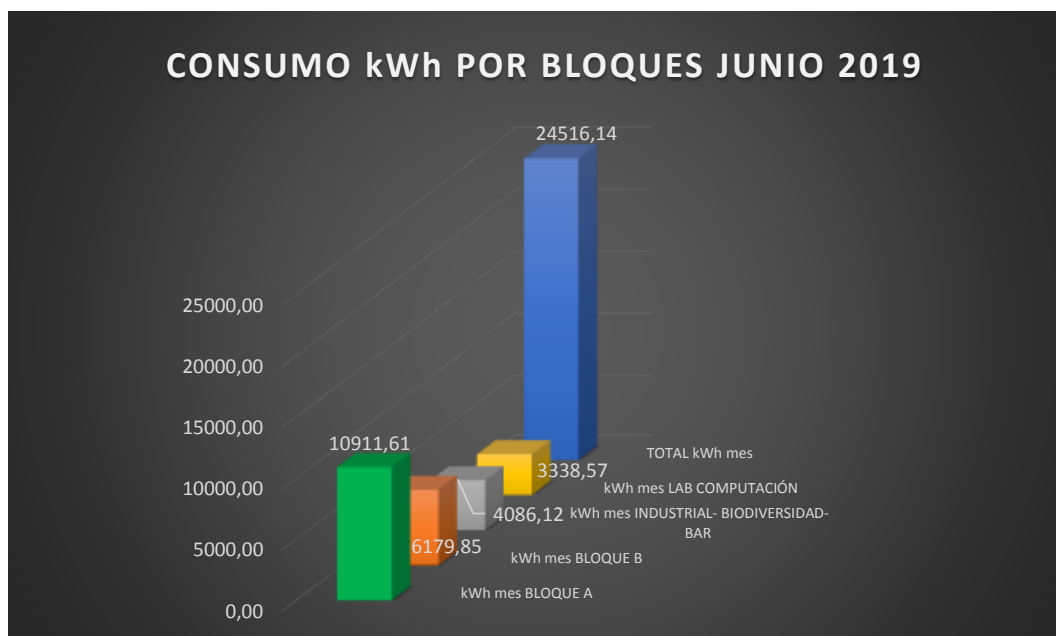


Gráfico No 50: Consumo kWh por bloques, junio 2019
Fuente: El Investigador
Elaborado por: El Investigador

El Gráfico No 50 describe el consumo eléctrico por cada bloque o área, generado durante el mes de junio del 2019, el consumo más alto es generado por el Edificio académico bloque A, con 10911,61 kWh. El bloque que genera menor consumo durante este mes fue el de los laboratorios de computación (lab1-lab 6), con 3338,57 kWh. El consumo total generado por todos los bloques de la universidad tiene un valor de 24516,14 kWh.

Análisis de las planillas de luz del mes de estudio (junio 2019)

El mes en estudio corresponde a junio del 2019. Según el pliego tarifario en este mes para el medidor 90002031, el valor de demanda es de \$ 2,75 por cada kWh de demanda facturable como mínimo de pago, y el valor de comercialización es de \$1,41. La tasa de recolección de basura es de \$292,59, y el rubro por contribución para los bomberos es de \$5,91. Para el medidor 90000755, por su parte, el valor de demanda es de \$ 2,50 por cada kWh de demanda facturable como mínimo de pago, el valor de comercialización es de \$1,41, la tasa de recolección de basura es de \$185,99, y el rubro por contribución para los bomberos es de \$5,91.

Detalle suministro 2000119117354

Tabla No 51: Detalle de la planilla del mes de junio suministro 2000119117354

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid.	Valores
07h00-18h00	772817,90	761772,80	11266,00	kWh	991,41
18h00-22h00	188967,40	187086,80	1918,21	kWh	168,80
22h00-07h00	255746,20	253541,70	2248,59	kWh	157,40
Reactiva	150742,50	150188,80	553,70	kVAr	0,00
Demanda 07h00 -18h00	56,26		56,26	kW	0,00
Demanda 18h00 -22h00	37,11		37,11	kW	37,11
Demanda 22h00 -07h00	23,98		23,98	kW	23,98
Demanda Facturable	57,39		57,39	kW	158,31

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

A partir de los datos de la Tabla No 52, se procede a realizar el cálculo del valor a pagar por el servicio eléctrico, como se muestra en la Tabla No 53. El valor consumo se calcula de la suma de los valores de consumo en los tres horarios y la demanda facturable.

$$\Sigma \text{consumo} = (991,41 + 168,80 + 157,40 + 158,31)$$

El total facturado por el servicio eléctrico, el alumbrado público y otros pagos adicionales es de \$1901,99.

Tabla No 52: Valores a pagar por el servicio eléctrico del mes de junio

1.1 SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG	
Valor Consumo	1317,61
Demanda	158,31
Comercialización	1,41
I.V.A (0%)	0
SUBTOTAL SERVICIO ELÉCTRICO (SE)	1477,33
Servicio. Alum. Pub.	126,16
SUBTOTAL (SE) y (AP)	1603,49
Tasa recolección de basura	292,59
Contribución bomberos	5,91
TOTAL SE Y AP Y OTROS (1)	1901,99

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

El factor de potencia es de 0,99, por lo que está dentro del rango establecido ($0,92 < F_p < 1$) y no existe penalización alguna.

Detalle suministro 200012951188

Tabla No 53: Detalle de la planilla del mes de junio suministro 200012951188

Descripción	Actual	Anterior	Consumo	Unid.	Valores
07h00-18h00	223109,46	215655,31	7603,23	kWh	669,08
18h00-22h00	37093,26	36208,73	902,22	kWh	79,40
22h00-07h00	49625,51	48380,27	1270,14	kWh	88,91
Reactiva	84009,86	83042,87	966,99	kVAr	0,00
Demanda 07h00 -18h00	39,17		39,17	kW	0,00
Demanda 18h00 -22h00	20,06		20,06	kW	0,00
Demanda 22h00 -07h00	18,00		18,00	kW	0,00
Demanda Facturable	39,17		39,95	kW	100,24

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

A partir de los datos de la Tabla 45, se procede a realizar el cálculo del valor a pagar por el servicio eléctrico, como se muestra en la Tabla 46. El valor consumo se calcula de la suma de los valores de consumo en los tres horarios y la demanda facturable.

$$\Sigma \text{consumo} = (669,08 + 79,40 + 88,91 + 100,24)$$

El total facturado por el servicio eléctrico, el alumbrado público y otros pagos adicionales es de \$1211,13.

Tabla No 54: Valores a pagar por el servicio eléctrico del mes de junio

1.1 SERVICIO ELÉCTRICO Y SAPG	
Valor Consumo	837,650
Demanda	100,24
Comercialización	1,41
I.V.A (0%)	0
SUBTOTAL SERVICIO ELÉCTRICO (SE)	939,30
Servicio. Alum. Pub.	80,19
SUBTOTAL (SE) y (AP)	1019,49
Tasa recolección de basura	185,99
Contribución bomberos	5,91
TOTAL SE Y AP Y OTROS (1)	1211,13

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

El factor de potencia según las planillas de pago de la universidad es de 0,99, por lo que está dentro del rango requerido ($0,92 < Fp < 1$), y no existe penalización alguna.

Información y detalle del consumo energético de la UTI sede quito durante el año 2018.

Utilizando como referencia la información del consumo energético de la UTI, sede Quito, recolectada de las planillas de pago durante el año 2018, se puede observar el siguiente comportamiento a través de dicho año:

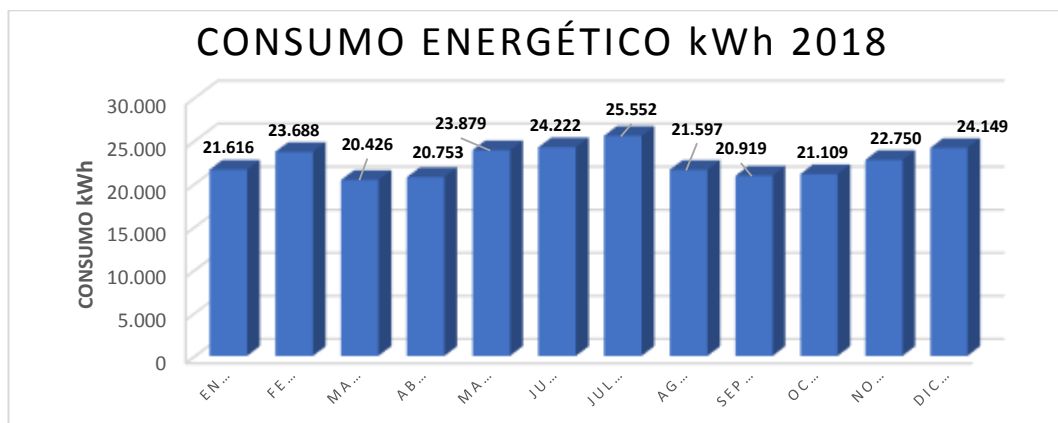


Gráfico No 51: Consumo energético kWh 2018

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Al observar el consumo energético del 2018, los meses de menor consumo son los correspondientes a los meses de enero, marzo y septiembre, los cuales coinciden con los meses en que la universidad no se encuentra laborando en sus actividades normales, correspondientes a periodos de vacaciones tanto de año nuevo como el periodo de verano. En el mes de julio, por el contrario, se genera el consumo más elevado del año, con un total de 25.552 kWh, seguido de los meses de junio, mayo, febrero y diciembre, que corresponden a los meses donde se realizan actividades académicas a plena carga eléctrica, lo que explica los valores de consumo relativamente altos registrados en estos meses.

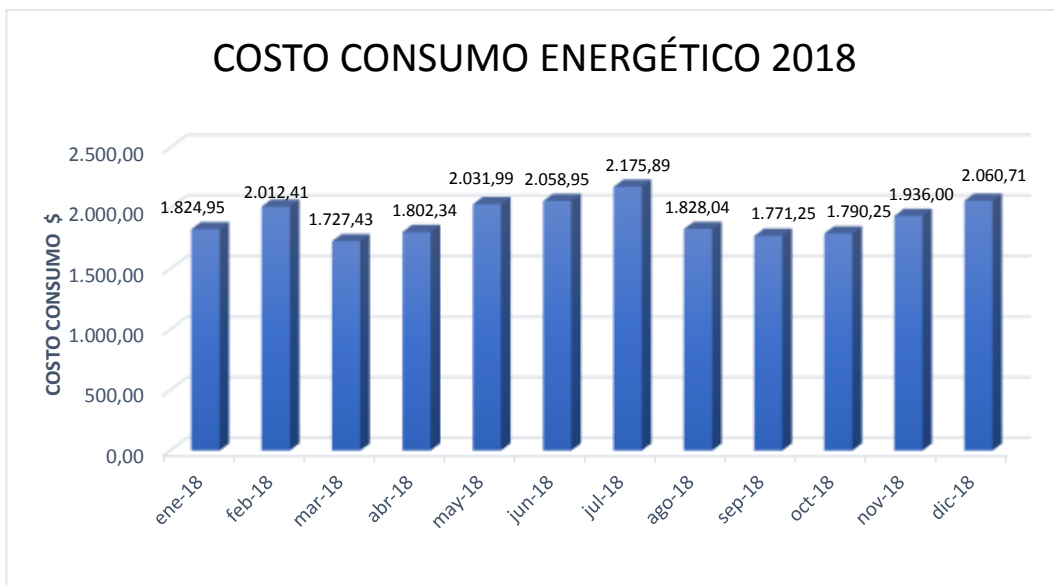


Gráfico No 52: Costo consumo energético 2018

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

En el Gráfico No 51 se muestra las gráficas del valor de consumo energético correspondiente a cada mes del año 2018. Como se puede observar, estos valores guardan cierta similitud con las gráficas mostradas en el Gráfico No 52. De esta manera, se puede inferir que el valor de consumo será más alto si el consumo en kWh es mayor.

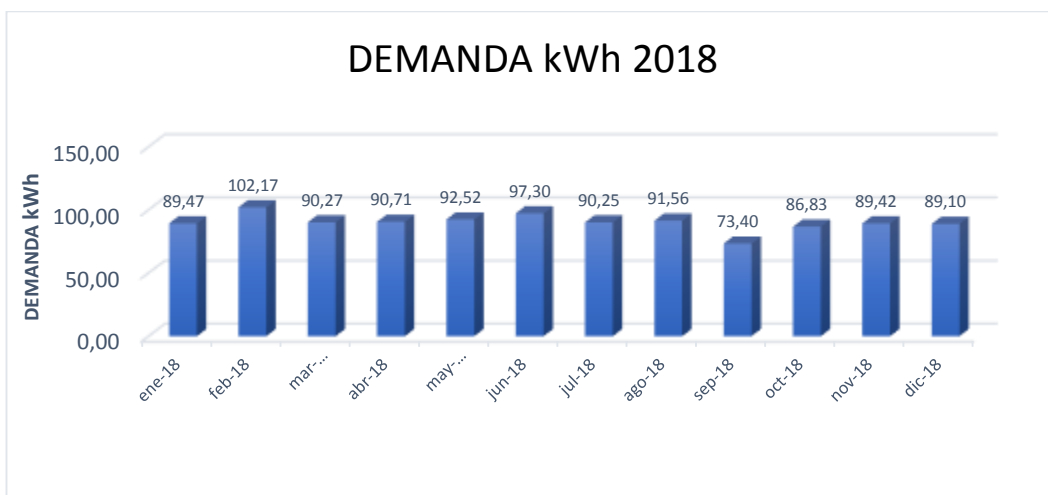


Gráfico No 53: Demanda 2018

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

La demanda facturable es mucho mayor en el mes de febrero, es decir que durante el año, a pesar de que el consumo energético total ha sido mayor en el mes de julio, en junio la demanda energética ha sido superior. Por otro lado, los datos revelan que en septiembre, la demanda fue significativamente menor.



Gráfico No 54: Costo de la demanda 2018

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Los costos más representativos se dan al inicio y mediados de cada semestre en el año. En cambio, el de menor costo es septiembre, mes en los cuales los estudiantes se encuentran en vacaciones, y las actividades académicas o administrativas no se realizan con los dispositivos de consumo funcionando a plena carga.

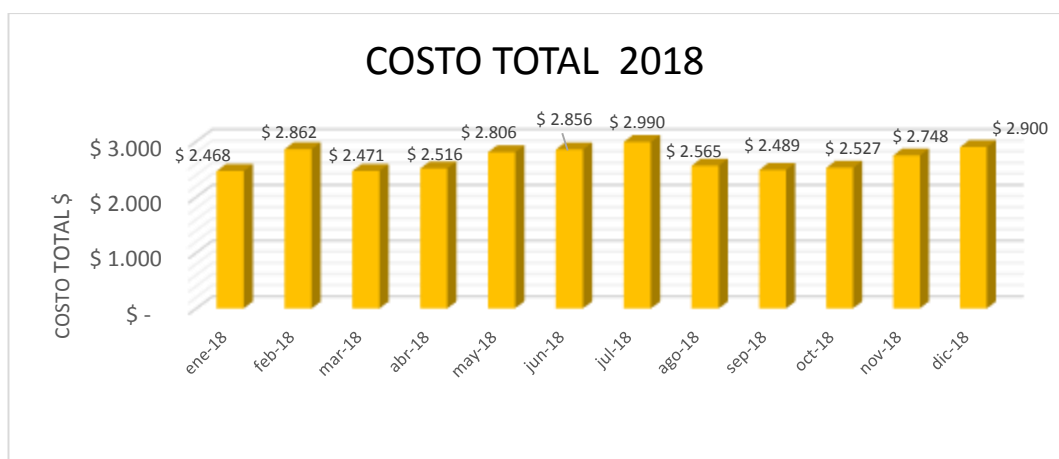


Gráfico No 55: Costo total 2018

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

El costo total de la demanda detallada en las planillas de consumo energético de la UTI, sede Quito, durante el 2018, indica que el valor más alto de consumo fue en el mes de julio, con un total de \$ 2.989,86. Por otra parte, el menor valor de consumo registrado en el 2018 se tiene en el mes de enero, con un total de \$ 2.468,26.

Información y detalle del consumo energético de la UTI sede Quito durante el primer semestre del año 2019.

Basándose en la información del consumo energético de la UTI, sede Quito, obtenida de las planillas de pago durante el primer semestre (enero-junio) del año 2019, se observa el siguiente comportamiento:

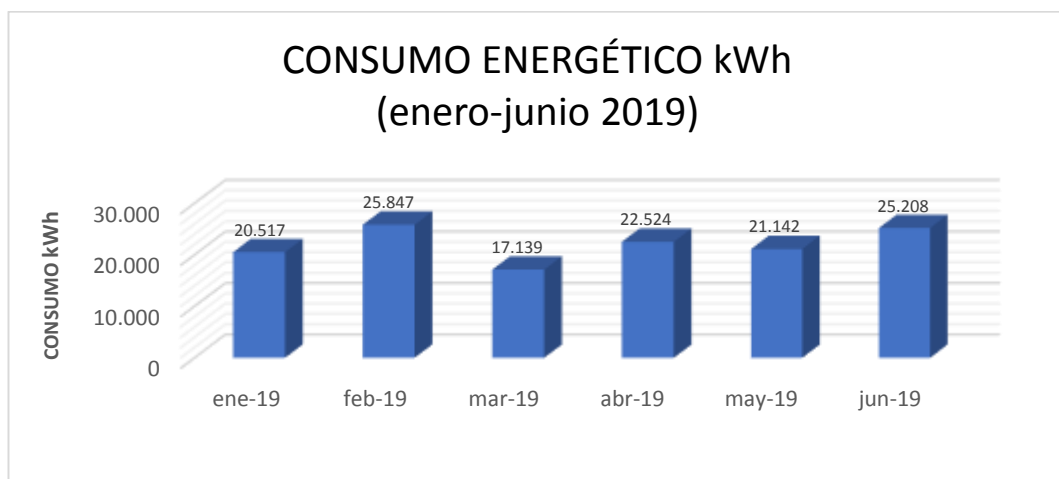


Gráfico No 56: Consumo energético (enero-junio 2019)

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Al observar el consumo energético del primer semestre del año 2019, los meses de menor consumo son corresponden a enero y marzo, los cuales coinciden con los meses en que la universidad no se encuentra laborando en sus actividades normales, debido a periodos de vacaciones de año nuevo o verano. En el mes de febrero, en contraste, se genera el consumo más elevado, con 25.847 Kw, seguido por el mes de junio. En estos meses se realizan actividades académicas a plena carga eléctrica.

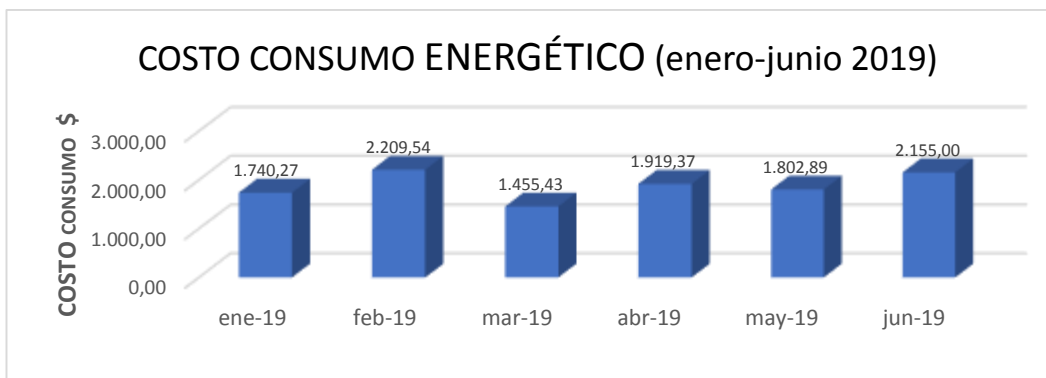


Gráfico No 57: Costo consumo energético (enero-junio 2019)

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

En el Gráfico No 56 se muestra las gráficas del valor de consumo energético correspondiente a cada mes del primer semestre del año 2019. Como se puede observar, están relacionadas con las gráficas mostradas en el Gráfico No 56, lo que indica por tanto que el valor de consumo será más alto si el consumo en kWh es mayor.

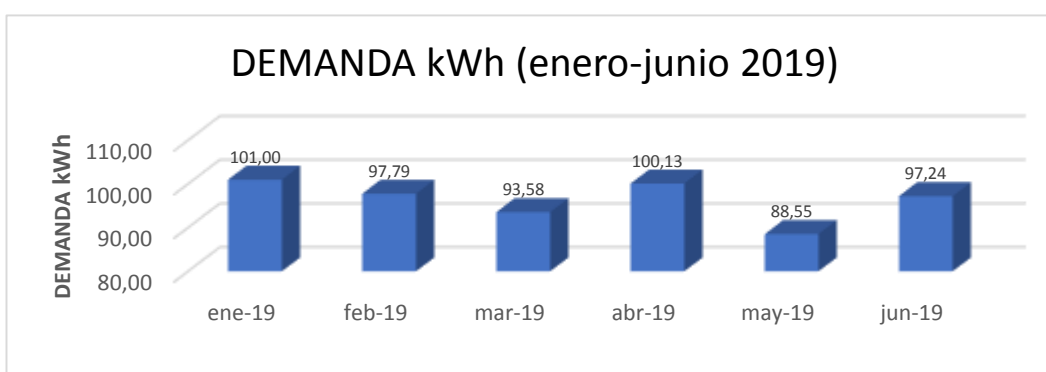


Gráfico No 58: Demanda (enero-junio 2019)

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

La demanda facturable es mucho mayor en el mes de enero, con un valor de 101 kWh, es decir que durante el primer semestre del año, a pesar de que el consumo energético ha sido mayor en el mes de febrero, en enero, la demanda energética ha sido superior. Por otro lado, en el mes de mayo la demanda facturable tiene el valor más bajo.

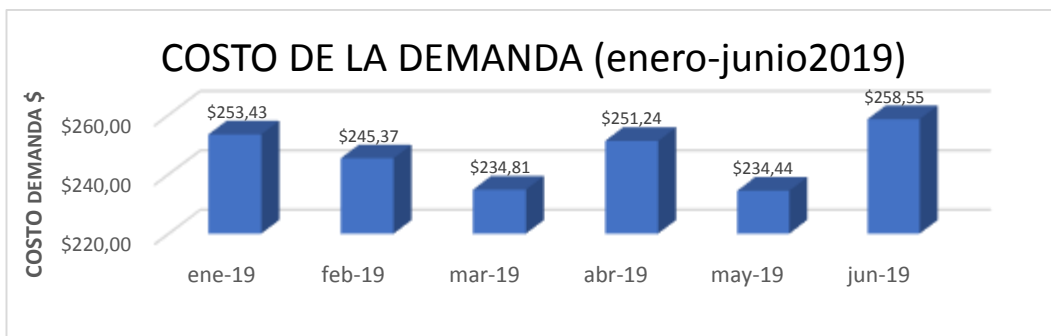


Gráfico No 59: Costo de la demanda (enero-junio 2019)

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Los costos más representativos se dan al inicio y mediados de cada semestre en el año. En cambio, el de menor costo se da en septiembre, mes en el cual los estudiantes se encuentran en vacaciones, y consecuentemente, las actividades académicas y administrativas no se realizan con los dispositivos de consumo funcionando a plena carga.

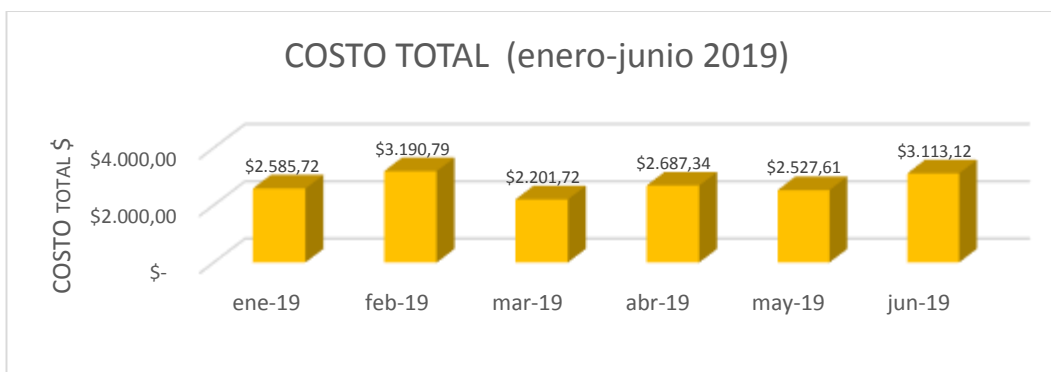


Gráfico No 60: Costo total (enero-junio 2019)

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

El costo total de la demanda detallada en las planillas de consumo energético de la UTI, sede Quito, durante el primer semestre (enero-junio) del año 2019, indica que el valor más alto de consumo eléctrico fue en el mes de febrero, con \$3.190,79, seguido por el costo del consumo del mes de junio, con \$3.113,12. A su vez, el menor valor de consumo en este semestre lo tenemos en el mes de marzo, con un valor de \$2.201,72.

Comparación del consumo energético 2018-2019

Con la información obtenida de las planillas de pago de luz, se realiza las gráficas comparativas del consumo energético de los años 2018 y 2019. Para tener valores en el segundo semestre del año 2019, se realizó proyecciones de consumo y costos, tomando en consideración los porcentajes de participación de los valores determinados en el primer semestre de este año. Teniendo en cuenta la sumatoria de los valores porcentuales de los 6 primeros meses del año (enero-junio 2019), se obtiene la media estimada necesaria para realizar la proyección requerida.

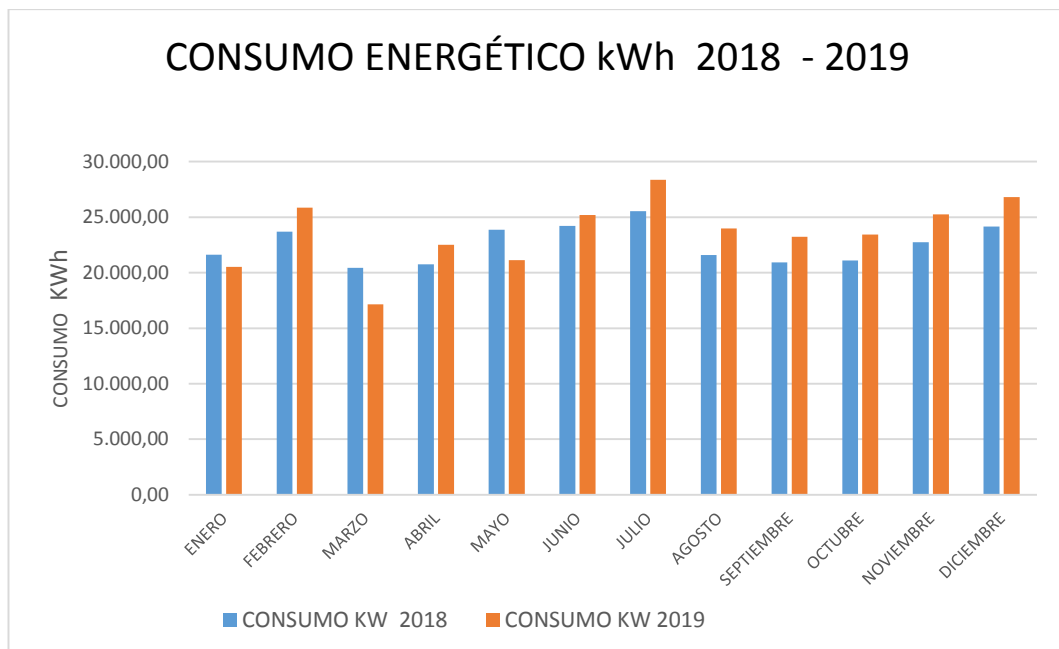


Gráfico No 61: Comparativo consumo energético 2018-2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

El consumo energético en los meses de enero, marzo y mayo del 2018 es mayor que en el 2019. Sin embargo, se puede observar que en el resto de meses del año 2019, el consumo energético se incrementa, siendo julio el mes de mayor consumo. Cabe notar que ambas gráficas cumplen con el mismo comportamiento, es decir, el consumo aumenta con el paso de cada mes.

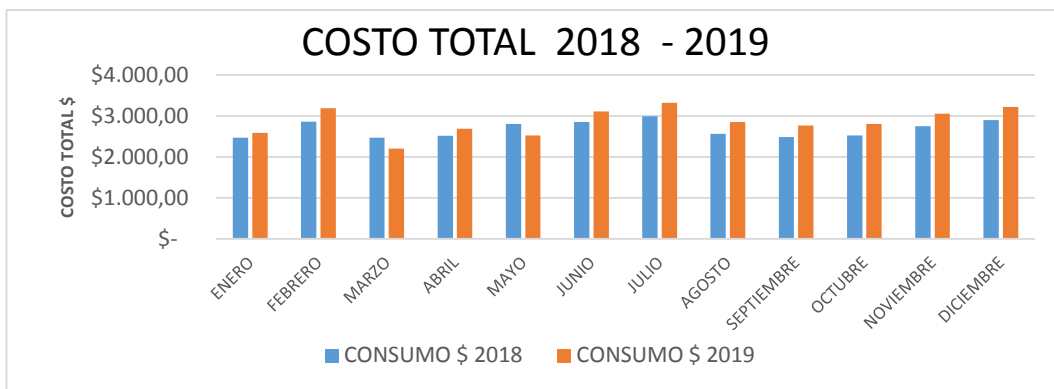


Gráfico No 62: Comparativo costo total 2018-2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

En el Gráfico No 62, se puede apreciar el costo del consumo generado por los distintos dispositivos de consumo instalados en las diferentes áreas y ambientes de la UTI sede Quito. En la gráfica, se puede determinar que solo el mes de marzo del 2018 tiene un costo mayor que en el mismo mes del 2019. Se marca un incremento en el costo total del pago de planillas eléctricas en la mayoría de meses del año 2019, lo cual llama la atención al análisis, por lo que es necesario determinar las causas de este incremento.



Gráfico No 63: Costo del consumo de la carga instalada junio 2019

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Discusión

El análisis permitió el cumplimiento de los objetivos específicos de la investigación. Independientemente de la posible existencia de nuevos equipos o luminarias dentro del campus universitario, los registrados durante la investigación sirven como referente para nuevos análisis. En este estudio, se encontró que la universidad tiene un consumo de energía eléctrica que va en aumento en los meses regulares de clase (abril-agosto), por el incremento de las horas de uso de luminarias, proyectores, computadoras, máquinas de ingeniería industrial y enfriadores del bar del campus.

Según el informe de diagnóstico emitido por la (Empresa Eléctrica Quito, 2018), el transformador T 166075 arroja una demanda máxima de 55.86 kVA, un factor de uso de 44.7 % y una demanda disponible de 69.14 kVA, mientras que los registros de medición de voltaje se ubican entre ± 3.14 % y -1.61 % del voltaje nominal de 220/127 V. Por su parte, el transformador T 38355 arroja una demanda máxima de 63.5 kVA, un factor de uso de 63.5 % y una demanda disponible de 36.46 kVA, mientras que los registros de medición de voltaje se ubican entre el $+5.22$ % y el -0.52 % del voltaje nominal 210/121 V

Estas mediciones determinan que los parámetros eléctricos de los transformadores de distribución son los adecuados para el correcto funcionamiento del sistema eléctrico del campus de la Universidad Tecnológica Indoamérica, sede Quito. Sin embargo, mientras este informe brinda los datos generales del funcionamiento que registran ambos transformadores, los datos recogidos en este estudio van más allá del panorama general, pues abarcan información sobre cargas y consumo por áreas, secciones y edificios del campus, así como información relevante sobre dispositivos de uso y demás variables.

Toda esta información permite brindar un panorama mucho más detallado del consumo eléctrico en el campus, con miras a mejorar el volumen de consumo que, si bien según el informe antes mencionado tiene niveles aceptables en general, se

puede optimizar mucho más. Tras realizar la recolección y tabulación de datos, se determina que las luminarias son el tipo de elemento más numeroso, con un promedio de 2.628 dispositivos de consumo, seguido de los elementos multimedia (computadoras), con 254 elementos. Las máquinas y equipos, incluidos UPS y ascensor, fueron las de menor número, con 17 dispositivos de consumo. En cuanto a consumo energético, la categoría que más consumo de energía eléctrica genera dentro del campus es la de los dispositivos multimedia (computadoras), con un 27,56 % del consumo total, seguida de las fuentes lumínicas, que representan el 25,17% del consumo total de la universidad.

Los equipos instalados en el área de data center, como el UPS y aire acondicionado, se encuentran en tercer lugar, con 18,75%. Por último, el consumo generado por los equipos y máquinas, con 12,74% del consumo eléctrico total de la universidad. Estos datos sirven como base para comprender los elementos que mayor consumo eléctrico generan en el campus, y las causas por las que generan esos índices de consumo, para plantear a partir de ellos, una propuesta de reducción y optimización del consumo eléctrico. En este proceso se puede tomar como referencia estudios previos alrededor de esta temática general, realizados en el medio local, como por ejemplo la investigación de (Cárdenas & Villacreses, 2016), sobre el Consumo Energético de la Universidad San Francisco de Quito.

Esta investigación propone un análisis del consumo eléctrico en las instalaciones de esta universidad, para elaborar un plan piloto de ahorro energético, que permita no solo optimizar el consumo en el campus de la universidad, sino generar un aporte medioambiental al entorno local en materia de consumo energético, a través del desarrollo de dicho plan piloto, cuyas principales áreas de concentración son las bibliotecas y cocinas, en donde se ubican los equipos que generan la más significativa cantidad de consumo eléctrico al interior de este campus.

Este proceso investigativo halla que una gran parte del consumo eléctrico se concentra en ciertas máquinas, concretamente los aires acondicionados, que llegan a representar 5,3% del consumo total del campus, a pesar de ser solo 3 dispositivos.

Frente a ello, este estudio hace una extensa serie de recomendaciones de mantenimiento, sobre todo en las conexiones de estos dispositivos, cuyo estado deteriorado genera un consumo notablemente ineficiente. Otro elemento que destaca en su análisis es el de las luminarias, que representan el 44% del consumo total de energía en el campus, ante lo cual este estudio propone implementar sensores de presencia, que permitan controlar el uso de las luminarias según la afluencia hacia los espacios en donde se las necesita, y reducir el consumo provocado por el uso innecesario de las mismas.

En comparación al presente estudio, se halla cierta similitud en los objetivos y en los datos recopilados para proponer un plan de mejoramiento en el consumo de los dispositivos eléctricos. No obstante, el panorama resulta significativamente distinto, en tanto las fuentes de mayor consumo difieren de las que se hallan en la UTI. Las fuentes de consumo en esta última son diferentes, las luminarias no representan un porcentaje tan alto del consumo total del campus, y la maquinaria que representa el mayor consumo entre estos dispositivos no corresponde a máquinas de ambientación, como el aire acondicionado, sino a las que se utilizan entre los diferentes laboratorios y áreas de aprendizaje técnico de la universidad. Por lo tanto, la optimización energética de la UTI requiere de propuestas diferentes a las que se exponen en la investigación de Cárdenas y Villacreses.

Por otro lado, el estudio realizado por (Martínez, 2014) sobre Diseño de barras y tableros de distribución eléctrica secundaria para mejorar la capacidad de carga en la Universidad Técnica de Cotopaxi, propone atender los problemas de abastecimiento eléctrico que atraviesa el campus de esta universidad, los cuales van más allá de la necesidad de eficiencia en el consumo energético, pues en este entorno, los problemas de la red eléctrica incurren en fallas de conexión que incluso derivan en períodos de desabastecimiento, con afectaciones al rendimiento académico de los estudiantes.

En esta investigación, se puede apreciar que los principales problemas en la red eléctrica de este campus, pasan más por la eficiencia de las instalaciones propias de

la red, el estado de las conexiones y la ineficiencia general del sistema eléctrico. En otras palabras, las instalaciones de este campus no cuentan con los equipos y conexiones suficientes para proveer de la energía necesaria a los distintos dispositivos de consumo, y los constantes desperfectos con dichas instalaciones generan problemas de abastecimiento difíciles de prever. Esta situación incluso ha derivado en cortes de energía, que han impedido proseguir con las actividades académicas, situación por la que han atravesado más del 60% de los estudiantes encuestados en esta investigación. Frente a este panorama, la tesis de Martínez propone como solución el mejoramiento general de la red eléctrica desde sus bases, mediante el aporte particular de los tableros de distribución eléctrica secundaria que desarrolla en dicho estudio, con cuya implementación, esta investigación aporta un mejoramiento sustancial en la eficiencia de esta red eléctrica.

Al compararlo con la presente investigación, se halla que esta tesis aborda una temática general similar, relacionada con el mejoramiento de la red eléctrica del campus y su funcionamiento. Sin embargo, las problemáticas difieren en su grado de dificultad y en el ámbito en el que requieren trabajar. Mientras la UTC ve la necesidad de trabajar desde las bases estructurales de su red eléctrica, la UTI cuenta con una red que cumple con índices generales de calidad, y que resulta suficiente para la demanda de este campus, como lo refiere el informe de la (Empresa Eléctrica Quito, 2018), por lo que la presente investigación trabaja en optimizar ese consumo de la red eléctrica.

Por su parte, en relación la investigación de (Báez, 2011), acerca del consumo eléctrico en la Universidad San Francisco, los resultados guardan cierta semejanza. Este estudio lleva a cabo un análisis del consumo eléctrico en la Universidad San Francisco de Quito, para proponer desde dicho análisis, aportes para generar estrategias que permitan reducir el consumo de energía eléctrica en el campus, y consecuentemente, a disminuir impacto ambiental ocasionado por las distintas actividades relacionadas al consumo energético.

Este estudio devela algunas situaciones similares a las que se pueden hallar en la UTI tras la recolección de datos, tales como la gran cantidad de luminarias, las cuales constituyen el dispositivo de consumo más numeroso, seguido de los elementos multimedia, y las maquinarias en tercer lugar. En cuanto a consumo eléctrico, sin embargo, se hallan algunas diferencias significativas; las luminarias ocupan el primer lugar, pero el segundo lo ocupan las máquinas, mientras que el menor consumo eléctrico corresponde a los dispositivos multimedia, por lo que las propuestas de reducción de consumo se centran sobre las luminarias y la maquinaria, y se descarta la intervención sobre los dispositivos multimedia.

Estos resultados contrastan con la situación de la UTI, en donde según los datos obtenidos, el mayor consumo lo generan los dispositivos multimedia, seguido de las luminarias, y las máquinas en último lugar. Además, entre las luminarias y los dispositivos multimedia existe una diferencia mínima en cuanto al porcentaje de consumo que representan estos dispositivos respecto del total, por lo que ambos aspectos resultan de suma relevancia para el propósito de optimizar el consumo eléctrico en el campus de la UTI.

Estas comparaciones permiten determinar que, para la optimización en el consumo eléctrico, es fundamental conocer tanto el número de dispositivos de consumo correspondientes a cada tipo, así como el porcentaje de energía que cada grupo de dispositivos consume, respecto del total del campus. El consumo eléctrico total por cada tipo de elemento depende de tres factores importantes: el número de individuos (N_i), la potencia individual (P_i) y el tiempo/frecuencia (T_i) de uso. Según (Cruz, 2007, pág. 124), se puede calcular el consumo de energía de cada tipo de elemento, con la fórmula siguiente:

$$E_i = N_i \times P_i \times T_i \quad (5)$$

Mientras, el consumo total de energía (E_t) de la UTI, sede Quito, se puede calcular de la siguiente manera:

$$E_t = E(\text{multimedia}) + E(\text{luminarias}) + E(\text{máquinas}) = \sum E_i \quad (6)$$

Una vez realizado este análisis, en la siguiente etapa de la investigación se procede a establecer las posibilidades de reducción de consumo total de energía de cada tipo de elemento, con el propósito de optimizar el consumo de energía eléctrica según el panorama de cada sección del campus, y las posibilidades que se puedan aplicar en esas situaciones. Para reducir el consumo de la energía de un tipo de elemento, se tiene tres opciones: reducir N, reducir P_i , o reducir T_i .

Reducción de consumo en equipos multimedia (computadoras)

La energía total consumida por todos los aparatos multimedia dentro de la UTI sede Quito, es significativamente alta, comparada con el consumo de los dos otros elementos destacados: E (luminarias) y E (máquinas). Esto implica que para el campus de la UTI, los dispositivos multimedia son los que más prioritariamente requieren una solución que permita reducir su consumo. Si se reduce el consumo de este tipo de elementos, tendremos un mayor impacto en la reducción de la energía total consumida en el campus.

Esta situación difiere ampliamente de los resultados obtenidos en la investigación de (Báez, 2011), quien halla en su caso que las luminarias y la maquinaria ocupan los índices más altos de consumo, mientras que los equipos multimedia ocupan el último, por lo que no los considera importantes para plantear una propuesta de optimización. Sin embargo, como apunta esta misma investigación, el aspecto más importante para determinar el consumo de un dispositivo es su tiempo de uso; no tanto su potencial ni la cantidad de dispositivos de este tipo, sino el tiempo que permanece en uso.

Ese mismo principio se puede tomar como referencia para aplicar ante esta situación particular de la UTI. La propuesta para reducir el consumo por parte de los dispositivos multimedia puede trabajar sobre los tiempos de uso de los mismos, a través de políticas de eficiencia u optimización de uso que, sin restringir el acceso

al uso de estos dispositivos ni perjudicar a los estudiantes en este aspecto, permitan llevar a cabo un uso racionalizado y óptimo en cuanto a periodos de tiempo, que puede generar un impacto significativo para los niveles de consumo total de energía eléctrica en el campus.

Reducción de consumo en máquinas

Si bien el consumo eléctrico de este tipo es alto, la aplicación de soluciones en esta categoría dependerá de la asignación de horarios o de su frecuencia de uso. Resulta acertado establecer la frecuencia de uso (T_i) para las máquinas y equipos que cumplen con trabajos de uso continuo o de horarios regulados. Por ejemplo, en el torno, ascensor o un refrigerador que cumplen funciones difíciles de interrumpir, pues en su proceso requieren varias horas para llegar a su objetivo. Por otra parte, la reducción del número de aparatos es complicada, porque son pocos y son necesarios allí donde se encuentran actualmente.

Finalmente, en cuanto a la reducción de su potencia individual, eso implicaría su remplazo por nuevas tecnologías; es decir, posiblemente una inversión de alto costo. Un cuarto frío, por ejemplo, al cambiarlo requeriría más consumo eléctrico, y además, readecuaciones en el espacio donde se ubica, que podrían obligar a la implementación de una totalmente nueva configuración arquitectónica en dicho espacio.

Reducción de consumo en luminarias

De los 3 tipos de elementos consumidores, se considera a las luminarias como las más importantes para el ahorro energético de la Universidad Tecnológica Indoamérica, sede Quito. Esto se debe, por un lado, a su alto nivel de consumo, pues si bien es la segunda fuente de consumo respecto del total, su porcentaje es significativamente cercano al de los dispositivos multimedia, que ocupan el primero; y por otro lado, al hecho de que son los dispositivos de consumo más numerosos en el campus, por lo que si se optimiza su consumo, hay mayor posibilidad de generar un impacto significativo respecto del consumo total.

Las fuentes lumínicas que están consumiendo mayor porcentaje de energía eléctrica en la universidad, son los tubos fluorescentes utilizados en las aulas de clases. Esta situación permite plantear una alternativa de solución diferente a la que se propone para el campus de la Universidad San Francisco, mediante los sensores de movimiento. Al contrario de lo que sucede con las maquinarias, el cambio de las luminarias de tubo fluorescente por focos led, más modernos y eficientes, involucra un costo de inversión mucho menor, por lo que podría suponer una solución idónea para esta situación.

Verificación de la hipótesis

H1= El rendimiento energético de los transformadores de distribución incide en la capacidad máxima de carga permisible en la red eléctrica interna de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

H0= El rendimiento energético de los transformadores de distribución no incide en la capacidad máxima de carga permisible en la red eléctrica interna de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

Correlación de las variables

Para contrastar la hipótesis, se realizó la prueba de correlación de Pearson, donde se identificó la demanda de kWh en las instalaciones de la UTI, sede Quito, según la capacidad actual al año 2019, establecida en 88.445 kWh. Con un porcentaje del 2% de consumo anual según los antecedentes de los años anteriores, se determinó una media de 90.25 kWh para el año 2018, que se consideró para este cálculo. Según esta prueba de correlación tiene como coeficiente 0.457, que corresponde a una correlación moderada, lo que indica que la capacidad se integra y se correlaciona con el rendimiento de los transformadores.

Tabla No 55: Estadísticos descriptivos

Estadísticos descriptivos			
	Media	Desv. Desviación	N
Rendimiento kWh 2018	90,2500	6,72248	12
Capacidad kWh UTI	88,4450	6,58803	12

Fuente: El Investigador**Elaborado por:** El Investigador**Tabla No 56:** Correlaciones

N.-	Consumo	Demanda	Xi².fi	Yi².fi	X.Y.fi
	X	Y			
1	21.615,84	89,47	467.244.538,91	8.004,88	1933969,205
2	23.687,86	102,17	561.114.711,38	10.438,71	2420188,656
3	20.425,62	90,27	417.205.952,38	8.148,67	1843820,717
4	20.752,73	90,71	430.675.802,45	8.228,30	1882480,138
5	23.879,05	92,52	570.209.028,90	8.559,95	2209289,706
6	24.221,74	97,30	586.692.688,63	9.467,29	2356775,302
7	25.551,63	90,25	652.885.795,66	8.145,06	2306034,608
8	21.596,88	91,56	466.425.225,73	8.383,23	1977410,333
9	20.918,52	73,40	437.584.478,99	5.387,56	1535419,368
10	21.109,34	86,83	445.604.235,24	7.539,45	1832923,992
11	22.749,50	89,42	517.539.750,25	7.995,94	2034260,29
12	24.148,71	89,10	583.160.194,66	7.938,81	2151650,061
TOTAL	270.657,42	1.083,00	6.136.342.403,18	98.237,86	24.484.222,38

Fuente: El Investigador**Elaborado por:** El Investigador

$$N = 12$$

$$X = 270.657,42 \div 12$$

$$X = 22554,785$$

Varianza

$$\sigma^2_x = \frac{\sum Xi^2 fi}{N} - X^2$$

$$\sigma^2_x = \frac{6136.342.403,18}{12} - (2254,785)^2$$

$$\sigma^2 = 2643540,54$$

Desviación estándar

$$\sqrt{\sigma^2 x} = \sqrt{2643540,54}$$

$$\sigma x = 1625,8968$$

$$N = 12$$

$$Y = 1,083 \div 12$$

$$Y = 90,25$$

Varianza

$$\sigma^2 y = \frac{98237,86}{12} - (90,25)^2$$

$$\sigma^2 y = 41,4257$$

Desviación típica

$$\sigma_y = 6,4362$$

Covarianza

$$\sigma_{xy} = \frac{\sum X.Y.f}{N} - X.Y$$

$$\sigma_{xy} = \frac{24484222,38}{12} - (22554,785 * 90,25)$$

$$\sigma_{xy} = 478,518$$

Coefficiente de Correlación

$$r = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \cdot \sigma_y}$$

$$r = \frac{478,518}{1625,8969 * 6,4362}$$

$$r = 0,457$$

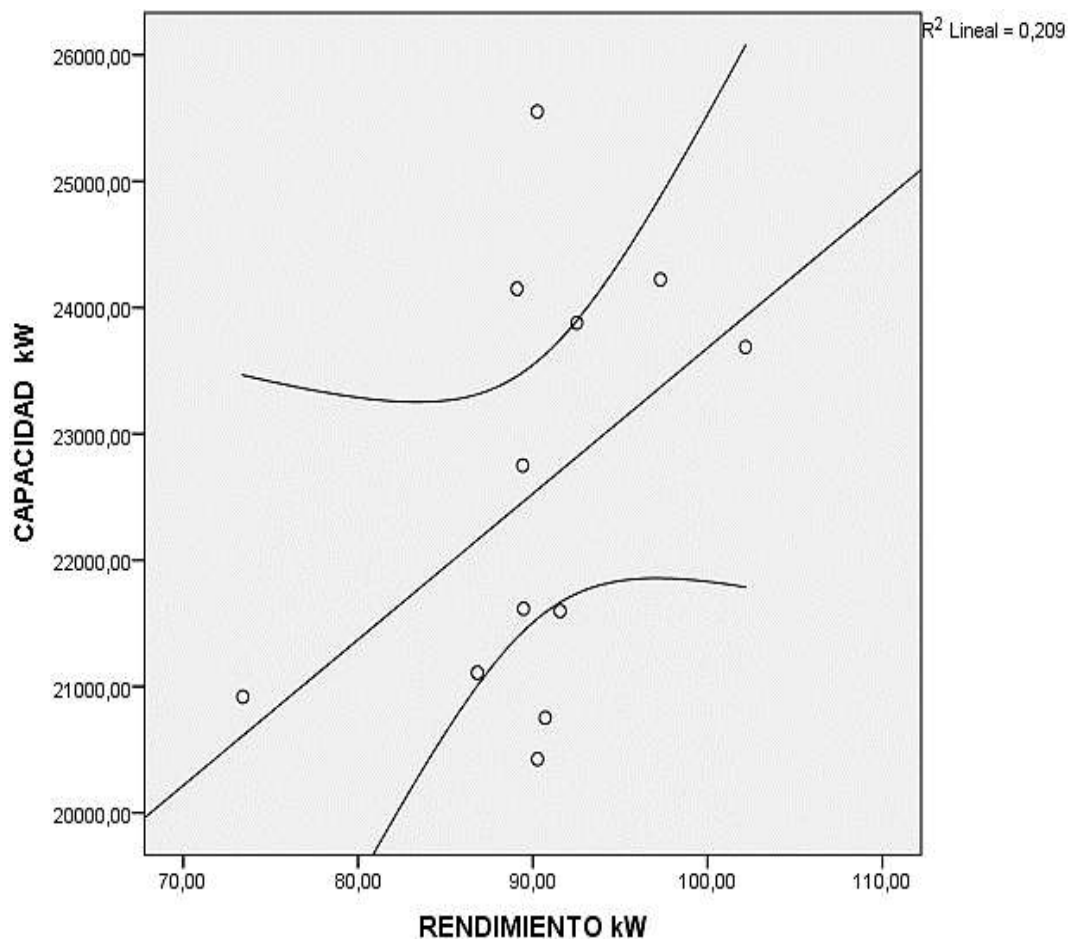


Gráfico No 64: Correlación de rendimiento y capacidad

Fuente: El Investigador

Elaborado por: El Investigador

Al tener un sobredimensionamiento en la capacidad de los transformadores instalados en la Universidad, ocasiona que el rendimiento estadísticamente incida en la capacidad de carga de la red eléctrica interna de la UTI.

La correlación de Pearson tiene un valor moderado aunque la correlación no es fuerte y los datos están dispersos (anexo 15). El modelo estadístico t Student es utilizado para complementar, verificar o rechazar una hipótesis en base a una correlación, considerando los siguientes datos:

Nivel de significancia = 0,05

N = 2

Grado de libertad = 1

Tabla t Student = 6,3137

$$t = \frac{\gamma_{xy} - 0}{\sqrt{\frac{1 - \gamma_{xy}^2}{N - 1}}}$$
$$t = \frac{0,457 - 0}{\sqrt{\frac{1 - (0,457)^2}{2 - 1}}}$$
$$t = 0,58$$

t calculado (0,58) < t tabla t Student (6,3137)

En función de los resultados obtenidos y la comparación establecida se acepta la hipótesis alternativa (Hi), es decir que el rendimiento energético de los transformadores de distribución incide en la capacidad máxima de carga permisible en la red eléctrica interna de la Universidad Tecnológica Indoamérica.

Impacto ambiental

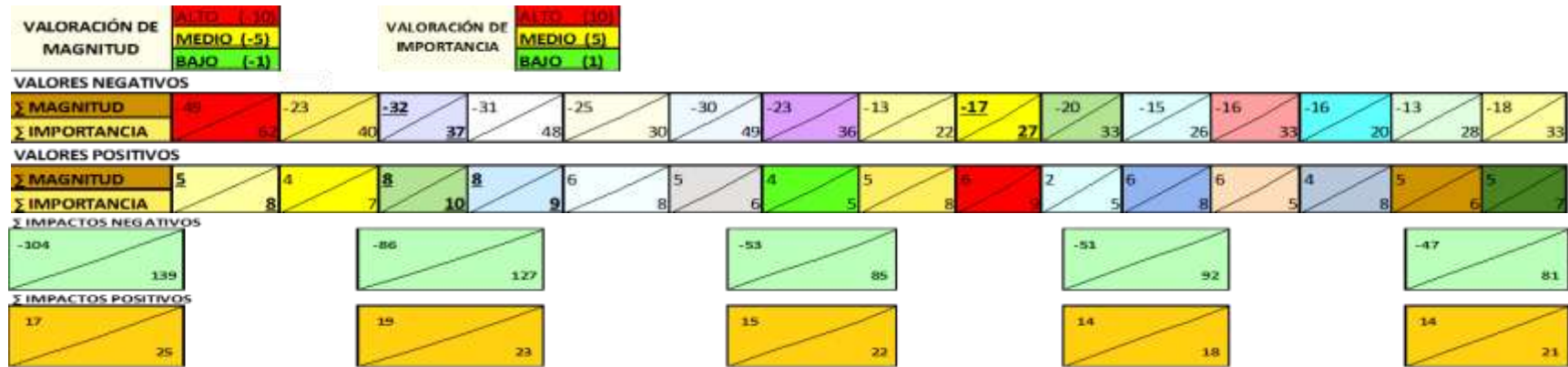
Este proyecto técnico realizado en la Universidad Tecnológica Indoamérica sede Quito investigado es complementado con un análisis de impacto ambiental que ocasiona el abastecimiento de energía eléctrica a través de transformadores de distribución en la red eléctrica interna, con el fin de establecer medidas que reduzcan los impactos significativos. Para ello se realiza un análisis ambiental a través de la matriz de Leopold a continuación:

Tabla No 57: Matriz de Leopold, impactos ambientales del abastecimiento de energía eléctrica

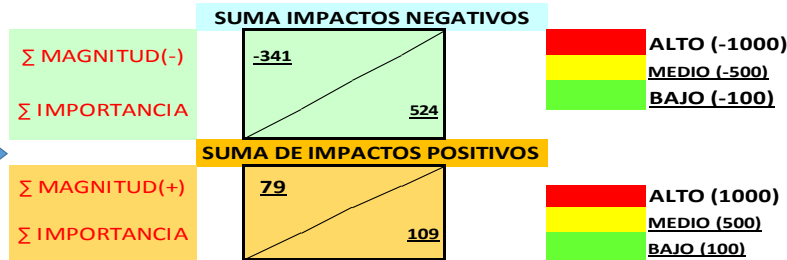
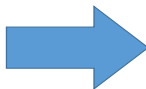
ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA ELÉCTRICA A TRAVÉS DE TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN EN LA RED INTERNA DE LA UNIVERSIDAD

ASPECTOS \ PROCESOS Y SUBPROCESOS		P 1 GENERACIÓN DE ELÉCTRICIDAD			P 2 TRANSMISIÓN DE ELÉCTRICIDAD			P3 VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS			P4 DISTRIBUCIÓN DE ELÉCTRICIDAD			P5 CONSUMO ELÉCTRICO		
		ALMACENAJE DE AGUA EN EMBALSE	CAÍDA DE AGUA POR LA PRESA	FUNCIONAMIENTO DE TURBINAS Y TRANSFORMACIÓN DE ENERGÍA	TRANSFORMACIÓN DE NIVEL DE TENSIÓN EN LA SUBESTACIÓN DE TRANSMISIÓN	TRANSPORTE A TRAVÉS DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN	ABASTECIMIENTO DE ENERGÍA A LOS TRANSFORMADORES DE DISTRIBUCIÓN	MEDICIÓN DE TENSIÓN Y CORRIENTE ELÉCTRICA	REVISIÓN DE CONTINUIDAD EN CONDUCTORES DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS	PRUEBAS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA	CONEXIÓN DE FASES ENTRE LOS TRANSFORMADORES Y LA RED INTERNA	DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA A LOS TABLEROS Y CENTROS DE MEDICIÓN	ALIMENTACIÓN A LOS CIRCUITOS E INSTALACIONES INTERNAS	ENCENDIDO DE BREAKERS Y TABLEROS DE ALIMENTACIÓN	CONEXIÓN DE LUMINARIAS	CONEXIÓN DE MÁQUINAS Y EQUIPOS
PÉRDIDAS DE ENERGÍA	EFICIENCIA			-10	-7	-9	-5	-6	-6	-7	-1	-4	-3	-4	-1	-2
	RENDIMIENTO	-5	-3	10	-6	-8	-6	-6	-4	-3	-2	-5	-4	-8	-1	-2
	TECNOLOGÍA	5	4	8	8	7	9	10	7	6	5	6	7	6	9	5
RECURSOS NATURALES (AGUA)	DESPERDICIO	-6	-8	-6												
	CALIDAD	-1	-1	-2												
	CONTAMINACIÓN	-8	-3	3	6											
GENERACIÓN DE RESIDUOS	CANTIDAD	-7	-1	3	-1	3					-3	-2	-1	4	-2	-2
	CONTAMINACIÓN	-7	-3	4	-5	6	-1	-2	4		-1	5	-1	4	-1	4
	EMISIÓN DE GASES	-3														
RECURSO HUMANO	SALUD				-2	4	-5	-4	-2	-1	-5	-1	-2		-2	-2
	ESTRÉS				-2	4	-5	-2	-1	-4	-5	-1	-3		-3	-2
	RENDIMIENTO				-3	5	-4	8	4	3	7	2	5		5	4
TALA Y PODA DE ÁRBOLES	EROSIÓN	-4				-3										
	PÉRDIDA DE FLORA Y FAUNA	-8	-4	-1	-2	-5	-2									
	AUMENTO DE CO ₂	10	7	3	4	7	4									

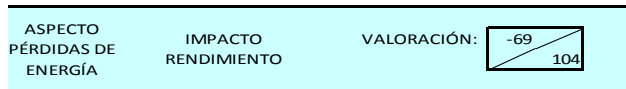
Fuente: El Investigador
Elaborado por: El Investigador



RESULTADO DE LA MATRIZ DE IMPACTOS



IDENTIFICACIÓN IMPACTO NEGATIVO PRINCIPAL



IDENTIFICACIÓN IMPACTO POSITIVO PRINCIPAL

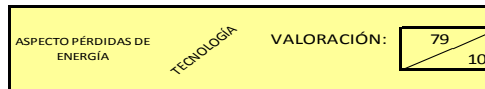


Gráfico No 65: Resultados de la matriz de impactos
 Fuente: El Investigador
 Elaborado por: El Investigador

De acuerdo al análisis realizado se concluyó que el rendimiento y la pérdida de flora y fauna son los impactos más significativos debido a las pérdidas de energía y la tala de árboles en el proceso de abastecimiento de energía eléctrica. Para proteger el medio ambiente, reducir y mitigar los impactos generados por esta actividad es necesario cumplir con el Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas R. O. No 396 ya que en su primer artículo indica:

“El presente Reglamento establece los procedimientos y medidas aplicables al sector eléctrico en el Ecuador, para que las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, en todas sus etapas: construcción, operación - mantenimiento y retiro, se realicen de manera que se prevengan, controlen, mitiguen y/o compensen los impactos ambientales negativos y se potencien aquellos positivos”. (CONELEC, 2001)

De esta manera los impactos como la tala de árboles, emisión de gases, erosión del suelo y aumento de CO₂ que afectan al medio ambiente en la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica en el país se podrían reducir y mitigar en beneficio del cuidado de los recursos naturales, flora, fauna, entorno y comunidad vinculada con este proceso.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- Se analizó el rendimiento energético de los transformadores de distribución instalados en la Universidad Tecnológica Indoamérica, sede Quito, mediante la medición de cargas de los circuitos de medición. El transformador T 166075, de 125 kVA instalado en la Av. Machala, tiene una potencia actual incluido el valor de reserva es de 81,62 kVA, con factor de uso de 65,3% y demanda disponible de 43,38 kVA. En el transformador T 30355, de 100 kVA instalado en la Av. Sabanilla, la potencia actual incluido el valor de reserva fue de 64,4 kVA con un factor de uso de 64,4% y una demanda disponible de 35,6 kVA.
- Por otro lado, se realizó el levantamiento de cargas eléctricas, realizando mediciones en cada uno de los tableros de distribución interna. Se logró determinar la carga máxima de 371 A ($I = I_1 + I_2 + I_3 + I_n \dots$) abastecida por el transformador T 166075, de 125 kVA distribuidos para cada piso del Edificio Bloque A, laboratorios de Ingeniería Industrial y el bar cafetería de la universidad. También se determinó la carga máxima abastecida por el transformador T 38355, de 100 kVA es de 293 A ($I = I_1 + I_2 + I_3 + I_n$) distribuidos para cada piso del Edificio Bloque B, biblioteca, laboratorios de computación y auditorio.

- Tras analizar y comparar las distintas mediciones tomadas de los transformadores de distribución, realizadas tanto por la Empresa Eléctrica Quito como por esta investigación, se llegó a la conclusión de que el transformador T 166075 de 125 kVA, desde su instalación hasta la actualidad, es el que presenta el mayor subutilización, ya que con base en los cálculos realizados, se demuestra que su capacidad debería ser de 100 kVA para reducir las pérdidas de transformación. Respecto al transformador T 38355, se pudo determinar que al momento de su instalación estuvo sobredimensionado, lo que generó un porcentaje de subutilización que a la actualidad, se ha reducido pero su capacidad sigue generando pérdidas de transformación en la red eléctrica de la universidad por lo cual según los cálculos realizados se demuestra que su capacidad debería ser de 75 kVA para que dicho transformador trabaje eficientemente.
- Se determinó que los mayores porcentajes de consumo respecto del total corresponden a dispositivos multimedia en primer lugar con 27,56 % y a luminarias en segundo con 25,17 %. También se determinó que existe una diferencia mínima entre ambos, por lo que estos dispositivos se consideran como las principales fuentes de consumo a reducir. En cuanto a la maquinaria instalada en los laboratorios de Ingeniería Industrial, se concluyó que, más allá de las dificultades técnicas y económicas que implicaría su adquisición, sería viable reemplazar o aumentar el número de máquinas y equipos utilizados en esta área, debido a que la capacidad de los transformadores es suficiente para trabajar de forma eficiente con la implementación de esta nueva maquinaria.
- Se espera que, con el estudio de cargas y demanda empleada por la red eléctrica interna de la universidad realizado en esta investigación, se pueda solventar las inquietudes y desinformación sobre el abastecimiento eléctrico de los transformadores instalados, y aportar un adecuado criterio técnico para beneficiar así a la comunidad educativa y al personal administrativo de la UTI, sede Quito.

Recomendaciones

- Por lo menos una vez al año, sería beneficioso para la Universidad la instalación de un analizador de redes en los transformadores para realizar un diagnóstico de los parámetros eléctricos y verificar la demanda en uso y demanda disponible.
- Evaluar continuamente el balance de las cargas y el dimensionamiento del sistema eléctrico, evitando la implementación de nuevos equipos sin hacer antes el debido estudio de cargas y revisión de parámetros eléctricos por parte de personal técnico calificado.
- Con el fin de reducir las pérdidas de transformación y pérdidas en la red de distribución primaria que alimenta el servicio, como opción principal se tiene el reemplazar los transformadores T 166075 de 125 kVA y T 38355 de 100 kVA por transformadores de menor capacidad, que según los cálculos y el análisis realizado en la investigación, debería ser de 100 kVA y 75 kVA respectivamente, para corregir el actual sobredimensionamiento y las pérdidas de transformación en el servicio para reducir la demanda disponible en la red eléctrica interna de la Universidad Tecnológica Indoamérica, sede Quito.
- Respecto de las luminarias, que representan el 25.17% del consumo total de la Universidad, se recomienda evaluar las dos propuestas planteadas en el análisis de resultados, tanto el uso sensores de presencia para optimizar su consumo, como el reemplazo de las lámpara fluorescentes por lámparas led, mucho más eficientes en cuanto a consumo de energía y de menor costo de inversión; esto, con el fin de determinar la alternativa más conveniente para la Universidad en este aspecto.

BIBLIOGRAFÍA

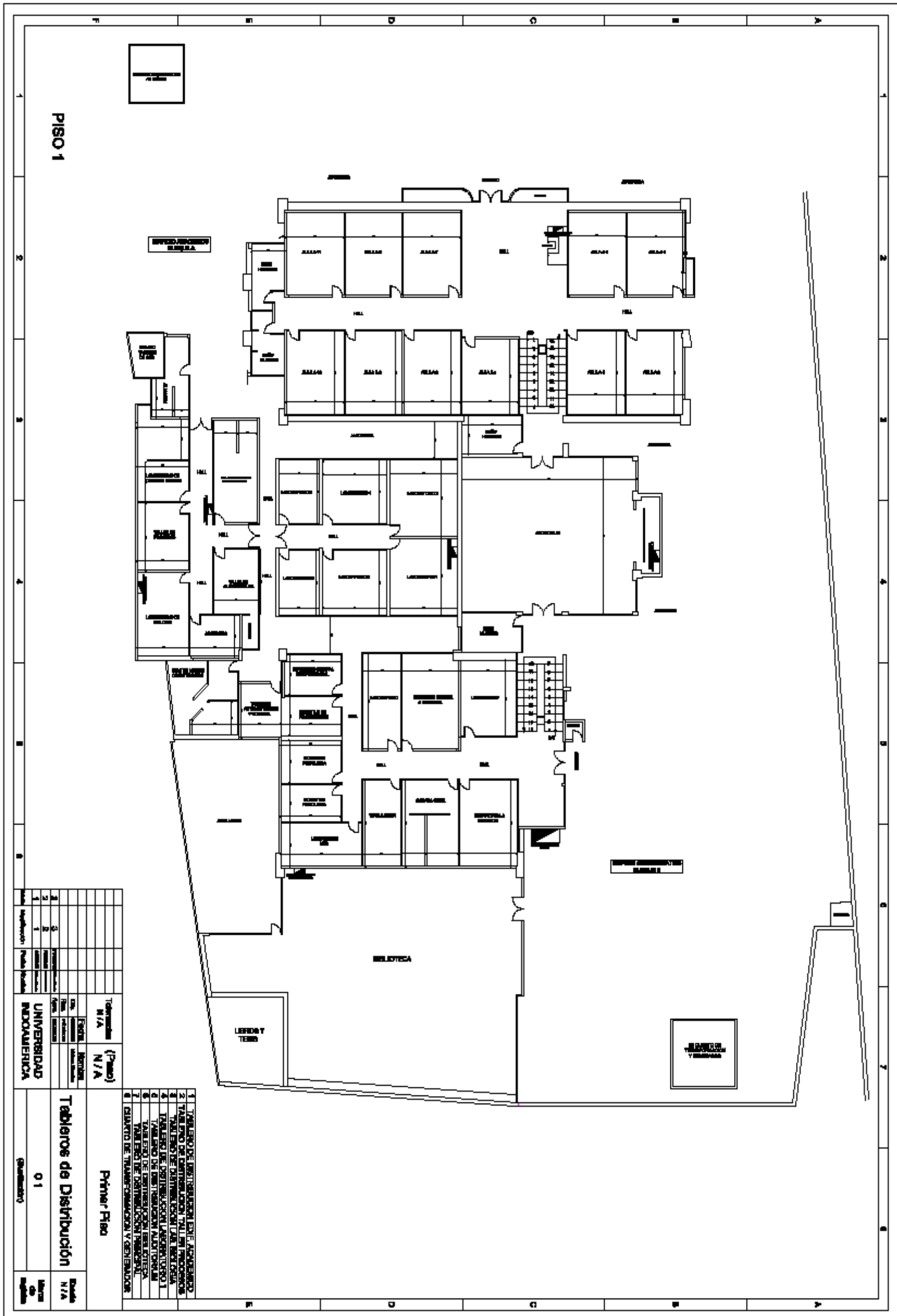
- Agencia Internacional de la Energía. (2019). *Perspectiva anual de energía 2019*. Washington, DC: Agencia Internacional de la Energía. Recuperado el 27 de Junio de 2019, de <https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/aeo2019.pdf>
- Báez, S. (2011). *Análisis del consumo energético - eléctrico de la Universidad San Francisco de Quito*. Quito: Universidad San Francisco de Quito. Recuperado el 25 de Mayo de 2019, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1336/1/101741.pdf>
- Cárdenas, E., & Villacreses, S. (2016). *Estudio piloto del consumo energético de la Universidad San Francisco de Quito*. Quito: Universidad San Francisco de Quito. Recuperado el 17 de Abril de 2019, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/5413/1/124388.pdf>
- Consejo Mundial de Energía. (2014). *La red de líderes del sector energético que promueve el suministro y uso sostenible de la energía en beneficio de todos*. Londres: Consejo Mundial de Energía. Recuperado el 5 de Abril de 2019, de [https://www.comunicarseweb.com/sites/default/files/wec_16 final.pdf](https://www.comunicarseweb.com/sites/default/files/wec_16%20final.pdf)
- Consejo Nacional de Electricidad. (2011). *Estadísticas del sector eléctrico ecuatoriano*. Quito: CONELEC. Recuperado el 21 de Marzo de 2019, de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/11/Folleto-Multianual-2002-2011.pdf>
- Empresa Eléctrica de Guayaquil. (2012). *Normas de acometidas cuartos de transformadores y sistema de medición para el suministro de electricidad (NATSIM)*. Guayaquil: Empresa Eléctrica de Guayaquil. Recuperado el 10 de Junio de 2019, de https://0201.nccdn.net/1_2/000/000/162/f27/NATSIM-2012.pdf
- Empresa Eléctrica Quito. (28 de Febrero de 2014). *Normas para sistemas de distribución. Parte A*. Recuperado el 14 de Mayo de 2019, de [https://www.academia.edu:https://www.academia.edu/36511373/Normas para_Sistemasde_Distribucion_Parte_A_1_](https://www.academia.edu/https://www.academia.edu/36511373/Normas_para_Sistemasde_Distribucion_Parte_A_1_)

- Empresa Eléctrica Quito. (11 de Julio de 2018). *Consulta de la planilla*. Recuperado el 12 de Junio de 2019, de <http://190.120.76.177:8080>: <http://190.120.76.177:8080/consultaplanillas/servlet/gob.ec.sapconsultas>
- Floyd, T. (2007). *Principios de circuitos eléctricos* (8a ed.). México: Pearson Educación. Recuperado el 20 de Marzo de 2019
- García, F. (12 de 04 de 2017). *Análisis de la eficiencia en transformadores: cambio en las normativas y sus consecuencias*. Santander: Universidad de Cantabria. Recuperado el 17 de Marzo de 2019, de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/11401/394996>.
- Harper, G. (2009). *Manual del técnico en subestaciones eléctricas, industriales y comerciales* (1a ed.). México: Limusa. Recuperado el 21 de Marzo de 2019
- Hermosa, A. (2005). *Principios de la electricidad y la electrónica* (2a ed.). Barcelona: Marcocombo S.A. Recuperado el 28 de Abril de 2019
- Hernández, A. (7 de Marzo de 2015). *La ley de Ohm con ejemplos prácticos*. Recuperado el 21 de Abril de 2019, de <https://tallerelectronica.com>: <https://tallerelectronica.com/2015/03/07/la-ley-de-ohm-con-ejemplos>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2004). *Norma Técnica Ecuatoriana. NTE INEN 2111: Transformadores de distribución. Pruebas eléctricas*. Quito: INEN. Recuperado el 23 de Abril de 2019, de <https://archive.org/stream/ec.https://ia801900.us.archive.org/16/items/ec.nte.2111.2004/2111.2004.pdf>
- Kreuzer, F., & Wilmsmeier, G. (2014). *Eficiencia energética y movilidad en América Latina y el Caribe*. Santiago de Chile: CEPAL. Recuperado el 21 de Marzo de 2019, de https://repositorio.cepal.org/bitstream/11362/36798/1/S1420695_es.pdf
- Magnetron. (10 de Junio de 2015). *Transformador de distribución convencional*. Recuperado el 5 de Junio de 2019, de <http://www.magnetron.com>: <http://www.magnetron.com.co/es/productos/transformador-de-distribucion-convencional/convencionales>
- Martínez, L. (2014). *Diseño de barras y tablero de distribución eléctrica secundaria, para mejorar la capacidad de carga en la Universidad Técnica de Cotopaxi*. Cotopaxi: Universidad Técnica de Cotopaxi. Recuperado el 14

- de Abril de 2019, de <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/3421/1/T-UTC-00698.pdf>
- Morelo, J. (2005). *Problemas de corriente alterna*. (1a ed.). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. Recuperado el 8 de Abril de 2019
- Murray, S., & Larry, S. (2009). *Estadística* (4a ed.). México: Mc Graw-Hill. Recuperado el 11 de Abril de 2019
- Pérez, A. (2003). Breve introducción a corrientes bifásicas. *Revista de Comunicacion Vivat Academia*, 10(43), 1-37. doi:<http://dx.doi.org/10.15178/va.2003.43.1-37>
- Pérez, P. (2008). *Transformadores de distribución: Teoría, construcción y pruebas* (3a ed.). México: Reverte Ediciones. Recuperado el 10 de Mayo de 2019
- Pulido, C., Rivera , W., Guzmán , Á., & Usaqué, G. (9 de Octubre de 2015). *Corrientes monofásica, bifásica y trifásica*. Recuperado el 2 de Mayo de 2019, de <https://es.slideshare.net>: <https://es.slideshare.net/corrientes-monofasica-bifasica-y-trifasica>
- Robbin, A., & Miller, W. (2008). *Análisis de circuitos* (4a ed.). Santa Fé: Cengage Learning. Recuperado el 23 de Marzo de 2019
- Rodriguez, S. (21 de Mayo de 2008). *Cómo determinar el tamaño de una muestra aplicada a la investigación archivística*. Recuperado el 8 de Abril de 2019, de <https://www.monografias.com>: <https://www.monografias.com/tamano-muestra-archivistica/>
- Saavedra, R. (2009). *Instalaciones eléctricas* (2a ed.). Barcelona: CEAC. Recuperado el 12 de Abril de 2019
- Sobrevila, M., & Farina, A. (2007). *Instalaciones eléctricas* (1a ed.). Buenos Aires: Librería y editorial Alsina. Recuperado el 14 de Junio de 2019
- Universidad Tecnológica Indoamérica. (2017). *Reglamento interno de seguridad y salud ocupacional*. Ambato: Universidad Tecnológica Indoamérica. Recuperado el 10 de Marzo de 2019, de <http://www.uti.edu.ec/~utiweb/wp-content/uploads/2019/07/REGLAMENTO-DE-SEGURIDAD-Y-SALUD-OCUPACIONAL-2017.pdf>

ANEXOS

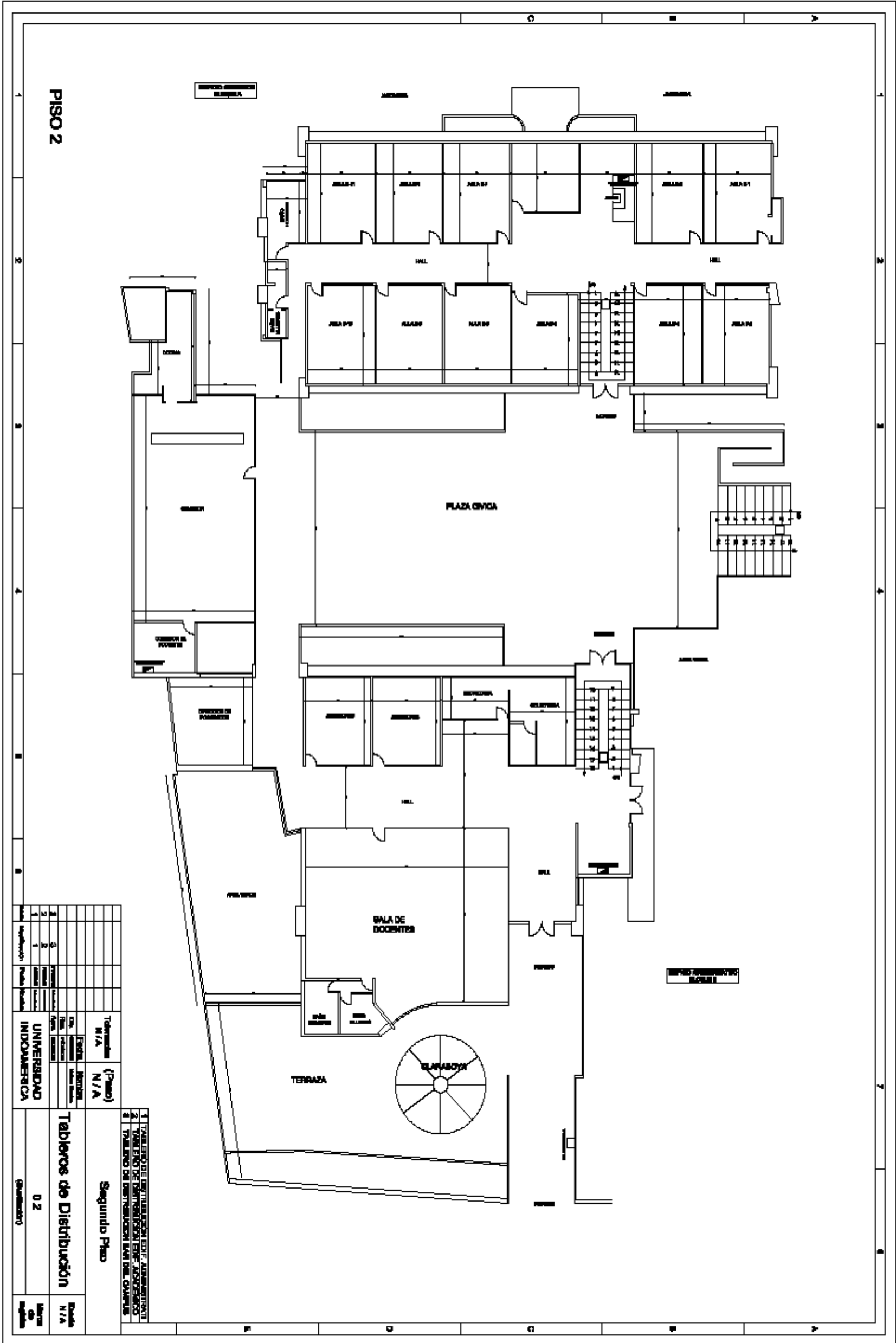
Anexo No 1: Plano de biblioteca, laboratorios de computación, ingeniería industrial



Código		Descripción		Ubicación		Escala	
01	01	Primer Piso	Tablero de Distribución	01	01	N/A	N/A
UNIVERSIDAD INDOAMERICA							
Teléfono: N/A							
Fax: N/A							
E-mail: N/A							
Web: N/A							
Dirección: N/A							
Código Postal: N/A							
País: N/A							
Código de Área: N/A							
Código de Calle: N/A							
Código de Ciudad: N/A							
Código de Estado: N/A							
Código de País: N/A							

- 1 TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALIMENTACION
- 2 TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALIMENTACION
- 3 TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALIMENTACION
- 4 TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALIMENTACION
- 5 TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALIMENTACION
- 6 TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALIMENTACION
- 7 TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALIMENTACION
- 8 TABLERO DE DISTRIBUCION DE ALIMENTACION

Anexo No 2: Bloque administrativo, área de docentes, secretaría



UNIVERSIDAD INDOAMERICA

Segundo Piso

Tableros de Distribución

02

(Guatemala)

Estado N/A

Letras de región

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

1 TABLERO DE DISTRIBUTION DE ALUMNOS
 2 TABLERO DE DISTRIBUTION DE ASISTENTES
 3 TABLERO DE DISTRIBUTION DE LA SECRETARIA
 4 TABLERO DE DISTRIBUTION DE LA COPIA

Anexo No 3: Plano de bloque de aulas C1-C11, centro de idiomas

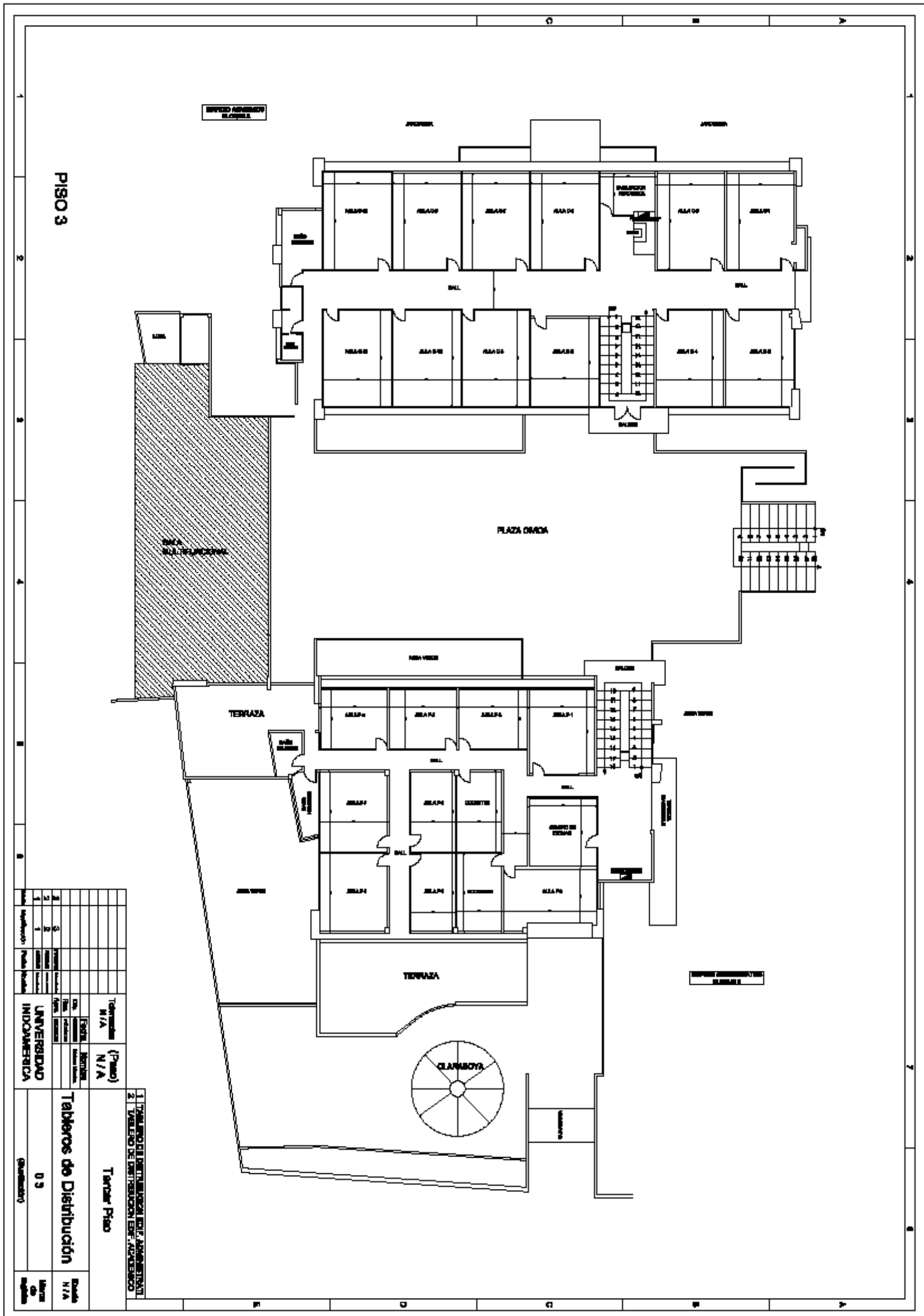
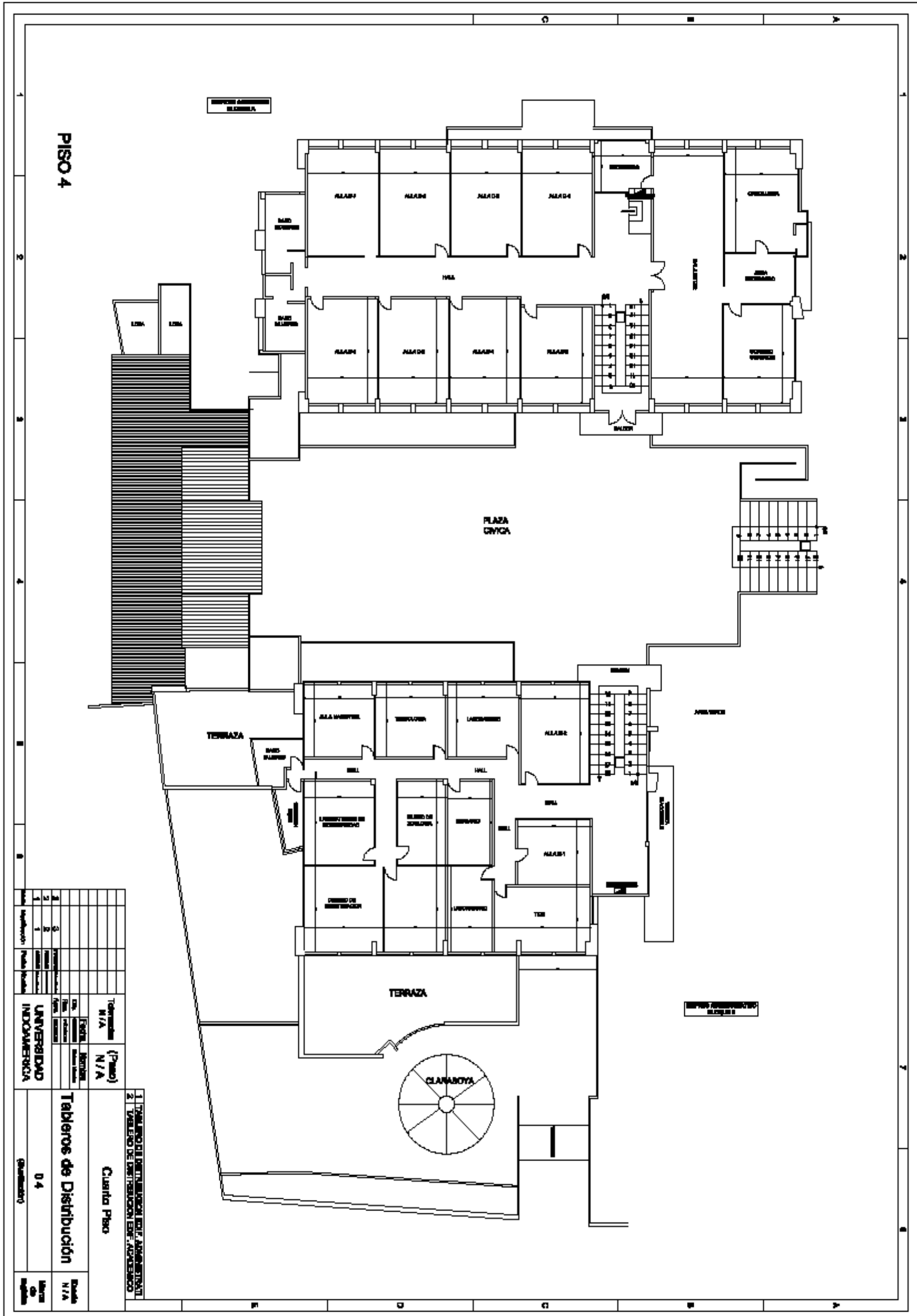


TABLA DE DISTRIBUCION DE ESPACIOS		TABLA DE DISTRIBUCION DE ESPACIOS	
Nombre	Superficie	Nombre	Superficie
AULA C1	100	AULA C10	100
AULA C2	100	AULA C11	100
AULA C3	100	CLASERO	100
AULA C4	100	RESTAURANTE	100
AULA C5	100	W.C.	100
AULA C6	100	STAIRS	100
AULA C7	100	TERRAZA	100
AULA C8	100	TERRAZA	100
AULA C9	100	PLAZA OBRERA	100

UNIVERSIDAD INDOAMERICA	Tercer Piso	Etiqueta	N/A
03	Tableros de Distribución	Nombre	N/A
(Guion)		Superficie	N/A

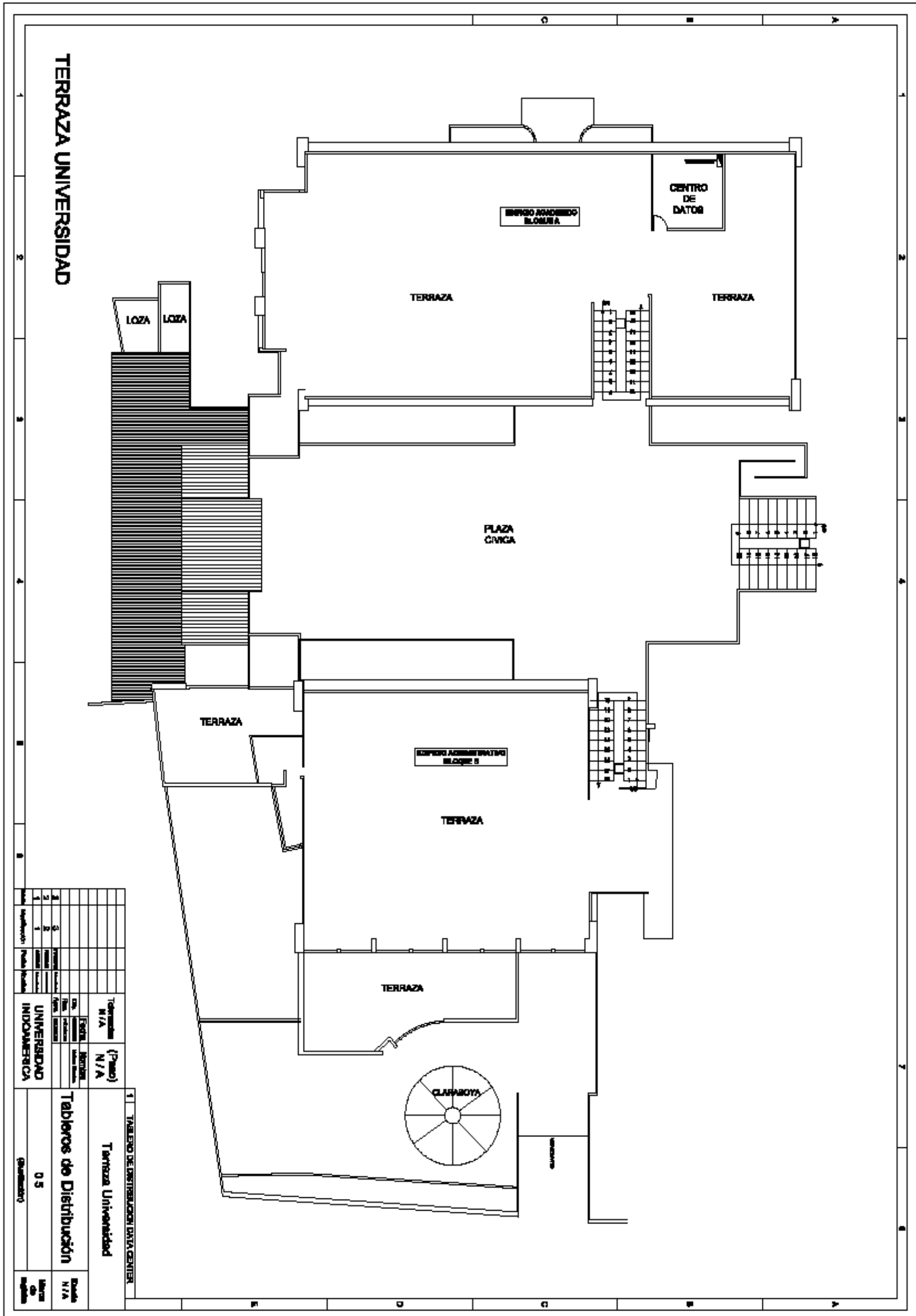
1. TALLER DE INVESTIGACION EN ADMINISTRACION
 2. TALLER DE INVESTIGACION EN ASESORIA




PISO 4

Cuenta Piso		Tabla de Distribución	
Alcance	N/A	Cantidad	04
Uso	(Piso)	Uso	N/A
Edificio	UNIVERSIDAD INDOAMERICA	Edificio	N/A
Proyecto		Proyecto	
Sección		Sección	
<p>1. TRABAJOS DE PERMUTACIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN 2. VARIANTE DE DISTRIBUCIÓN DEL ACUERDO</p>			

Anexo No 5: Plano de terraza y data center



Anexo No 6: Normas para sistemas de distribución EEQ

	NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN – PARTE A GUÍA PARA DISEÑO DE REDES DE DISTRIBUCIÓN
	SISTEMAS DE GESTIÓN DE CALIDAD
REVISIÓN: 05	Código: DI-EP-P001-D001

NORMAS PARA SISTEMAS DE DISTRIBUCIÓN
PARTE A
GUÍA PARA DISEÑO DE REDES PARA DISTRIBUCIÓN

ELABORADO: Ing. Marco Sosa MBA Jefe Técnico Unidad Temporal de Soterramiento	REVISADO: Ing. Carlos Maldonado MBA Director de Distribución Zona Centro	APROBADO: Ing. Manuel Otorongo Gerente de Distribución
FECHA: 2014 - 02 - 28 FIRMA: 	FECHA: 2014 - 02 - 28 FIRMA: 	FECHA: 2014 - 02 - 28 FIRMA: 

COPIA NO CONTROLADA

Fuente: (Empresa Eléctrica Quito, 2014)



Anexo N° 7: Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 110:98



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 110:98

TRANSFORMADORES. DEFINICIONES.

Primera Edición

TRANSFORMERS. DEFINITIONS.

First Edition

Fuente: (Instituto Ecuatoriano de Normalización, 2004)



Oficio Nro. EEQ-DCPT-2018-0029-OF

Quito, D.M., 27 de junio de 2018

Asunto: ACP. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA INDOAMÉRICA

Señor
Juan Joel Segura D'rouville
En su Despacho

En atención al análisis de Calidad de Producto solicitado, se procedió a la instalación de analizadores de calidad de energía en bornes de BV de los transformadores T 166075 de 125 kVA y T 38355 de 100 kVA, ubicado en la Av. Machala y Subanilla, sector Cotocollao, con el propósito de verificar los parámetros eléctricos establecidos en la Regulación CONELEC 004/01 "Calidad del Servicio Eléctrico de Distribución", a través de una medición directa; obteniendo los siguientes resultados:

Del análisis de las mediciones realizadas en el Transformador N° 166075, se determina una demanda máxima de 55.86 kVA, un factor de uso de 44.7 % y una demanda disponible de 69.14 kVA, además los registros de medición de voltaje se ubican entre +3.14 % y -1.61 % del voltaje nominal de 220/127 V. En el transformador N° 38355, se determina una demanda máxima de 63.5 kVA, un factor de uso de 63.5 % y una demanda disponible de 36.46 kVA, además los registros de medición de voltaje se ubican entre el +5.22 % y el -0.52 % del voltaje nominal 210/121 V, cumpliendo con la Regulación establecida CONELEC 004/01.

Por lo expuesto, se determina que los parámetros de energía, suministrados por la Empresa Eléctrica Quito, son los adecuados para el correcto funcionamiento del sistema eléctrico del cliente.

Se adjunta los informes de las mediciones realizadas.

Atentamente,

Documento firmado electrónicamente

Mgs. Santiago Javier Peñafiel Guerrero
**JEFE DEPARTAMENTO DE CONTROL DE CALIDAD DE PRODUCTO Y
PERDIDAS TÉCNICAS**

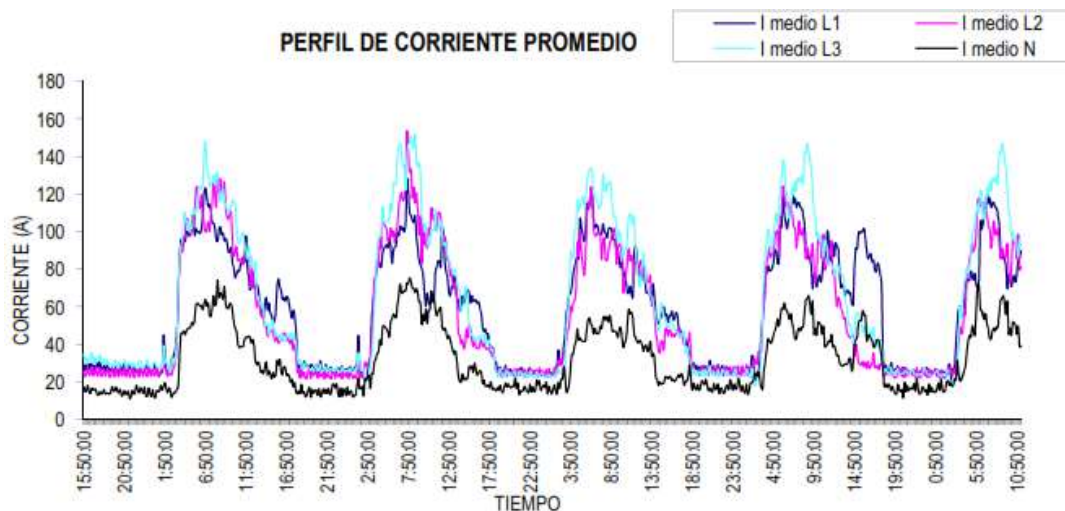
Anexo No 9: Perfil de demanda-perfil de corriente promedio transformador T166075

DETALLES

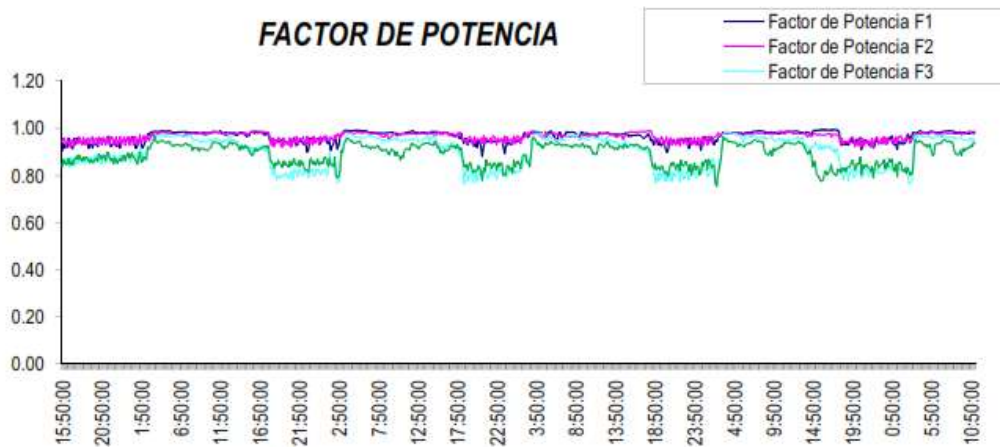
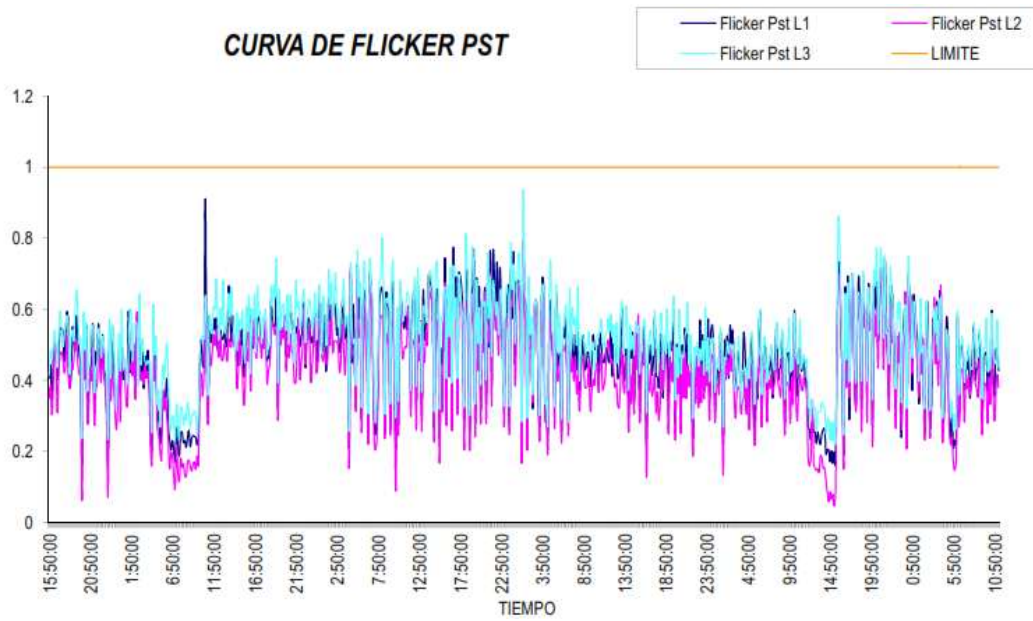
Transformador N°.	166075	Suministro	1571254
Montaje	CENTRO DE TRANSF. AEREO	Fases	3
Fases	3	Equipo Instalado	FLUKE 1748
Potencia (kVA)	125	Numero de Serie	40664803
Propiedad	CLIENTE	Fecha de Instalación	03/06/2018
Medio voltaje (V)	22860	Fecha de Retiro	08/06/2018
Bajo voltaje (V)	220/127	Días de Lectura	5
Subestación	19 (E.E. Quito / 19 Cotacallao)	Intervalo de registro	0:10 min
Primario	DOTA-19H ((19H) ALIMENTADO)	Número de registros	694
Sitio de la Instalación:	Bomes de Baja Tensión del Transformador 166075 de 125 kVA		

ANALISIS DE DEMANDAS	VALOR	UNIDAD	ENERGIAS	VALOR	UNIDAD
FACTOR DE USO A DEMANDA MÍNIMA	7.76	%	POTENCIA DISPONIBLE	69.14	kVA
FACTOR DE USO A DEMANDA MEDIA	22.70	%	FACTOR DE CARGA	42.56	%
FACTOR DE USO A DEMANDA MÁXIMA	44.7	%	ENERGÍA EN EL PUNTO DE MEDICIÓN	2550.36	kWh

DESCRIPCIÓN PARÁMETRO ANALIZADO	PROM	MAX	MIN	CUMPLE REG CONELEC 30401	OBSERVACIONES
DEMANDA KW:	22.04	51.79	7.85		
DEMANDA KVA	28.44	55.86	9.70		
FACTOR DE POTENCIA TOTAL:	0.77	0.93	0.81		



Anexo No 10: Curva de flicker PST-factor de potencia transformador T 166075



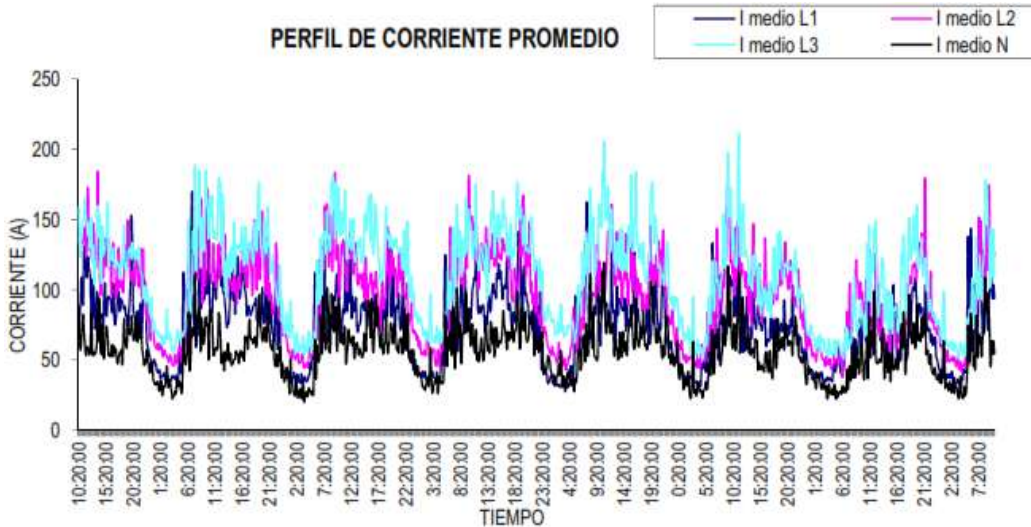
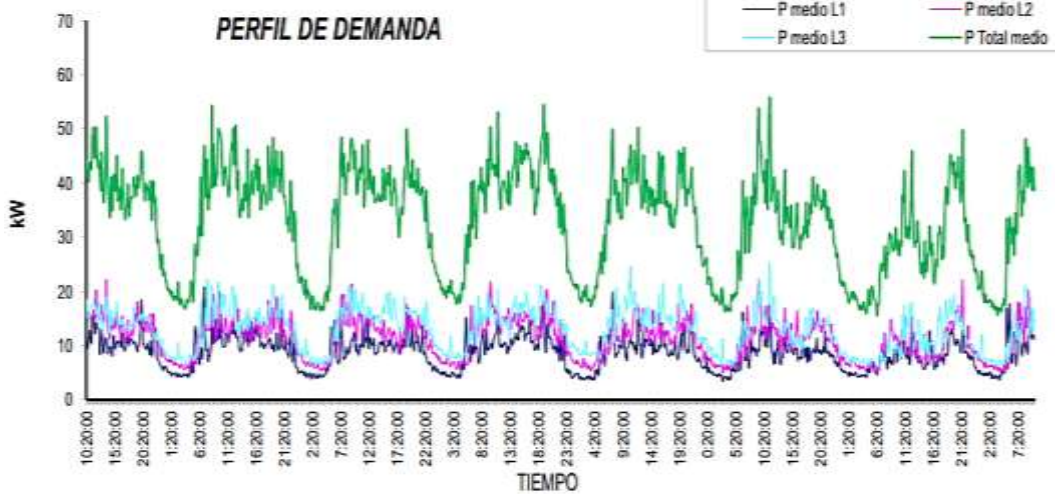
Anexo No 11: Perfil de demanda-perfil de corriente promedio de transformador T 38355

DETALLES

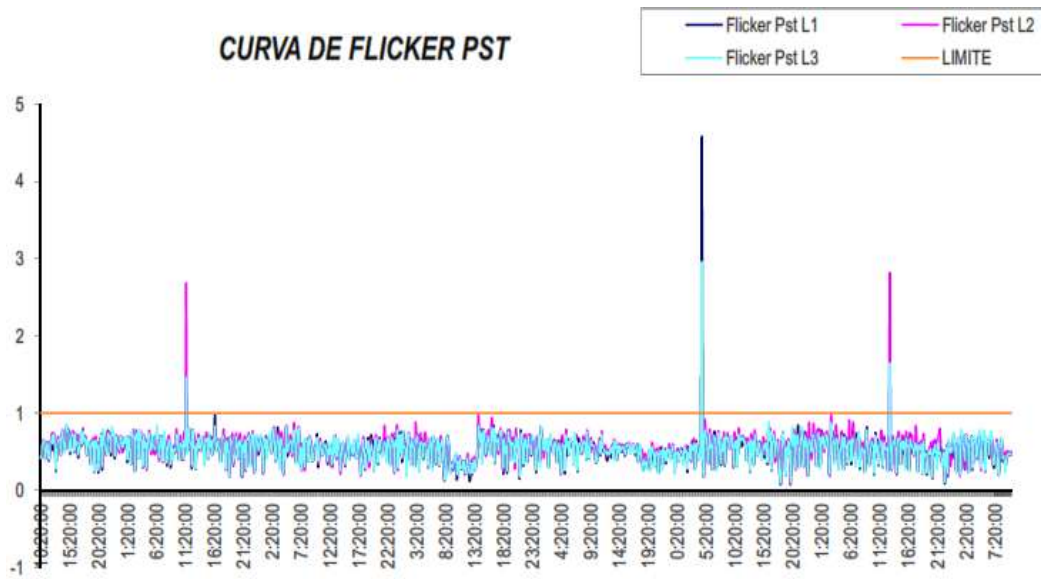
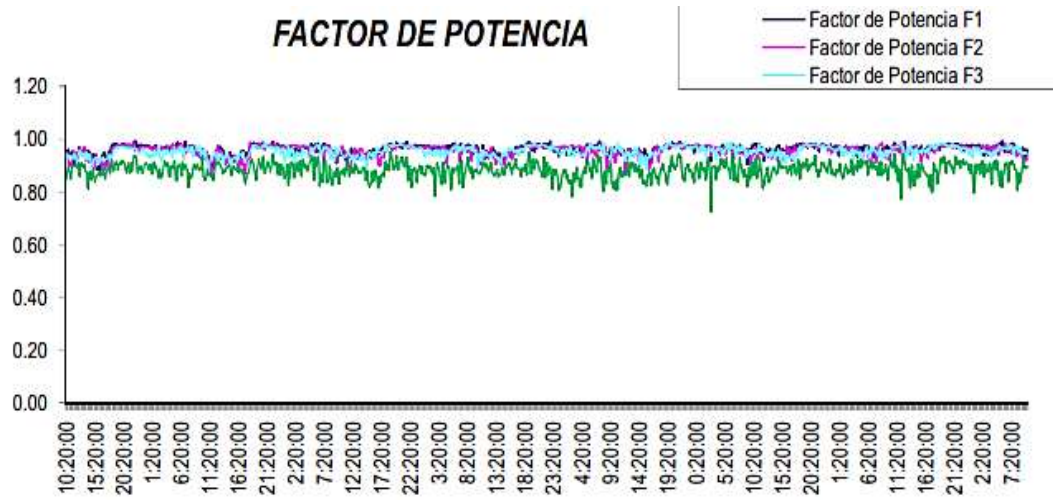
Transformador N°.	38355	Suministro	1681858
Montaje	CENTRO DE TRANSF. AEREO	Fases	3
Fases	3	Equipo Instalado	FLUKE 1748
Potencia (kVA)	100	Numero de Serie	40664803
Propiedad	EMPRESA	Fecha de Instalación	11/06/2018
Medio voltaje (V)	22860	Fecha de Retiro	18/06/2018
Bajo voltaje (V)	210/121	Dias de Lectura	7
Subestación	19 (E.E. Quito / 19 Colocoliac)	Intervalo de registro	0:10 min
Primario	DOTA-19H (19H) ALIMENTADO	Número de registros	1008
Sitio de la Instalación:	Bornes de Baja Tensión del Transformador 38355 de 100 kVA		

ANALISIS DE DEMANDAS	VALOR	UNIDAD	ENERGIAS	VALOR	UNIDAD
FACTOR DE USO A DEMANDA MINIMA	17.91	%	POTENCIA DISPONIBLE	36.46	kVA
FACTOR DE USO A DEMANDA MEDIA	36.25	%	FACTOR DE CARGA	58.93	%
FACTOR DE USO A DEMANDA MÁXIMA	63.5	%	ENERGÍA EN EL PUNTO DE MEDICIÓN	5521.17	kWh

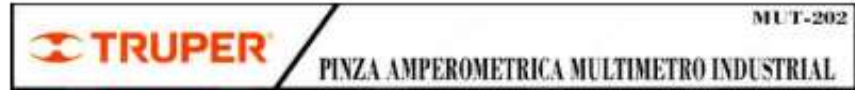
DESCRIPCIÓN PARÁMETRO ANALIZADO	PROM	MAX	MIN	CUMPLE REG CONELEC 00481	OBSERVACIONES
DEMANDA KW:	32.86	55.76	15.51		
DEMANDA KVA	36.23	63.54	17.91		
FACTOR DE POTENCIA TOTAL:	0.91	0.88	0.87		



Anexo No 12: Curva de flicker PST-factor de potencia de transformador T 38355



Anexo No 13: Equipo de medición Truper



- Prueba de diodo y continuidad
- Estuche para transportar
- 2 Baterías incluidas (AAA)

ESPECIFICACIONES

FUNCIONES	RANGO
Voltaje CC	200 mV - 600 V
Voltaje CA	2 V - 600 V
Corriente CA	2 A - 400 A
Resistencia	200 Ω - 20 M Ω
Temperatura (°C)	-40° C a 1,370° C
Temperatura (°F)	-40° F a 2,000° F

PRODUCTO MEJORADO
Mayor rango de medición de temperatura



CÓDIGO	CLAVE	NC
10404	MUT-202	3

IDEAL PARA SERVICIO Y MANTENIMIENTO INDUSTRIAL

Truper, S.A. de C.V. certifica que el producto indicado cumple con nuestras especificaciones como se describe en nuestros catálogos, fichas técnicas y dibujos. Los productos, partes y materiales indicados aquí han sido comparados, fabricados, inspeccionados y probados de acuerdo con nuestras especificaciones y nuestros estándares de calidad.


Ing. Eduardo Lagunes
Director de Calidad

Anexo No 14: Capacidad de los transformadores de distribución

TRANSFORMERS

ANSI/IEEE
C57.12.00-1987

Table 2
Preferred Continuous Kilovoltampere Ratings

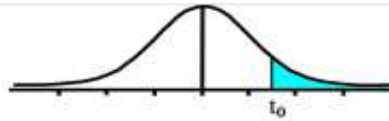
Single-Phase Transformers	Three-Phase Transformers
5	15
10	30
15	45
25	75
37.5	112.5
50	150
75	225
100	300
167	500
250	750
333	1000
500	1500
	2000
833	2500
1250	3750
1667	5000
2500	7500
3333	10 000
	12 000
5000	15 000
6667	20 000
8333	25 000
10 000	30 000
12 500	37 500
16 667	50 000
20 000	60 000
25 000	75 000
33 333	100 000

Anexo No 15: Tabla de correlación de Pearson

Valor	Significado
-1	Correlación negativa grande y perfecta
-0,9 a -0,99	Correlación negativa muy alta
-0,7 a -0,89	Correlación negativa alta
-0,4 a -0,69	Correlación negativa moderada
-0,2 a -0,39	Correlación negativa baja
-0,01 a -0,19	Correlación negativa muy baja
0	Correlación nula
0,01 a 0,19	Correlación positiva muy baja
0,2 a 0,39	Correlación positiva baja
0,4 a 0,69	Correlación positiva moderada
0,7 a 0,89	Correlación positiva alta
0,9 a 0,99	Correlación positiva muy alta
1	Correlación positiva grande y perfecta

Anexo No 16: Tabla t de Student

Tabla t-Student



Grados de libertad	0.25	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3137	12.7062	31.8210	63.6559
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9645	9.9250
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8408
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7765	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0321
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9979	3.4995
8	0.7064	1.3968	1.8595	2.3060	2.8965	3.3554
9	0.7027	1.3830	1.8331	2.2622	2.8214	3.2498
10	0.6998	1.3722	1.8125	2.2281	2.7638	3.1693
11	0.6974	1.3634	1.7959	2.2010	2.7181	3.1058
12	0.6955	1.3562	1.7823	2.1788	2.6810	3.0545
13	0.6938	1.3502	1.7709	2.1604	2.6503	3.0123
14	0.6924	1.3450	1.7613	2.1448	2.6245	2.9768
15	0.6912	1.3406	1.7531	2.1315	2.6025	2.9467
16	0.6901	1.3368	1.7459	2.1199	2.5835	2.9208
17	0.6892	1.3334	1.7396	2.1098	2.5669	2.8982
18	0.6884	1.3304	1.7341	2.1009	2.5524	2.8784
19	0.6876	1.3277	1.7291	2.0930	2.5395	2.8609
20	0.6870	1.3253	1.7247	2.0860	2.5280	2.8453
21	0.6864	1.3232	1.7207	2.0796	2.5176	2.8314
22	0.6858	1.3212	1.7171	2.0739	2.5083	2.8188
23	0.6853	1.3195	1.7139	2.0687	2.4999	2.8073
24	0.6848	1.3178	1.7109	2.0639	2.4922	2.7970
25	0.6844	1.3163	1.7081	2.0595	2.4851	2.7874
26	0.6840	1.3150	1.7056	2.0555	2.4786	2.7787
27	0.6837	1.3137	1.7033	2.0518	2.4727	2.7707
28	0.6834	1.3125	1.7011	2.0484	2.4671	2.7633
29	0.6830	1.3114	1.6991	2.0452	2.4620	2.7564
30	0.6828	1.3104	1.6973	2.0423	2.4573	2.7500
31	0.6825	1.3095	1.6955	2.0395	2.4528	2.7440
32	0.6822	1.3086	1.6939	2.0369	2.4487	2.7385
33	0.6820	1.3077	1.6924	2.0345	2.4448	2.7333
34	0.6818	1.3070	1.6909	2.0322	2.4411	2.7284
35	0.6816	1.3062	1.6896	2.0301	2.4377	2.7238
36	0.6814	1.3055	1.6883	2.0281	2.4345	2.7195
37	0.6812	1.3049	1.6871	2.0262	2.4314	2.7154
38	0.6810	1.3042	1.6860	2.0244	2.4286	2.7116
39	0.6808	1.3036	1.6849	2.0227	2.4258	2.7079
40	0.6807	1.3031	1.6839	2.0211	2.4233	2.7045
41	0.6805	1.3025	1.6829	2.0195	2.4208	2.7012
42	0.6804	1.3020	1.6820	2.0181	2.4185	2.6981
43	0.6802	1.3016	1.6811	2.0167	2.4163	2.6951
44	0.6801	1.3011	1.6802	2.0154	2.4141	2.6923

Anexo No 17: Reglamento ambiental para actividades eléctricas

Decreto Ejecutivo No. 1761 de 14 de agosto de 2001
R.O. No. 396 de 23 de agosto de 2001

No. 1761

Gustavo Noboa Bejarano
PRESIDENTE CONSTITUCIONAL DE LA REPUBLICA

Considerando:

Que de conformidad con el artículo 23 numeral 6 y los artículos 86 al 91 de la Constitución Política de la República del Ecuador, el Estado reconoce a las personas el derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado y libre de contaminación que garantice un desarrollo sustentable;

Que el artículo 13 del Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley dispone que las personas naturales o jurídicas autorizadas por el Estado para generar, transmitir, distribuir y comercializar la energía eléctrica estarán obligadas a observar las disposiciones de la legislación ecuatoriana y las estipuladas en las normas internacionales relativas a la protección y conservación del ambiente que consten o se deriven de los convenios ratificados por el Ecuador;

En ejercicio de las atribuciones que le confiere el número 5 del artículo 171 de la Constitución Política vigente,

Decreta:

**El siguiente: "REGLAMENTO AMBIENTAL PARA ACTIVIDADES
ELECTRICAS"**

CAPITULO I
PARTE GENERAL

Sección I
Ambito

El presente Reglamento establece los procedimientos y medidas aplicables al sector eléctrico en el Ecuador, para que las actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, en todas sus etapas: construcción, operación - mantenimiento y retiro, se realicen de manera que se prevengan, controlen, mitiguen y/o compensen los impactos ambientales negativos y se potencien aquellos positivos.